

**REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA  
PROVINCIA DI UDINE  
COMUNI DI AMARO , TOLMEZZO, VILLA SANTINA**

**STUDIO GEOLOGICO PER IL PIANO TERRITORIALE INFRAREGIONALE  
DEL CONSORZIO PER LO SVILUPPO INDUSTRIALE DI TOLMEZZO**

**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA**

**GIUGNO 2003**

Dott. Geol. MARIO CUTTINI - 33019 Tricesimo - via XXIV Maggio, 7 - Tel.Fax 0432 88153

## INDICE

1 - PREMESSA	pag. 3
2 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	pag. 4
2.2 - Cenni di pedologia	pag 7
2.3 - Permeabilità dei terreni	pag 7
2.4 - Lineamenti tettonici e sismicità delle zone indagate	pag 8
2.5 - Idrologia	pag 9
3 - VALUTAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO	pag. 12
3.1 - Capacità portante dei terreni di fondazione	pag 13
3.2 - Cedimenti	pag 13
3.3 - Coefficiente di fondazione	pag 14
4 - CONSIDERAZIONI SU CIASCUNA ZONA INDUSTRIALE	pag. 15
4.1 - ZONA INDUSTRIALE DI AMARO	pag 15
4.2 - ZONA INDUSTRIALE DI TOLMEZZO	pag 16
4.3 - ZONA INDUSTRIALE DI VILLA SANTINA	pag 20
5 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	pag. 21

## 1 - PREMESSA

### **Oggetto:**

Il presente studio é stato redatto, su incarico della COOPROGETTI SCRL di Pordenone, al fine di valutare le caratteristiche litologiche, morfologiche, idrogeologiche ed ambientali delle aree comprese negli ambiti comunali di Amaro, Villa Santina, Tolmezzo e inserite nel Piano territoriale infraregionale del Consorzio per lo sviluppo industriale di Tolmezzo.

Alla redazione dello studio ha collaborato la dott. geol. Daniela Croce.

### **Riferimenti legislativi:**

- Decreto Ministeriale 11 marzo 1988 *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”*;

- Decreto ministeriale 11 gennaio 1982 *“Aggiornamento delle zone sismiche della regione Friuli-Venezia Giulia”*;

- Decreto ministeriale 16 gennaio 1996 *“Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”*;

Circolare n. 3 Presidenza della Giunta Regionale, 2 luglio 1990 *“Criteri per la pianificazione urbanistica comunale degli insediamenti industriali-artigianali”*

Legge Regionale 19 novembre 1991, n. 52 *“Norme regionali in materia di pianificazione territoriale ed urbanistica”*

e successive modifiche ed integrazioni

Per la stesura della presente relazione ci si é avvalsi di osservazioni in loco e dell’analisi e rielaborazione di dati desunti da fonti bibliografiche:

- Autorità di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta e Bacchiglione (2002) *Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - L. 267/98 e L. 365/00*
- CP Ingegneria (2001) *Valutazione della pericolosità idraulica del Fiume Tagliamento nel Comune di Villa Santina - Amministrazione Provinciale di Udine, Servizio Tutela Ambientale*
- M. Causero, T. Cescato, E. Menegon (2002) *Studio idrologico, geologico ed idraulico e progetto generale per l'individuazione degli interventi urgenti di protezione civile atti a ridurre il rischio di allagamenti nel centro abitato di Tolmezzo e nella Zona Industriale Sud, nonché a salvaguardia della pubblica incolumità nella zona di via Cascina- Direzione Regionale della Protezione Civile*
- G. Cola (1996) *Studio volto alla verifica della situazione idraulica negli ambiti del territorio comunale - Amministrazione Comunale di Villa Santina*
- M. Cuttini (1973) *Indagine geognostica per un ponte sul Fiume Tagliamento nella zona industriale di Tolmezzo - ITALVIA S.a.s.*
- M. Cuttini (1977) *Relazione geotecnica per le fondazioni del viadotto "Tagliamento II" lungo la S.S. "Carnica"- Azienda Nazionale Autonoma Delle Strade A.N.A.S. Compartimento di Trieste*
- M. Cuttini (1979) *Relazione geologico-tecnica per il progetto di ammodernamento delle S.S. n. 52 e 52 bis II lotto – Variante di Tolmezzo Azienda Nazionale Autonoma Delle Strade A.N.A.S. Compartimento di Trieste*
- M. Cuttini (1982) *Relazione geologico - tecnica per la costruzione di un capannone industriale su un terreno di proprietà della ditta Aldo Bernardino S.p.A. corrispondente ai mappali 508 e 515 del foglio 81 del Comune di Tolmezzo (Udine)*
- M. Cuttini (1984) *Relazione geologico - tecnica per la costruzione di un ponte ferroviario lungo la linea Carnia - Tolmezzo nella zona industriale di Tolmezzo - Studio tecnico dott. arch. A. Chiavegato, Tolmezzo*

- M. Cuttini (1985) *Relazione geologico - tecnica per la costruzione del ponte sul canale di scarico lungo il tronco stradale "E" nella zona industriale di Tolmezzo* - Consorzio per il nucleo di sviluppo industriale del Medio Tagliamento, Tolmezzo
- M. Cuttini (1986) *Relazione geologico - tecnica per il progetto di un'arginatura da realizzare lungo il corso del Fiume Tagliamento a Tolmezzo* - Consorzio per il nucleo di sviluppo industriale del Medio Tagliamento, Tolmezzo
- M. Cuttini (1988) *Relazione geologico - tecnica per l'impianto di depurazione di Tolmezzo* - Dondi S.p.A. - Rizzani De Eccher S.p.A.
- M. Cuttini (1992) *Relazione geologico - tecnica per il piano particolareggiato area casello autostrada* - Amministrazione Comunale di Amaro
- C. De Crignis (1996) *Studio geologico del territorio comunale* - Amministrazione Comunale di Amaro
- G. Lenarduzzi ( ) *Relazione idrogeologica per la concessione derivazione AA.PP. dal Torrente Ambiesta e da sette pozzi* - Cartiere Burgo S.p.A., Tolmezzo
- B. Martinis et alii (1977) *Studio geologico dell'area maggiormente colpita dal terremoto friulano del 1976*, Milano
- R. Onofri (1996) *Studio geologico del territorio comunale* - Amministrazione Comunale di Villa Santina
- F. Sergas (1996) *Studio geologico del territorio comunale* - Amministrazione Comunale di Tolmezzo
- S. Stefanini (1982) *Le sistemazioni idraulico - forestali nella Carnia (bacino montano del Fiume Tagliamento)* Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia Comunità Montana della Carnia
- Studio Intergeo *Studio geologico del territorio comunale* - Amministrazione Comunale di Villa Santina

## **2 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO**

### **2.1 Aspetti morfologici e sedimentologici**

Le tre zone industriali sono ubicate in sinistra idrografica del Fiume Tagliamento (vedasi allegato 1) ed occupano aree con caratteristiche geomorfologiche analoghe essendo riferibili ad ambienti di origine fluviale ed alluvionale: antico alveo del Fiume Tagliamento (Tolmezzo ed Amaro), superficie di spaglio del Torrente Degano (Villa Santina).

Ulteriore elemento che accomuna la situazione geomorfologica delle zone industriali di Tolmezzo ed Amaro é la presenza di conoidi di deiezione, ancora alimentati, immediatamente a ridosso delle zone stesse. A Tolmezzo si segnala il conoide di Rivoli Bianchi ad Amaro quello costruito dal Rio Maggiore.

Per quanto concerne, invece, Villa Santina, i due rii a monte della zona industriale (Rio Moia e Rio Radima) non hanno contribuito in modo significativo alla costruzione della piana alluvionale in quanto l'assetto morfologico e la costituzione litologica del loro bacino non hanno fornito gli elementi necessari (rispettivamente zona di accumulo e carico solido) per la formazione di un corpo sedimentario importante.

Le tre zone presentano andamento subpianeggiante digradante verso sud sud-est a Tolmezzo ed Amaro e marcatamente verso sud-est, nel rispetto dell'antico andamento del Torrente Degano, a Villa Santina.

Stante la loro morfogenesi i sedimenti che formano le tre zone esaminate sono costituiti da ghiaie-sabbiose con intercalate lenti di materiali più fini limoso-sabbiosi. La variazione di granulometria all'interno dell'ammasso detritico é strettamente connessa con la morfologia dei sistemi fluviali e in particolare all'alternarsi di fasi di sovralluvionamento e di erosione. Le alluvioni recenti ed attuali poggiano sul materiale clastico trasportato e deposto nel periodo immediatamente postglaciale (depositi fluvioglaciali), quando la progressiva ablazione dei ghiacciai würmiani, che coprivano i rilievi della Carnia, forniva un cospicuo apporto sia liquido che solido. I depositi fluvioglaciali sono stati successivamente coperti da alluvioni più recenti. Si rammenta che, in considerazione dell'intensa fratturazione, dovuta sia a motivi tettonici sia ai normali processi morfodinamici (cicli di

gelo-disgelo), che caratterizza la compagine rocciosa affiorante nei vari bacini idrografici, il trasporto solido dei fiumi montani é ancora notevole, come attesta l'elevato trasporto solido dei rii che solcano il conoide dei Rivoli Bianchi e del Rio Maggiore ed anche dello stesso Fiume Tagliamento.

I sedimenti sono prevalentemente incoerenti, tuttavia nella zona di Tolmezzo le terebrazioni eseguite hanno intercettato livelli di conglomerato anche a modesta profondità. Nella stessa zona un sondaggio meccanico eseguito nel settore sud-orientale ha intercettato ad una profondità dal piano di campagna compresa tra 4,00 e 7,50 m dei livelli di torba che possono essere riferiti ad aree paludose formatesi in corrispondenza dei canali fluviali abbandonati.

## **2.2 - Cenni di pedologia**

Nelle zone di Tolmezzo ed Amaro i depositi alluvionali sono coperti da un esiguo straterello di terreno povero di elementi nutritivi e di humus e quindi con scarso valore agricolo.

Maggiore é, invece, lo spessore dell'orizzonte pedogenetico nella zona di Villa Santina, ciò in relazione alla presenza di materiali fini limoso-sabbioso depositi dal Torrente Degano. Tuttavia lo spessore del terreno superficiale varia significativamente nell'ambito della zona industriale passando da pochi cm a più di un metro come si rileva dalle osservazioni svolte in alcuni scavi fondazionali.

## **2.3 - Cenni sulla permeabilità dei sedimenti**

Il coefficiente di permeabilità "k" può essere ritenuto variabile da  $10^{-3}$  m/s per le ghiaie sabbiose a  $10^{-6}$  m/s per i terreni limoso-argilloso o i conglomerati tenaci.

Per quanto concerne i depositi ghiaiosi della zona industriale di Tolmezzo il coefficiente di permeabilità é stato stimato utilizzando la formula di Hazen riferita a tre analisi granulometriche (vedasi allegati) eseguite nell'ambito delle indagini geognostiche preliminari alla realizzazione dell'arginatura lungo il corso del Fiume Tagliamento:

$$k = 100 \times (D_{10})^2$$

$D_{10}$  = diametro efficace espresso in cm che rappresenta il diametro dei grani corrispondente al 10% di passante granulometrico. Si é ottenuto il seguente risultato:

1)  $k = 100 \times 0,002^2 = 4,0 \times 10^{-4}$  cm/s (ghiaia con sabbia limosa)

2)  $k = 100 \times 0,007^2 = 4,9 \times 10^{-3}$  cm/s (ghiaia con sabbia debolmente limosa)

3)  $k = 100 \times 0,06^2 = 3,6 \times 10^{-1}$  cm/s (ghiaia sabbiosa)

#### **2.4 - Lineamenti tettonici e sismicit  delle zone indagate**

Le zone indagate si inquadrano in un territorio piuttosto complesso sotto il profilo geostrutturale, ad esempio nella valle del Tagliamento, proprio in corrispondenza di Tolmezzo si trova un punto di incrocio fra importanti fasci di faglie quali la “Linea del Butchiarz ” (fascio di faglie trascorrenti subverticali orientate NE-SW) e la “Linea dell’Alto Tagliamento” (sovrascorrimento sudvergente diretto circa E-W).

A questi fasci di faglie, che rappresentano il confine geologico tra le Alpi Tolmezzine ad Ovest, le Giulie ad Est e le Prealpi Carniche a Sud, si associano altre linee tettoniche, alcune trascorrenti con direzione prevalente NW-SE, che hanno frammentato e traslato le disgiunzioni su menzionate, altre inverse orientate circa E-W sia nordvergenti che sudvergenti, tra cui spiccano la “Linea del M. Amariana (o di Posselie)” e quella “Cuel di Mena - M. Festa - Pioverno”, immediatamente a Nord e a Sud della piana alluvionale che ospita la zona industriale di Amaro.

Il comprensorio comunale di Villa Santina risulta compreso tra la “Linea dell’Alto Tagliamento” e la “Linea di Sauris”, quest’ultimo   un sovrascorrimento lungo un piano immergente a Nord con elevata inclinazione.

Come accennato, associate ai principali sovrascorrimenti sono le faglie con andamento NE-SW e NW-SE, alla cui attivit  in ambito neotettonico (Pliocene-Attuale)   dovuta un’elevata sismicit ; si prevedono infatti terremoti del IX grado della scala M.C.S. e accelerazioni al suolo superiori a 0,10 g con periodo di ritorno di cento anni.

Stante l'elevata sismicità del loro territorio i Comuni di Amaro, Tolmezzo e Villa Santina sono stati inseriti tra le località sismiche di prima categoria (grado di sismicità  $S = 12$ )

## **2.5 - Idrologia**

### **2.5.1 Acque superficiali**

Come si evince dallo studio della cartografia storica, le aree pertinenti alle zone industriali di Amaro e Tolmezzo erano solcate da alcuni rami (canali) del Fiume Tagliamento. L'alimentazione idrica di questi rami é cessata in seguito alla realizzazione di opportune opere di arginatura che hanno impedito alle piene del fiume di investire dette zone, deviando il corso d'acqua più a valle.

In corrispondenza della zona industriale di Tolmezzo si disperdevano, nella coltre detritica, le acque del Torrente Cornons che già a partire dall'inizio del secolo scorso é stato oggetto di importanti interventi di regimazione idraulica. Attualmente il Cornons, a valle della S.S. 52, raggiunge la zona industriale deviando successivamente verso est fino ad immettersi nel canale di scarico delle acque del depuratore.

La zona industriale di Amaro é delimitata lungo il lato orientale dal Rio Maggiore, anch'esso oggetto di significativi e numerosi interventi di regimazione idraulica finalizzati alla messa in sicurezza sia dell'abitato di Amaro che della S.S. 52.

Le zone oggetto di studio erano, inoltre, solcate da canali artificiali che fornivano l'energia idroelettrica per il funzionamento di mulini e segherie. La zona industriale di Villa Santina era attraversata da un canale artificiale alimentato dalle acque del Torrente Degano che defluivano attraverso un'opera di presa posta in sinistra orografica poco a monte della località Molino del Dario. Più a valle un'altra opera di presa alimentava il canale che portava l'acqua fino alla segheria G. De Antoni. Anche l'attuale zona industriale di Tolmezzo era raggiunta da un canale artificiale che alimentava la segheria ivi realizzata.

### **2.5.2 Acque sotterranee**

La situazione geomorfologica di Amaro e Tolmezzo ha favorito la formazione di una falda freatica alimentata sia dalle acque meteoriche sia dalle perdite in subalveo del Fiume Tagliamento e dei Torrenti Cornons (Tolmezzo) e Rio Maggiore (Amaro). Come verrà meglio precisato nel paragrafo che descrive la zona di Tolmezzo esiste uno stretto collegamento tra le variazioni di portata del Fiume Tagliamento e la profondità della superficie freatica. Quest'ultima successivamente alle piene del Fiume ha una profondità di solo alcuni m dal piano campagna come attestano i rilievi freaticometrici eseguiti nei pozzi utilizzati dalla Cartiera Burgo e in altri recentemente realizzati.

Anche nella zona industriale di Amaro la profondità della falda freatica é strettamente dipendente dal regime idrologico del Fiume Tagliamento variando sensibilmente nei periodi di piena e di magra. L'unico dato di profondità della falda idrica disponibile nella zona industriale é quello misurato, nel mese di luglio 1991, in corrispondenza del pozzo n. 1 (vedasi allegati) pari a 10,20 m dal piano campagna. A circa 350 m a Est dell'area che verrà interessata dal depuratore, si trova una stazione piezometrica della rete freaticometrica regionale (0113). La stazione posta vicino all'alveo del Tagliamento e funzionante dal 1970 al 1997 ha evidenziato un valore massimo di profondità della falda dal piano di campagna di 7,95 m e uno minimo di 0,60 m.

Per quanto concerne la zona industriale di Villa Santina si ritiene che i livelli limo-argillosi rilevati a modesta profondità dal piano di campagna possano sostenere limitati adunamenti acquiferi sospesi che si instaurano in periodi particolarmente piovosi.

### **2.5.3 Cenni sulla vulnerabilità dell'acquifero**

Una falda idrica contenuta in un acquifero alluvionale a prevalente composizione ghiaioso-sabbiosa risulta potenzialmente sensibile a contaminazioni inquinanti e pertanto “vulnerabile”.

Per vulnerabilità dell'acquifero all'inquinamento s'intende la facilità di penetrazione e diffusione di un inquinante in funzione delle caratteristiche litologico-granulometriche dei terreni e delle condizioni idrogeologiche del sottosuolo.

Il metodo base di valutazione (GNDCI-CNR) consiste nella identificazione della tipologia dell'acquifero sulla base degli aspetti geometrici, litologici, ed idrogeologici e la sua ascrizione a una delle situazioni-tipo già definite all'interno del metodo. Ciò permette, in via semplificata, di assegnare l'acquifero a una delle sei classi di vulnerabilità intrinseca previste.

Il metodo è non parametrico e fornisce indicazioni qualitative in merito al grado di vulnerabilità intrinseca o naturale dell'acquifero. Per la definizione della vulnerabilità, che rispondesse anche a criteri il più oggettivi possibile, anche in funzione degli scopi questo studio, si è voluto adottare una procedura complementare semplificata, definita “GOD”, che considera:

- groundwater occurrence: condizioni idrauliche delle acque sotterranee;
- overall aquifer class: classe complessiva dell'acquifero con indicazioni del grado di eventuale fessurazione e della capacità di attenuazione;
- depth groundwater table: profondità del livello della falda.

Dalla lettura del sistema empirico (da Foster S.S.D., 1987, vedasi allegati) e considerando le conoscenze acquisite sui territori studiati in particolare:

- tipo di falda: libera;
- tipo di acquifero: contenuto in sedimenti ghiaioso sabbiosi contraddistinti da un vario grado di cementazione
- profondità della superficie freatica: 2÷5 m

risulta un valore pari a 0,6 corrispondente a una vulnerabilità dell'acquifero di grado alto.

### 3 - VALUTAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO

In base alla classificazione Unified Soil Classification System degli U.S.A. accettata anche dall'Associazione Geotecnica Italiana, i depositi rilevati nelle tre zone industriali sono, essenzialmente, ascrivibili ai terreni ghiaiosi con percentuale variabile di sabbie e limo - più di metà del materiale è più grande delle maglie del setaccio n. 4 ASTM (4,76 mm) - con simbolo di gruppo GM "miscele di ghiaia-sabbia-limo".

Dal momento che preliminarmente all'edificazione l'esiguo straterello di suolo superficiale verrà rimosso, le strutture di fondazione verranno a gravare sui terreni prevalentemente ghiaiosi ai quali possono essere assegnati i seguenti valori dei principali parametri geotecnici:

**peso di volume**                       $\gamma = 1,8 \text{ t/m}^3$  terreni limoso-sabbioso

$\gamma = 1,9 \text{ t/m}^3$  terreni ghiaioso-ciottolosi

Tali valori sono comunemente adottati (Norme CNR - Uni 10012-67, Prospetto 2-II, Pesi per terreni incoerenti e materiali insilabili).

**angolo di attrito interno**     $\phi = 35\div 40^\circ$

Il range di valori proposto per l'angolo d'attrito considera i seguenti aspetti:

- la notevole eterogeneità granulometrica dei depositi di origine alluvionale;
- l'angolo di scarpa osservato in corrispondenza di fronti di scavo realizzati in terreni simili a quelli indagati che risulta anche superiore a  $50^\circ$  (vedasi, ad esempio la documentazione fotografica riguardante alcuni scavi fondazionali eseguiti nella zona di Amaro e Villa Santina), ma si riduce progressivamente a causa del disturbo dovuto alle operazioni di scavo, alla variazione del contenuto di umidità e al dilavamento ad opera delle acque meteoriche della componente più fine responsabile della coesione;
- i risultati delle prove Standard Penetration Test eseguite nel corso della terebrazione di alcuni sondaggi meccanici (zona industriale di Tolmezzo) che indicano valori del numero

di colpi  $N_{SPT}$  variabili tra 20 (livelli limoso-torbosi) e  $> 50$  (ghiaia ben addensata caratterizzata da una certa coesione) corrispondenti a materiali con angolo di attrito compreso tra  $32$  e  $> 45^\circ$  (secondo Meyerhof per terreni con frazione fine sabbioso-limosa superiore a al 5%).

Anche i risultati ottenuti da varie prove penetrometriche dinamiche (zone industriali di Tolmezzo e Amaro) eseguite con strumentazione leggera attestano il buon grado di addensamento e lo stato di consistenza da moderatamente a molto addensato dei depositi

**coesione**  $c = 0.00 \div 0,10 \text{ Kg/cm}^2$

Il valore della coesione varia in relazione a locali fenomeni di cementazione dovuti alla solubilizzazione e successiva ricristallizzazione del carbonato di calcio e alla presenza di materiali a granulometria fine (limo-argilloso).

**densità relativa**  $Dr = 40 \div 70 \%$

E' stato considerato il diverso stato di consistenza dei depositi: da moderatamente addensati a molto addensati

**modulo di compressibilità**  $E_c = 500 \div 800 \text{ kg/cm}^2$

### **liquefazione del terreno**

Il fuso granulometrico dei sedimenti consente di escludere la probabilità che, nelle zone indagate, si possano verificare fenomeni di liquefazione del terreno in caso di sisma.

### **3.1 Considerazioni sulla capacità portante dei terreni di fondazione**

Premesso che la resistenza offerta dal terreno nei confronti dei carichi trasmessi da una sovrastruttura dipende da una serie di fattori pertinenti sia alle caratteristiche del terreno sia alla geometria di fondazione, indicativamente il carico ammissibile sul terreno può essere stimato attorno a  $2,0 \div 2,5 \text{ kg/cm}^2$  ( $200 \div 250 \text{ kPa}$ ).

### **3.2 Cedimenti**

In considerazione delle caratteristiche del terreno che verrà interessato dalle strutture di fondazione, si prevede che i cedimenti siano istantanei e di entità trascurabile (saranno comunque interamente assorbiti in fase di costruzione).

### **3.3 Coefficiente di fondazione**

In relazione alle condizioni litostratigrafiche della zona, al coefficiente di fondazione,  $\epsilon$ , può essere attribuito il valore 1,00. Infatti, dall'analisi delle stratigrafie dei pozzi perforati nelle vicinanze si evince non vi sia "un substrato litoide con caratteristiche meccaniche significativamente superiori" entro una profondità di 20 m dal piano di campagna. ("Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" D.M. 16/01/1996).

## **4 - CONSIDERAZIONI SU CIASCUNA ZONA INDUSTRIALE**

Come già accennato le tre zone industriali presentano caratteristiche morfologiche, litologiche ed idrogeologiche simili, tuttavia si é ritenuto utile per ogni singola zona evidenziare le problematiche emerse nel corso dello studio e proporre alcuni suggerimenti per una loro ottimale utilizzazione.

### **4.1 ZONA INDUSTRIALE DI AMARO**

#### **4.1.1 Aspetti litologici e valutazione dei parametri geotecnici**

La zona posta a quote compresa tra 264 e 275 m s.l.m.m. fa parte del cono di deiezione costruito dal Rio Maggiore in corrispondenza del suo sbocco nel Fiume Tagliamento.

In relazione alla sua genesi l'area risulta costituita da una coltre di materiale clastico prevalentemente ghiaioso e ciottoloso, con matrice fine sabbiosa ed in subordine limoso-argillosa.

Durante i lavori di sbancamento per la realizzazione del piazzale posto a monte dello stabilimento I.S.C. era stata osservata, in corrispondenza della scarpata posta a Nord, la tipologia dei sedimenti. Questi, che si estendono al disotto di un orizzonte di terreno vegetale avente spessore di alcuni decimetri, sono formati da livelli ghiaioso-ciottolosi con matrice sabbiosa, intercalati da orizzonti con una maggiore componente di frazione fine limosa. I clasti sono subarrotondati e prevalentemente calcareo-dolomitici in relazione ai litotipi affioranti nel bacino idrografico del Rio Maggiore e riferibili alle formazioni triasiche della Dolomia Principale e del Calcare del Dachstein. La situazione litostratigrafica è attualmente ben visibile lungo la scarpata prospiciente l'alveo del rio e delimitante il lato orientale della pertinenza dello stabilimento succitato.

Per quanto riguarda la valutazione dei parametri geotecnici caratteristici dei depositi alluvionali rilevati si rimanda la capitolo 3 della presente relazione.

#### **4.1.2 Problematiche di carattere idrologico ed idrogeologico**

Dal momento che la zona é posta alle stesse quote dell'alveo del Fiume Tagliamento e pertanto potenzialmente soggetta ad essere investita dalle piene del Fiume, é stata protetta da un argine che si estende lungo il lato occidentale per circa 700 m.

Per quanto concerne la parte nord-orientale dell'area si fa presente che l'esigua distanza dall'alveo del Rio Maggiore e la conformazione morfologica rendono possibile, in occasione di prolungate precipitazioni, il verificarsi di filtrazioni dall'alveo. Recenti interventi di sghiaimento hanno interessato il segmento del torrente posto immediatamente a valle della S.S. 52 ripristinando la funzionalità delle briglie esistenti.

La falda freatica é indicata a profondità variabili tra 2 e 5 m nella zona prossima allo svincolo autostradale, ma si ritiene sia suscettibile di escursioni in stretta dipendenza con le portate del Fiume Tagliamento.

## **4.2 ZONA INDUSTRIALE DI TOLMEZZO**

### **4.2.1 Aspetti litologici e valutazione dei parametri geotecnici**

Per quanto concerne gli aspetti litologici e la valutazione dei parametri geotecnici si é fatto riferimento alle numerose indagini geognostiche eseguite nella zona (vedasi ubicazione nell'allegato "Planimetria" e descrizione nell'allegato "Indagini geognostiche"). Dalle indagini indirette (sondaggi geolettici verticali, sondaggi sismici e prove penetrometriche) e da quanto rilevato nel corso dell'esecuzione di pozzi e sondaggi geognostici risulta che la zona é costituita da una potente coltre di depositi detritici frutto della interdigitazione e sovrapposizione dei materiali trasportati dal sistema fluviale But -Tagliamento e dai rii minori che provengono dai gruppi montuosi e che al loro sbocco nel fondovalle hanno costruito un vasto conoide di deiezione (Rivoli Bianchi). Trattasi essenzialmente di depositi ghiaiosi inglobanti lenti limoso-sabbiose e strati di conglomerato. La rielaborazione degli elementi acquisiti non ha fatto emergere particolarità di carattere geologico-tecnico tali da suggerire una valutazione dei parametri geotecnici diversa da quella già dettagliata nel capitolo 3)

#### **4.2.2 Problematiche di carattere idrologico ed idrogeologico**

La Zona industriale si localizza a valle dell'abitato di Tolmezzo in sinistra orografica del Fiume Tagliamento a quote comprese tra 286 e 306 m s.l.m.m..

Dall'esame della cartografia dell'I.G.M. relativa agli anni Sessanta si evince che la parte meridionale della zona industriale risultava compresa nell'alveo di piena del Fiume Tagliamento. In particolare detta cartografia evidenzia un ramo del fiume che taglia in senso longitudinale l'intera zona e alcune scarpate che ricalcano l'andamento di canali minori (vedasi allegato 1). Successivi interventi antropici hanno radicalmente mutato le caratteristiche morfologiche della zona cancellando, quasi completamente, le tracce degli antichi corsi fluviali.

Allo stato attuale la Zona Industriale é protetta da possibili esondazioni del Fiume Tagliamento dal rilevato della Strada Statale n. 52 e, nella porzione più meridionale, da una arginatura realizzata con un diaframma di palancole.

Malgrado le opere di protezione dai fenomeni esondativi un vasto settore della Zona industriale (vedasi allegato "Planimetria") rimane penalizzato sotto l'aspetto idrogeologico per i seguenti motivi:

- situazione geomorfologica

La zona é posta nella fascia di territorio dove l'ampio conoide costruito dal Torrente Citate e dal Rio Cornons, noto come Rivoli Bianchi, sfuma nell'alveo del Fiume Tagliamento. Questa fascia é costituita da un potente deposito di materiale clastico variamente addensato ed eterogeneo sotto il profilo granulometrico. Stante la sua composizione, essenzialmente ghiaiosa il deposito é contraddistinto da una elevata permeabilità per porosità;

- situazione topografica

la porzione meridionale della Zona industriale mostra quote inferiori a quelle dell'alveo attuale del Tagliamento. La presenza di questa porzione, relativamente depressa, é probabilmente legata ad un'area palustre conseguente al progressivo abbandono di un meandro;

- situazione idrogeologica

sulla base di quanto emerso nel corso dell'esecuzione di varie perforazioni eseguite nell'ambito della zona industriale si evince che il sottosuolo é interessato da una falda idrica di tipo freatico caratterizzata, nel corso dell'anno, da notevoli variazioni della sua profondità. La quota della superficie freatica rispetto al piano di campagna varia infatti da qualche m a circa 20 m, come attestano le misurazioni eseguite nei pozzi utilizzati dalla Cartiera Burgo. In particolare, per la loro completezza, sono stati esaminati i dati rilevati nel pozzo n. 5 nel corso del 1984. Da questi dati si evince che le maggiori profondità della falda sono state registrate nei mesi di febbraio e dicembre, mentre le minori nei mesi di giugno e ottobre. Comparando la profondità della falda idrica con i dati idrometrici relativi al Fiume Tagliamento (Stazione di Pioverno del Servizio Idrografico e mareografico nazionale) risulta evidente la connessione tra i periodi di piena del fiume e l'innalzamento della falda idrica.

Oltre all'apporto delle perdite di subalveo del Tagliamento e del But, la falda é alimentata dalle acque meteoriche che si infiltrano nella potente coltre detritica che caratterizza il conoide di Rivoli Bianchi e, in modo diretto, dalle acque meteoriche.

Tale complessa situazione idrogeologica é ulteriormente complicata dalla successione litologica della zona che, in relazione alla sua morfogenesi caratterizzata dall'interconnessione tra i depositi alluvionali del Fiume Tagliamento, più fini, e quelli più grossolani trasportati dai rii che hanno costruito il conoide di Rivoli Bianchi, rende possibile la formazione di falde sospese temporanee, sostenute dalle lenti limoso-sabbiose e/o dai livelli di ghiaia parzialmente cementata. Quanto esposto trova riscontro nello studio recentemente redatto per conto della Direzione Regionale della Protezione Civile dagli ingegneri Causero e Cescato e dal geologo Menegon. I rilievi freaticometrici eseguiti nell'ambito di detto studio sono stati utilizzati per ricostruire l'andamento delle isofreatiche nella zona (vedasi allegata cartografia). Nella seguente tabella vengono riportati i dati relativi ai pozzi di riferimento:

N	Dati identificativi del pozzo	Quota pozzo m s.l.m.m.	Quota isofreatiche in Fase di piena m s.l.m.m.	Quota isofreatiche in fase di magra m s.l.m.m.
1	Palestra – via Marchi 8 (fuori zona)	313,78	299,67	293,11
2	Canile – via Brazil	292,17	288,61	286,52
3	Carrozzeria Miu	295,40	293,57	290,12
4	Piazzale Filipuzzi	313,78	295,58	291,57
7	Edilmanufatti Larice	293,01	292,85	289,56
8	Seima 1	293,59	293,59	290,59
9	Cartiera 2	305,50	300,96	295,60
10	Cartiera 5	300,51	299,17	293,51
11	Cartiera 6	302,36	299,84	294,42

- rete fognaria e drenaggio delle acque meteoriche

durante i periodi piovosi concomitanti con le piene del fiume Tagliamento risulta estremamente difficoltoso il drenaggio delle acque che si raccolgono lungo le caditoie delle strade a servizio della zona ed in generale delle acque meteoriche che scendono verso l'alveo del Tagliamento, ma non hanno possibilità di sbocco nello stesso sia per la presenza dei rilevati arginali sia per il temporaneo innalzamento della falda idrica alimentata dal fiume stesso. Si ritiene inoltre possibile che durante le piene dei fiumi Tagliamento e But vi sia una notevole alimentazione della falda idrica già a monte della zona industriale ed una parziale riattivazione degli antichi canali.

Per quanto riguarda il Torrente Cornons si rileva che esso è in parte arginato e in parte profondamente inciso pertanto non comporta pericoli di esondazione nella zona industriale.

## **4.3 ZONA INDUSTRIALE DI VILLA SANTINA**

### **4.3.1 Aspetti litologici e valutazione dei parametri geotecnici**

La Zona industriale si localizza a valle dell'abitato di Villa Santina nella fascia di territorio delimitata ad occidente dalla sponda del Torrente Degano e a meridione dalla sponda del Fiume Tagliamento. Essa é posta a quote comprese tra 352 e 362 m s.l.m.m.. La sua costituzione geolitologica é essenzialmente legata al materiale clastico trasportato e deposto dai due corsi d'acqua. In particolare alle alluvioni del Torrente Degano é connessa la presenza di terreni superficiali ricchi di frazione fine sabbioso-limosa di colore grigiastro che formano lenti e livelli senza soluzione di continuità.

Le osservazioni dirette eseguite in corrispondenza di alcuni scavi fondazionali hanno, comunque, riscontrato che il sedime di fondazione é prevalentemente ghiaioso, pertanto per quanto attiene alla valutazione dei parametri geotecnici si riamanda al capitolo 3.

### **4.3.2 Problematiche di carattere idrologico ed idrogeologico**

Un'arginatura protegge l'area industriale dalle possibili esondazioni del Torrente Degano. Anche lungo la sponda del Fiume Tagliamento è presente un'arginatura di modesta altezza che dal Cuel di Ciucia si spinge verso la confluenza con il Torrente Degano per circa 500 m. Pur non essendo la zona industriale penalizzata da pericoli di esondazione si ravvisa l'opportunità di collegare l'argine suddetto con quello del Degano.

I livelli superficiali di terreno limoso-sabbioso possono sostenere falde idriche di limitata potenzialità e modesta estensione, che comunque potrebbero interferire negativamente con la costruzione di edifici.

## 5 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Sulla base di quanto esposto é possibile evidenziare quanto segue:

- le zone industriali di Amaro, Tolmezzo e Villa Santina sono ubicate in aree delicate sotto il profilo idraulico. Il loro utilizzo é stato, infatti, subordinato alla costruzione di argini e difese spondali. Queste devono essere, pertanto, soggette a periodiche perlustrazioni e ad eventuali interventi manutentori, soprattutto considerando che le quote altimetriche delle zone sono analoghe, quando non inferiori, a quelle dell'alveo del Fiume Tagliamento. La zona industriale di Tolmezzo risulta quella più penalizzata sotto il profilo idrologico in quanto i vari interventi che la hanno riguardata non hanno tenuto in debita considerazione le problematiche legate agli antichi canali fluviali e alla loro possibile attivazione nonché alla difficoltà di smaltire le acque di origine meteorica verso il Fiume Tagliamento. Analoghe considerazioni riguardano i corsi d'acqua minori come il Rio Maggiore nella zona di Amaro e il Torrente Cornons in quella di Tolmezzo. Anche a Villa Santina si ritiene auspicabile il miglioramento e l'eventuale completamento delle difese spondali. Aspetto quest'ultimo evidenziato nello studio redatto da CP Ingegneria per conto dell'Amministrazione Provinciale di Udine. L'insufficienza arginale illustrata in detto studio è stata riportata nell'allegata cartografia unitamente alle perimetrazioni delle aree P3 (area ad elevata pericolosità idraulica) e P2 (area a media pericolosità idraulica) definite sulla base dei criteri proposti dall'Autorità di Bacino che di seguito si richiamano:

*“per le problematiche idrauliche inerenti il territorio montano si ritiene di adottare il criterio per cui in corrispondenza dei punti di rottura e/o di insufficienza arginale noti oppure evidenziati da specifici studi, si perimetra una fascia di tutela larga 150 m ed estesa lungo il fronte arginale/spondale 1 km a monte ed 1 km a valle, classificata con pericolosità P3. E' quindi associata un'ulteriore fascia adiacente con le stesse caratteristiche geometriche della precedente con pericolosità P2”.*

- la falda idrica sotterranea, il cui andamento é legato alle portate dei fiumi Tagliamento, Degano e But, può raggiungere la profondità di pochi m dal piano campagna in tutte tre le zone;

- i sedimenti che verranno interessati dalle strutture di fondazione di nuovi fabbricati sono dotati, in generale, di buone caratteristiche geotecniche;
- localmente é stata rilevata la presenza di terreno di riporto contraddistinto da scadenti peculiarità meccaniche, ma semplici scassi ne permettono l'identificazione;

l'eterogeneità granulometrica dei terreni porta ad escludere fenomeni di liquefazione in caso di eventi sismici.

Nel rispetto della normativa vigente (D.M. 11/3/1988) preliminarmente a ciascuna costruzione dovrà essere eseguita un'indagine geologico-tecnica finalizzata all'esatta conoscenza del sedime di fondazione ed in particolare al rilevamento di eventuali materiali di riporto. In ogni caso si raccomanda che il piano di posa delle fondazioni sia posto su terreno ghiaioso ed omogeneo.

Per quanto attiene l'aspetto idrogeologico dovrà essere tenuta in debita considerazione l'elevata permeabilità dei terreni essenzialmente ghiaiosi, al fine di evitare che eventuali sversamenti di sostanze nocive possano filtrare nei terreni fino a raggiungere la falda idrica.

Constatata l'efficacia della sopraelevazione del terreno adottata a Villa Santina ad ulteriore salvaguardia dal pericolo di allagamenti, per risalite anomale della falda si suggerisce analoga soluzione anche a Tolmezzo e nella parte più meridionale di Amaro.

Tutti gli scarichi andranno ovviamente al depuratore attraverso la rete fognaria che nella zona di Tolmezzo, depressa rispetto all'alveo del Fiume Tagliamento, nel corso di piene eccezionali dovrebbe scaricare meccanicamente in quest'ultimo.

Infine è superfluo ricordare che, per la vulnerabilità delle falde idriche, è necessaria l'impermeabilizzazione delle aree adibite a movimentazione e stoccaggi di materiale inquinante.

## **ALLEGATI**

1 - COROGRAFIA (scala 1:100.000)

2 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO (scala 1:25.000)

3 - ZONA INDUSTRIALE DI AMARO:

Planimetria (scala 1:5000)

Indagini geognostiche

Documentazione fotografica

4 - ZONA INDUSTRIALE DI TOLMEZZO:

Planimetria (scala 1:5000)

Variazioni dell'assetto idrologico (scala 1:25.000)

Indagini geognostiche

Dati freaticometrici del pozzo n. 5 della Cartiera Burgo e dati idrologici del Fiume

Tagliamento riferiti al 1984

5 - ZONA INDUSTRIALE DI VILLA SANTINA:

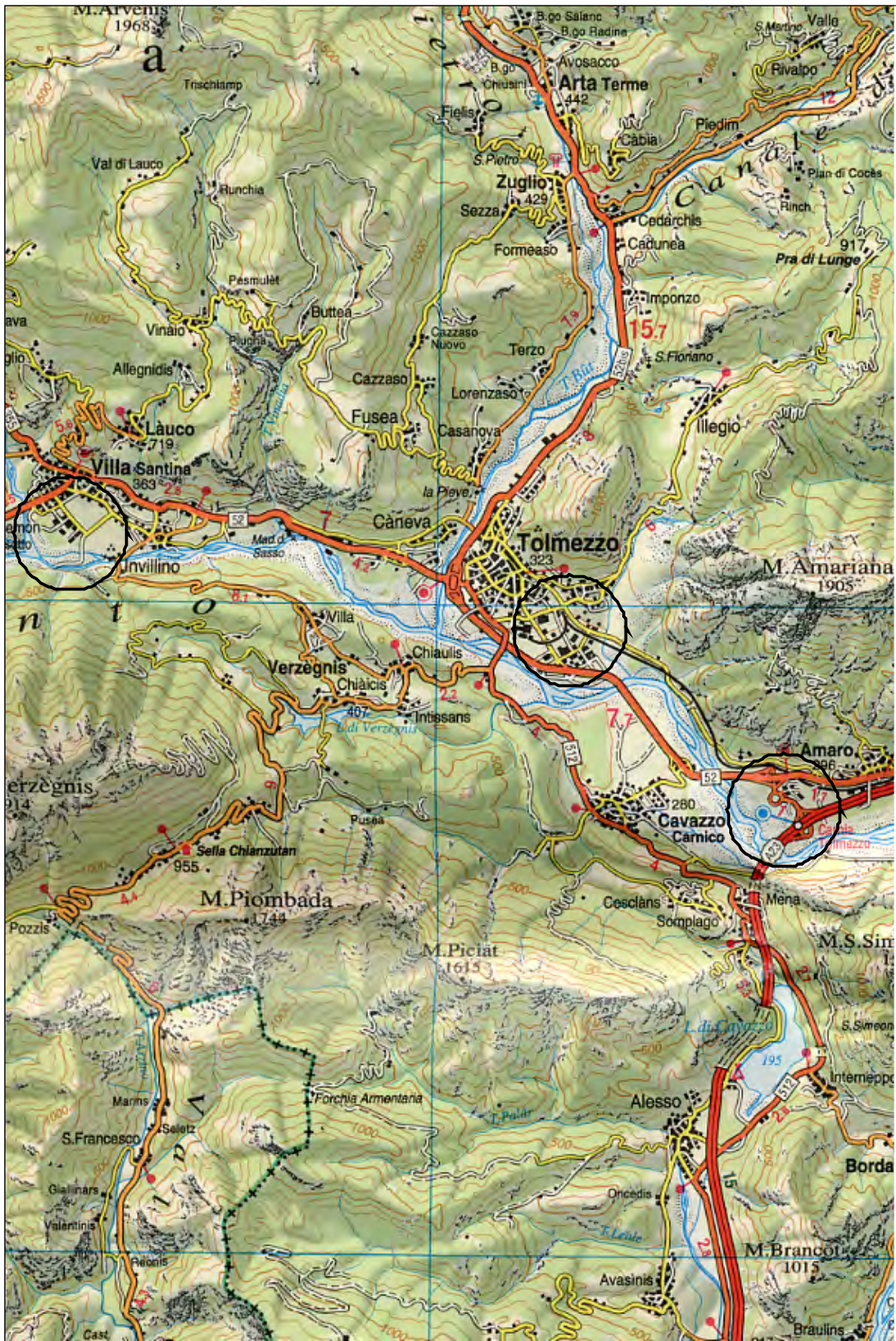
Planimetria (scala 1:5000)

Indagini geognostiche

Documentazione fotografica

# COROGRAFIA

scala 1 : 100.000



## SONDAGGI ELETTRICI VERTICALI

TIPOLOGIA: sondaggio elettrico verticale					
UBICAZIONE: Comune di Amaro					
QUOTA: piano di campagna					
RIFERIMENTO: 4					
FONTE DATI: Studio geologico per il P.R.G.C., dott. geol. C. De Crignis, 1996					
da metri	a metri	descrizione stratigrafica	spessore (m)	resistività' ( $\Omega$ m)	note
0,0	1,0	limi con sabbia e ghiaia	1,0	106	suolo superficiale
1,0	1,5	ghiaie sabbioso - limose	0,5	535	
1,5	4,0	ghiaie sabbiose	2,5	1220	
4,0		ghiaie sabbioso - limose		911	

TIPOLOGIA: sondaggio elettrico verticale					
UBICAZIONE: Comune di Amaro					
QUOTA: piano di campagna					
RIFERIMENTO: 5					
FONTE DATI: Studio geologico per il P.R.G.C., dott. geol. C. De Crignis, 1996					
da metri	a metri	descrizione stratigrafica	spessore (m)	resistività' ( $\Omega$ m)	note
0,0	0,5	sabbie - limose	0,5	313	suolo superficiale
0,5	2,0	ghiaie sabbioso - limose	1,5	778	
2,0	8,0	ghiaie sabbiose - limose	6,0	462	
8,0	14,0	ghiaie sabbiose	6,0	1118	
14,0		ghiaie sabbiose		230	probabile presenza d'acqua

TIPOLOGIA: sondaggio elettrico verticale					
UBICAZIONE: Comune di Amaro					
QUOTA: piano di campagna					
RIFERIMENTO: <b>6</b>					
FONTE DATI: Studio geologico per il P.R.G.C., dott. geol. C. De Crignis, 1996					
da metri	a metri	descrizione stratigrafica	spessore (m)	resistività' ( $\Omega$ m)	note
0.0	2,0	ghiaia sabbiosa	2,0	904	suolo superficiale
2,0	6,5	ghiaie sabbioso - limose	4,5	1717	
6,5	8,5	ghiaie sabbioso - limose	2,0	442	
8,5	15,5	ghiaie sabbioso - limose	7,0	132	probabile presenza d'acqua
15,5		ghiaie sabbioso-limose		398	

TIPOLOGIA: sondaggio elettrico verticale					
UBICAZIONE: Comune di Amaro					
QUOTA: piano di campagna					
RIFERIMENTO: <b>7</b>					
FONTE DATI: Studio geologico per il P.R.G.C., dott. geol. C. De Crignis, 1996					
da metri	a metri	descrizione stratigrafica	spessore (m)	resistività' ( $\Omega$ m)	note
0.0	1,0	ghiaie sabbioso - limosa	1,0	985	suolo superficiale
1,0	2,0	ghiaie ciottolosa	1,0	2250	
2,0	12,0	ghiaie sabbioso - limose	10,0	758	
12,0		ghiaie sabbioso - limose		319	

TIPOLOGIA: sondaggio elettrico verticale					
UBICAZIONE: Comune di Amaro					
QUOTA: piano di campagna					
RIFERIMENTO: <b>8</b>					
FONTE DATI: Studio geologico per il P.R.G.C., dott. geol. C. De Crignis, 1996					
da metri	a metri	descrizione stratigrafica	spessore (m)	resistività' ( $\Omega$ m)	note
0.0	1,0	ghiaie sabbiose - limose	1,0	721	suolo superficiale
1,0	4,0	ghiaie ciottolose	3,0	2306	
4,0		ghiaie sabbiose - limose		446	

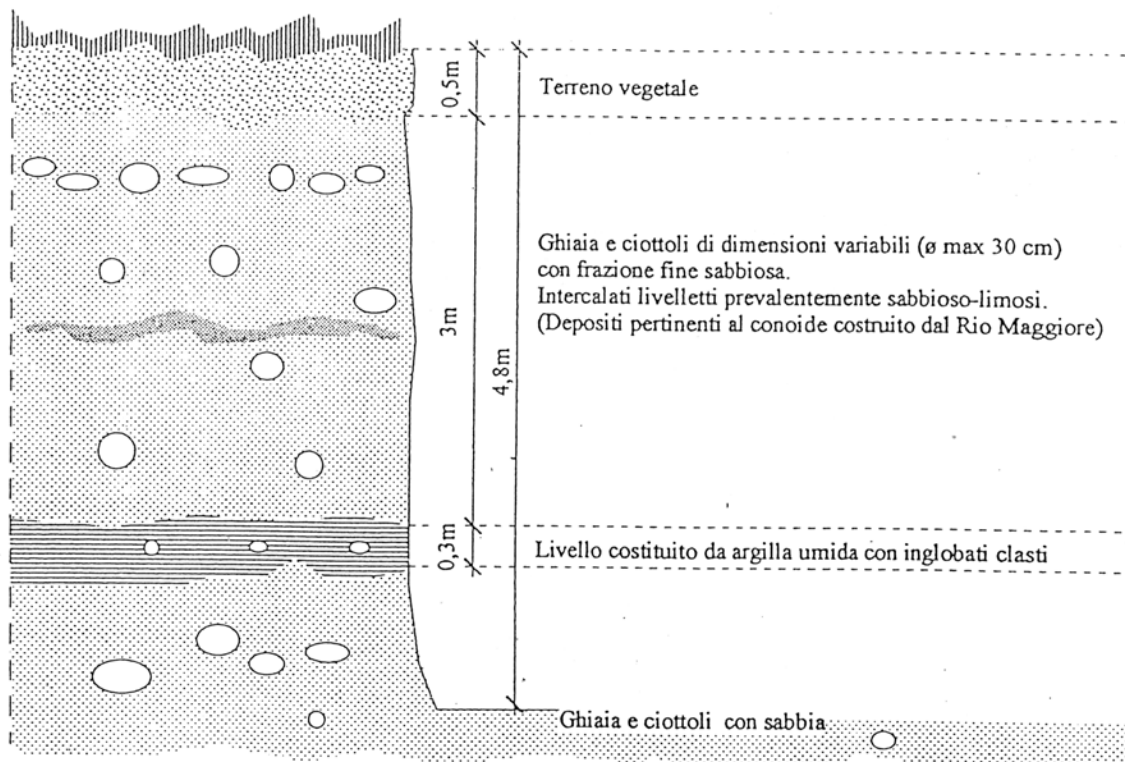
TIPOLOGIA: sondaggio elettrico verticale					
UBICAZIONE: Comune di Amaro					
QUOTA: piano di campagna					
RIFERIMENTO: <b>9</b>					
FONTE DATI: Studio geologico per il P.R.G.C., dott. geol. C. De Crignis, 1996					
da metri	a metri	descrizione stratigrafica	spessore (m)	resistività' ( $\Omega$ m)	note
0,0	1,5	ghiaie sabbioso - limose	1,5	494	suolo superficiale
1,5	10,0	ghiaie sabbioso - limose	8,5	844	
10,0		ghiaie sabbiose - limose		214	

TIPOLOGIA: sondaggio elettrico verticale					
UBICAZIONE: Comune di Amaro					
QUOTA: piano di campagna					
RIFERIMENTO: <b>16</b>					
FONTE DATI: Studio geologico per il P.R.G.C., dott. geol. C. De Crignis, 1996					
da metri	a metri	descrizione stratigrafica	spessore (m)	resistività' ( $\Omega$ m)	note
0,0	0,5	ghiaie sabbiose - limose	0,5	489	
0,5	1,5	ghiaie sabbioso-ciottolose	1,0	1691	
1,5	7,0	ghiaie sabbiose	5,5	1000	
7,0		ghiaie sabbiose		1630	

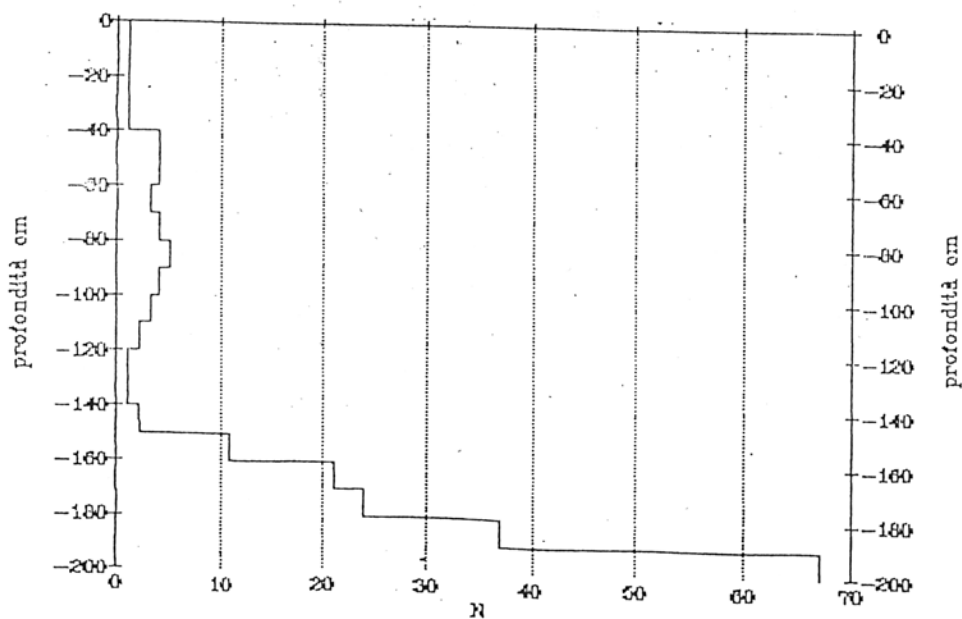
## SONDAGGI SISMICI

TIPOLOGIA: sondaggio sismico				
UBICAZIONE: Comune di Amaro				
QUOTA: piano di campagna				
RIFERIMENTO: 5				
FONTE DATI: Studio geologico per il P.R.G.C., dott. geol. C. De Crignis, 1996				
velocità delle onde longitudinali P (m/s)	da m	a m	spessore (m)	descrizione stratigrafica
344	0,00	5,5	5,5	ghiaie-sabbiose poco addensate
1900	5,5			ghiaie-sabbiose

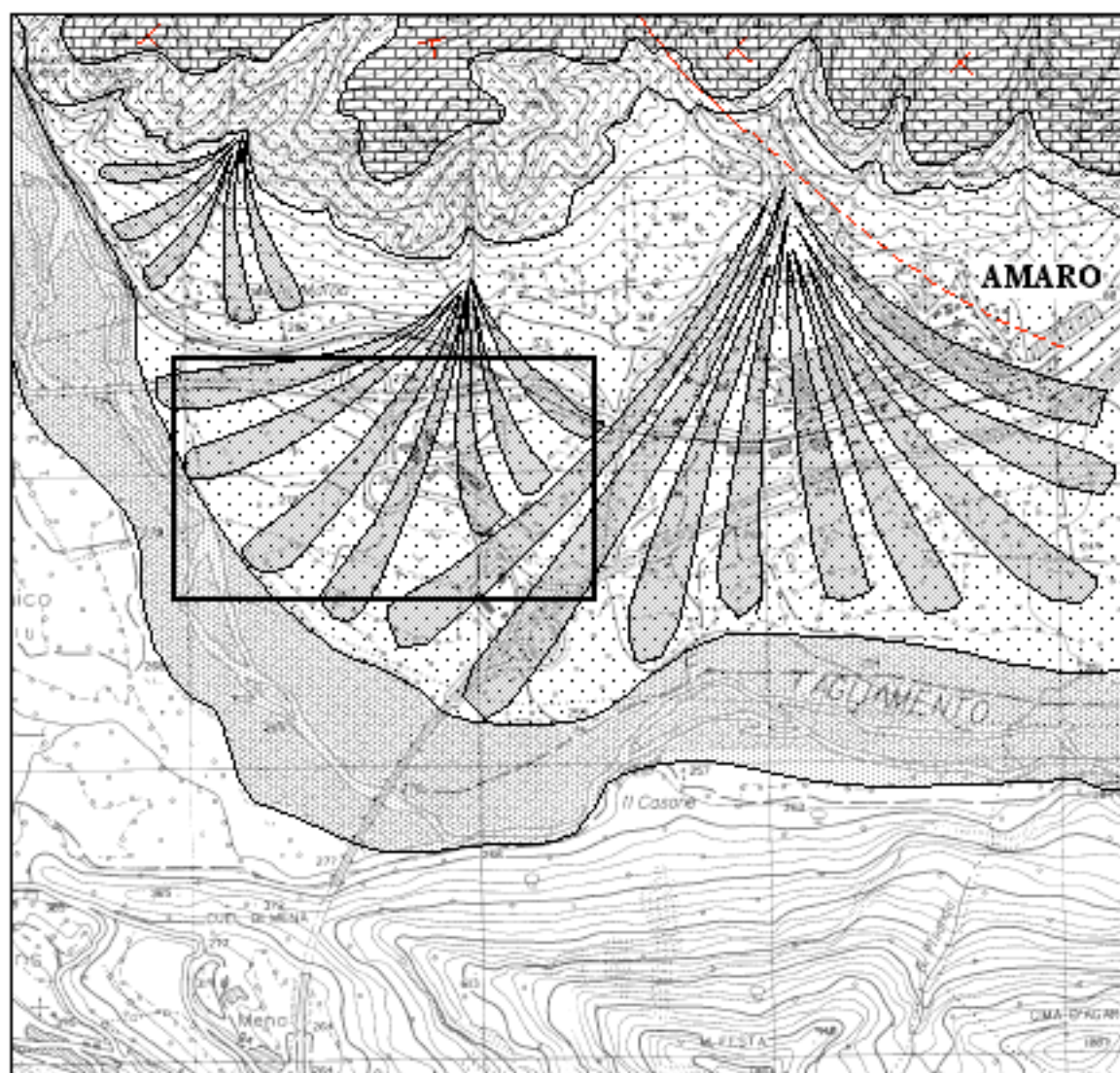
## SCAVO FONDAZIONALE N. 1



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N. 2



## CARTA GEOLITOLOGICA - ZONA INDUSTRIALE DI AMARO



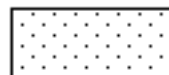
scala 1:25.000 (C.T.R.N. tavola 049 - NO Venzona)



Conoidi di deiezione



Depositi alluvionali ghiaioso, ciottolosi e sabbiosi dell'alveo attuale del Fiume Tagliamento



Depositi alluvionali ghiaioso-ciottolosi pertinenti alla rete idrografica minore e all'antico alveo del Fiume Tagliamento



Depositi detritici di falda e frana prevalentemente grossolani



Masse rocciose costituite da calcari e dolomie

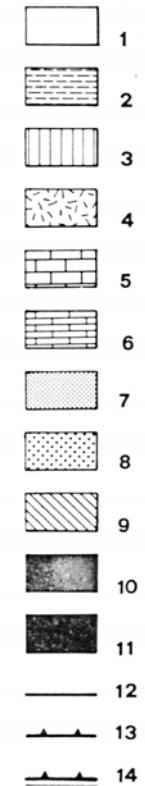
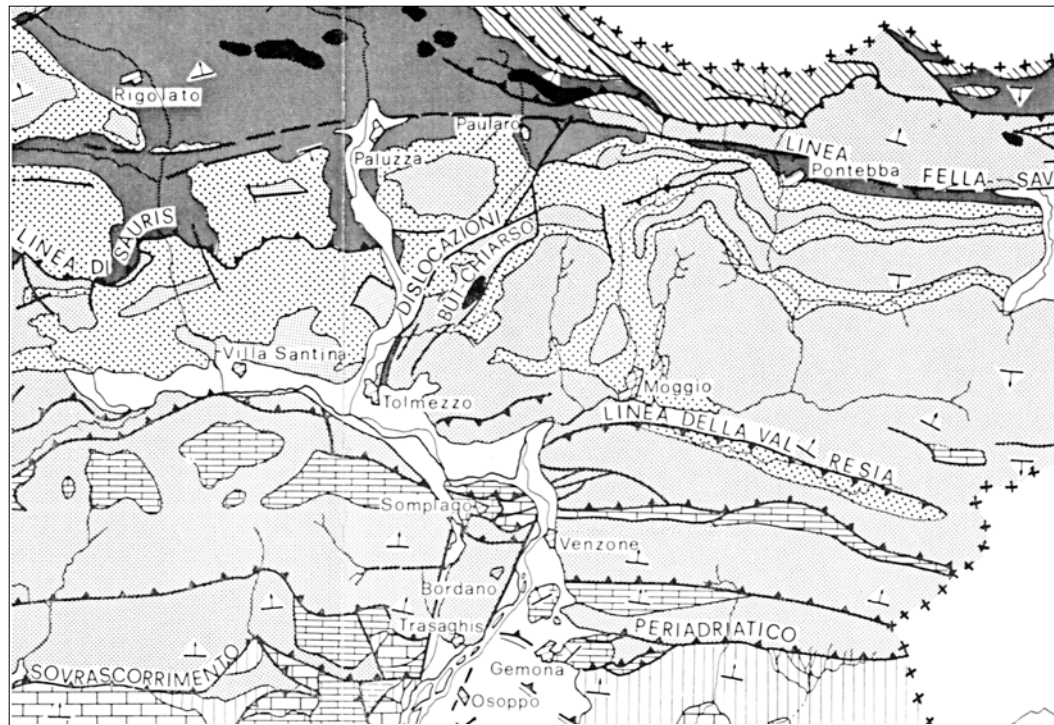


Faglie



Giacitura della stratificazione

**CARTA GEOLOGICA SEMPLIFICATA - Scala 1: 400.000**  
(DA B. MARTINIS - 1977)



1) Quaternario; 2) Miocene-Oligocene: depositi clastici; 3) Eocene-Paleocene: Flysch; 4) Eocene-Paleocene: calcari del Carso; 5) Cretacico: calcari di piattaforma; 6) Giurassico: calcari in prevalenza selciferi ed oolitici; 7) Triassico: dolomie e calcari dolomitici in prevalenza; 8) Triassico: arenarie e marne in prevalenza, evaporiti; 9) Paleozoico: calcari in prevalenza; 10) Paleozoico: argilliti, siltiti ed arenarie; 11) Rocce ignee: vulcaniti; 12) faglia principale; 13) sovrascorrimento; 14) sovrascorrimento o faglia inversa sepolti.

Simplified geological map of Friuli-Venezia Giulia Region. 1) Quaternary deposits; 2) Miocene-Oligocene: terrigenous units; 3) Eocene-Paleocene: Flysch; 4) Eocene-Paleocene: Karst limestones; 5) Cretaceous: platform limestones; 6) Jurassic: chert and oolitic limestones; 7) Triassic: dolomite and dolomitic limestones; 8) Triassic: sandstones, marls and evaporites; 9) Paleozoic: limestones; 10) Paleozoic: argillites, siltstones and sandstones; 11) Igneous rocks: volcanics; 12) main fault; 13) overthrust; 14) buried overthrust and reverse fault.



Fronte dell'ampio e profondo scavo realizzato in sponda destra del Rio Maggiore nella zona industriale di Amaro; le scarpate naturali delle ghiaie sono inclinate di  $35^\circ$  sull'orizzonte

**Zona industriale di Amaro**

Le arginature che difendono le zone industriali di Amaro, Tolmezzo e Villa Santina



**Zone industriali di Amaro, Tolmezzo e Villa Santina**