



**Comune di Acquasparta**

**Regione Umbria - Provincia di Terni**

Corso Umberto I - Acquasparta - CAP 05021 - Tel. 0744-944811 - Fax 0744-944420

Codice Fiscale 80005310554 - cod. ISTAT: 055001; e-mail: [urbanistica@comune.acquasparta.tr.it](mailto:urbanistica@comune.acquasparta.tr.it) -

# PIANO REGOLATORE GENERALE

## VARIANTE PARZIALE PARTE STRUTTURALE E OPERATIVA

ai sensi dell'art. 32 della L.R. 28 gennaio 2015 n. 1

### Ufficio Edilizia Urbanistica

dott. FABIO FRAIOLI architetto  
(Responsabile del Procedimento)

### Gruppo di Progettazione (RTP)

dott. MIRO VIRILI architetto  
dott. Sandro Trastutli geologo  
dott. P. Carcascio geologo  
dott. F. Listanti geologo

### Collaboratori

# E

## Relazione Geologica Idrogeologica, idraulica e sismica

Art. 109 del R.R. n. 2/2015

Rev. 1 – aprile 2020



**RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI**

**Studio tecnico associato Sandro Trastulli e Miro Virili architetto**

✉ via Aldo Bartocci 14/C; email: [sandro.trastulli@studiotrastulli.it](mailto:sandro.trastulli@studiotrastulli.it); [miro.virili@gmail.com](mailto:miro.virili@gmail.com);

☎ tel. n. 0744 286860 fax n. 0744 227693 – cell. Virili M. 335 541586;



**COMUNE DI ACQUASPARTA**  
Corso Umberto I – 05021 Acquasparta (TR)

**VARIANTE PARZIALE AL**  
**PIANO REGOLATORE GENERALE**  
**PARTE STRUTTURALE E OPERATIVA**

# **Relazione Geologica**

## **INDICE**

<b>1. – PREMESSA</b>	pg.3
<b>2. – QUADRO GEOLOGICO GENERALE</b>	pg.4
<b>2.1 – Litologie presenti</b>	pg.8
<b>2.2 – Descrizione dei tipi litologici</b>	pg.8
<b>2.3 – Assetto strutturale</b>	pg.11
<b>3. – ASSETTO MORFOLOGICO</b>	pg.14
<b>4. – QUADRO IDROGEOLOGICO GENERALE</b>	pg.15
<b>4.1 – Lineamenti idrogeologici generali</b>	pg.15
<b>4.2 – Complessi idrogeologici</b>	pg.16
<b>4.3 – Considerazioni sulla circolazione idrica sotterranea</b>	pg.18
<b>5. – ASSETTO IDRAULICO</b>	pg.20
<b>6. – ELEMENTI DI MICROZONAZIONE SISMICA</b>	pg.21
<b>7. – CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE ED IDRAULICHE, RELATIVE ALLE AREE INTERESSATE DALLE RICHIESTE DI MODIFICA PERVENUTE</b>	pg.24
<b>SETTORE OCCIDENTALE</b>	pg.24
<b>SETTORE CENTRALE</b>	pg.34
<b>SETTORE ORIENTALE</b>	pg.44

**Allegato 1: RELAZIONE SULLA STABILITA' DEL PENDIO LOC.  
CASIGLIANO - (SCHEDA 044) RELAZIONE ILLUSTRATIVA - IN  
RISPOSTA AL PARERE DEL SERVIZIO GEOLOGICO DELLA REGIONE  
UMBRIA**



**COMUNE DI ACQUASPARTA**  
Corso Umberto I – 05021 Acquasparta (TR)

# Relazione Geologica

## 1. - PREMESSA

In ottemperanza all'*art.32 della Legge Regionale 21 gennaio 2015, n.1 (TESTO UNICO GOVERNO EL TERRITORIO E MATERIE CORRELATE)*, viene rimesso il presente Elaborato a corredo della **VARIANTE PARZIALE PARTE STRUTTURALE E OPERATIVA**, dello Strumento Urbanistico vigente (P.R.G.) del Comune di Acquasparta; questo, ha lo scopo di fornire indicazioni in merito agli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici ed idraulici nonché gli elementi di microzonazione sismica, di cui alla D.G.R. 377/2010 (Criteri per l'esecuzione degli studi di microzonazione sismica), di pertinenza della Parte Strutturale e di rinvio alla Parte Operativa ed alla fase attuativa, relativa alle condizioni e previsioni territoriali, con le cartografie tematiche.

I risultati delle indagini conoscitive svolte, hanno avuto la finalità di:

1. fornire un quadro completo delle condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del territorio esaminato;
2. fornire indicazioni in merito ai processi evolutivi dei versanti al fine di verificarne la vulnerabilità;
3. fornire eventuali indicazioni in merito a quelle porzioni del territorio che necessitano d'interventi di bonifica, di riqualificazione o di difesa dal rischio idrogeologico;
4. verificare la pericolosità sismica locale sulla scorta degli studi effettuati a corredo del vigente P.R.G. (carta delle amplificazioni sismiche locali e carta delle microzone macro aree), e quelli successivi di MZS di primo e secondo livello, realizzati a corredo di una precedente variante, grazie all'erogazione di fondi economici da parte della Regione dell'Umbria con *D.D. n.251 del 19.01.2012*, ai sensi della D.G.R. n.452/11 – *Programma per l'utilizzo delle risorse finanziarie di cui all'OPCM 397/10*" e in ugual misura dall'Amministrazione Comunale;

5. verificare la vulnerabilità delle georisorse intese come acque sotterranee ed attività estrattive, in relazione anche alle loro modalità di sfruttamento;
6. verificare la zonizzazione del territorio comunale in funzione dell'idoneità alla destinazione urbanistica in riferimento alle richieste di modifica presentate.

## **2. – QUADRO GEOLOGICO GENERALE**

Il territorio comunale di Acquasparta è delimitato dalle dorsali montuose dei Monti Martani ad E e dei Monti di Amelia a W mentre a N e a S, il territorio comunale si protrae verso la pianura di Todi e la Cona Ternana

Tale area costituisce una parte del settore meridionale di un vasto bacino sedimentario avente una estensione di circa 1800 Km<sup>2</sup> e denominato Bacino Tiberino. Il Bacino Tiberino era un bacino intermontano posto nel settore orientale della catena appenninica e formatosi nel Pliocene a seguito di una tettonica distensiva, che causa la frammentazione della catena stessa.

I nuclei carbonatici delle due dorsali emergono dai depositi terrigeni del Dominio Umbro interno a W dei rilievi dell'Appennino centrale Umbro-Marchigiano; questi, sono costituiti da una catena a convessità orientale formata da pieghe e sovrascorrimenti che hanno deformato e traslato verso E-NE un multilayer sedimentario con forte contrasto di competenza. Tale settore dell'Appennino, fu coinvolto nell'orogenesi Ercinica solo a partire dal Miocene medio.

Queste formazioni sono seguite da una successione pelagica ed emipelagica di età compresa tra il Lias medio e il Miocene medio, quest'ultima si presenta ben stratificata, costituita da varie alternanze di calcari, calcarei silicei, calcari marnosi e marne con spessori variabili tra 1200 e 1700 m, in relazione alla presenza di variazioni di spessore accumulate durante eventi tettonici sinsedimentari (soprattutto giurassici e cretaci).

In questo intervallo di tempo, l'Appennino Umbro-Marchigiano entrò in regime orogenetico; il progressivo corrugamento modificò continuamente la morfologia dei fondali ed esercitò uno stretto controllo sulla sedimentazione.

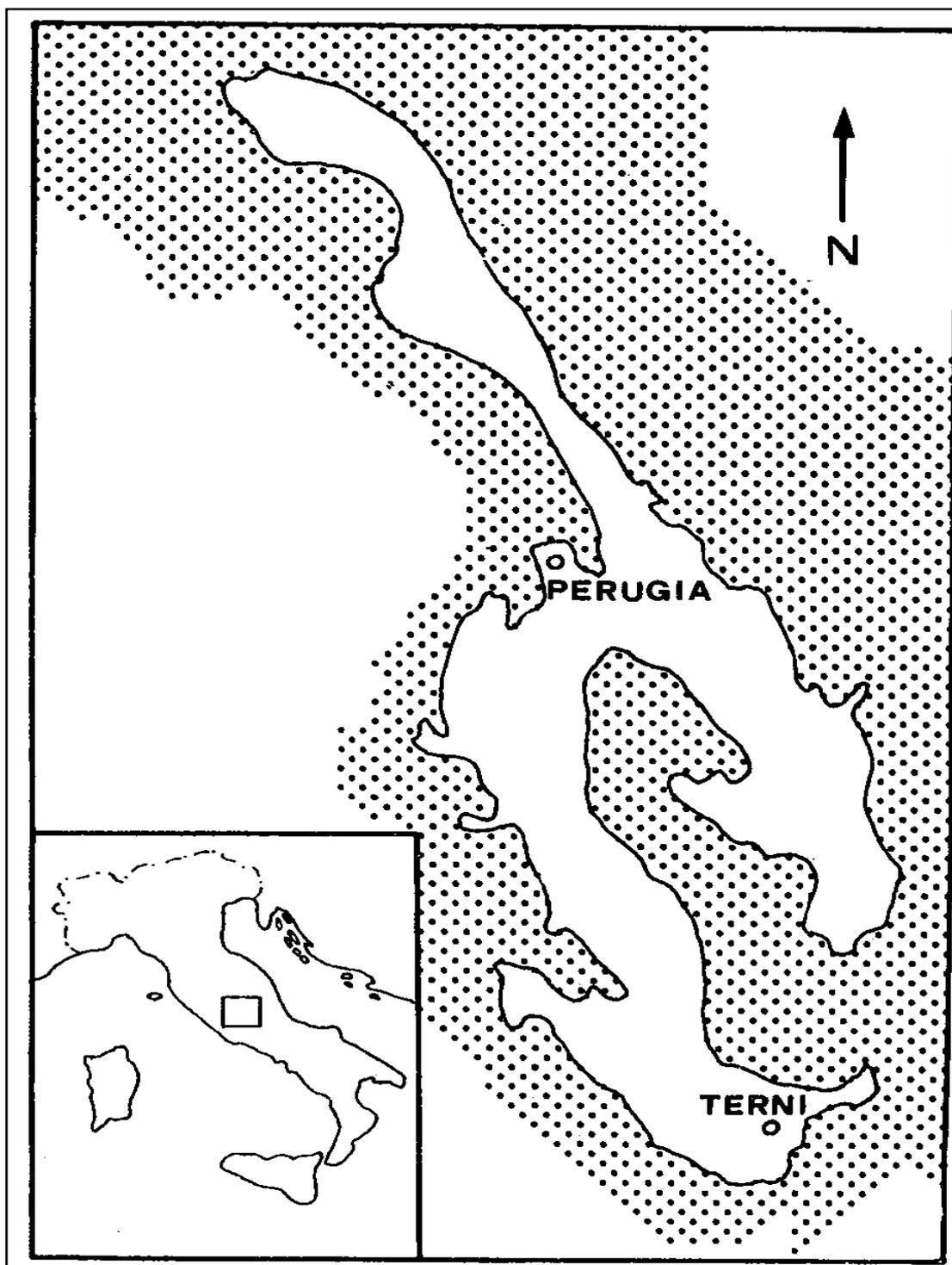
Le prime fasi del corrugamento furono accompagnate dalla individuazione di bacini di avanfossa, orientali in senso appenninico, che si spostarono progressivamente verso E a spese dell'avampaese. Le successioni sedimentarie che si deposero in questi bacini sono caratterizzate dalla presenza di elevati spessori di torbiditi silico-clastiche spessi 2000-3000 m, appartenenti ad un bacino d'avanfossa migrante verso NE e

corrispondente con l'avanzamento della fase tettonica compressiva lungo la stessa direzione (Formazione marnoso-arenacea, Burdigaliano p.p -Tortoniano inf.).

La catena appenninica Umbro-Marchigiana si è formata nell'intervallo Miocene sup.-Pliocene, inizialmente si è avuta la formazione delle dorsali più interne e successivamente la deformazione è migrata verso NE formando le strutture più esterne; l'unità strutturale Narnese-Amerina rappresenta una delle prime dorsali umbre formatesi a seguito dell'orogenesi appenninica. E' poi avvenuta la riattivazione del sovrascorrimento di Narni con traslazione dell'unità Narnese-Amerina sulle unità già strutturate dei M. Martani e dei M. Sabini, tra il Messiniano sup. ed il Pliocene inf.

Contemporaneamente alla migrazione della compressione verso NE, una fase distensiva inizia ad interessare l'area di catena a partire dal Pliocene medio - sup. con un sistema di faglie dirette aventi direzione NW - SE. Questa fase distensiva ha causato la formazione delle principali depressioni dell'Italia centrale, orientate in direzione NW-SE; quest'ultime sono state successivamente interessate da sedimentazione continentale prevalentemente fluvio-lacustre.

Una delle maggiori depressioni dell'Italia centrale è il bacino Tiberino che taglia da N a S l'Umbria, per una lunghezza complessiva di 120 km ed una larghezza media di 10 km; essa si sviluppa dall'alta valle del Tevere e all'altezza di Perugia si divide in due rami, uno sud-orientale fino a Spoleto ed uno sud-occidentale fino a Terni (Fig.1).



*Fig.1: Ubicazione dell'area studiata. "Lago Tiberino" in bianco le formazioni Appenniniche corrugate puntinato*

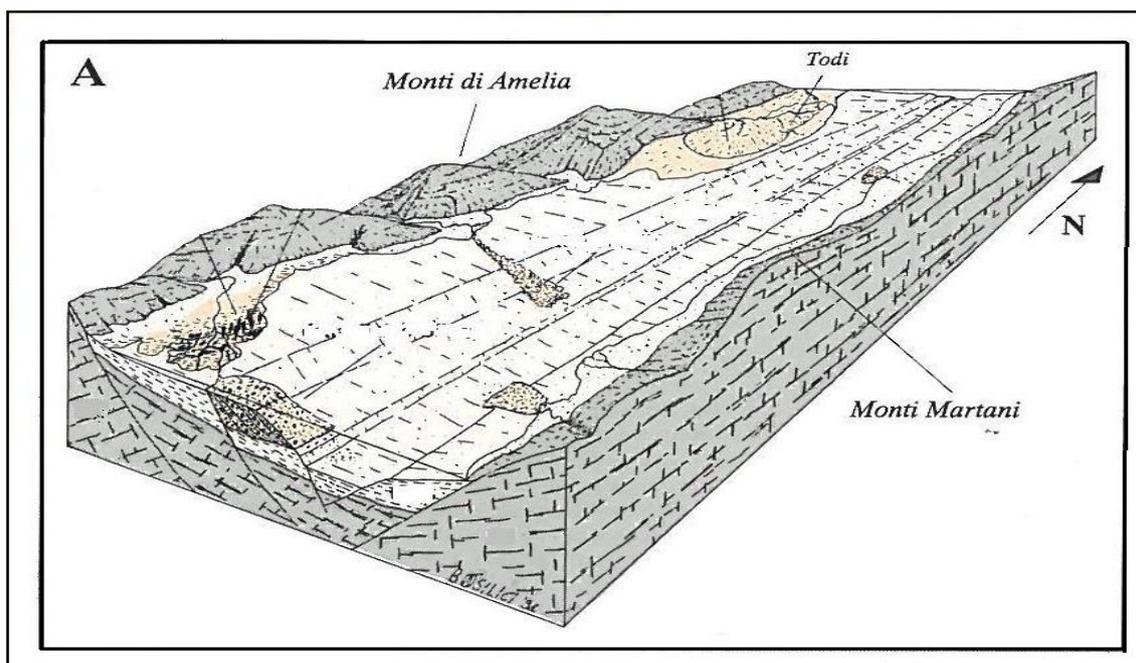
L'ambiente di sedimentazione all'interno del Bacino Tiberino risulta non essere omogeneo, si osservano passaggi laterali e verticali tra depositi lacustri, palustri, deltizi e di piana alluvionale. Studi sedimentologici sono stati condotti da *Basilici (1993)* nel settore meridionale del ramo sud-occidentale in cui sono state distinte quattro unità litostratigrafiche. La più antica è l'Unità di Fosso Bianco (UFB) indicante un ambiente di sedimentazione lacustre profondo databile al Pliocene inf., è costituita da materiali

argillosi associati a corpi deltizi ghiaioso - sabbiosi sedimentatisi in corrispondenza del bordo del bacino. Segue l'Unità di Ponte Naia (UPN) riconducibile ad un corpo di conoide alluvionale.

In discordanza angolare su entrambe le formazioni precedenti si è deposta l'Unità di S. Maria di Ciciliano (USMC), attribuibile al Pleistocene inf., i cui depositi si sono formati in un ambiente di piana alluvionale. In continuità stratigrafica con l'Unità di S. Maria di Ciciliano è stata osservata l'Unità di Acquasparta (UA), costituita da depositi definibili come travertini s.s., formati in ambiente lacustre e palustre e indicanti, in alcuni casi, condizioni di emersione; l'età di tali depositi è presumibilmente ricollegabile al Pleistocene inf.\_

La storia post-ercinica della nostra Regione e quindi del territorio in esame, può essere ricondotta a tre principali momenti vale a dire:

- tra il Trias e il Miocene prevalse la sedimentazione in aree subsidenti che andavano ad articolarsi anche in modo complesso;
- tra il Miocene e l'Attuale prevalse la deformazione tettonica che generò l'Appennino Umbro-Marchigiano e condizionò in modo più diretto la sedimentazione;
- nel Quaternario dominò la morfogenesi che sovrappose processi tettonici e sedimentari.



**Fig.2:** Assetto paleogeografico del ramo sud-occidentale del Bacino Tiberino (Basilici 1993)

## ***2.1 – Litologie presenti***

Dai risultati del rilievo geologico-strutturale condotto da altri *Autori* in occasione degli studi di settore svolti a corredo del vigente P.R.G. Parte Strutturale e materializzati nell'elaborato grafico “*Tav. G1 PS – Carta Geologica*”, è possibile distinguere tre macro aree caratterizzate dall'affioramento di differenti “tipi litologici”, depositisi in diversi momenti e in diversi ambienti deposizionali. Infatti, prendendo come riferimento la valle del Torrente Naia che taglia da sud a nord l'intero territorio comunale, è possibile osservare che nell'estremo settore occidentale affiorano i termini fluvio-lacustri del Bacino Tiberino, nel settore centrale quelli relativi alla deposizione continentale e nel settore orientale, quelli del complesso carbonatico umbro.

## ***2.2 – Descrizione dei tipi litologici***

**DEPOSITI ALLUVIONALI:** costituiti prevalentemente da limi e limi-argillosi, risultano essere in rapporto con la morfologia e la dinamica attuali. Sono rappresentate principalmente dalle alluvioni del Torrente Naia e di alcuni suoi tributari minori.

PLEISTOCENE – OLOCENE

**DEPOSITI CONTINENTALI E FLUVIO-LACUSTRI DEL BACINO TIBERINO:** questo complesso comprende sei unità litologiche differenti, ossia: a) Detriti di Falda, b) Coltre Eluvio-Colluviale, c) Terre Rosse, d) Vulcaniti, e) Unità di Acquasparta, f) Depositi fluvio-lacustri del Bacino Tiberino.

***Detriti di Falda:*** depositi essenzialmente gravitativi a granulometria variabile dai ben classati a fortemente eterometrici con clasti a spigoli vivi. Depositi in rapporto con la morfologia attuale.

OLOCENE

***Coltre Eluvio-Colluviale:*** depositi essenzialmente fini con clasti di varie dimensioni provenienti dal disfacimento delle rocce del substrato accumulati in posto (*Eluvium*), o sedimentati sul versante per trasporto di massa e/o ruscellamento diffuso (*Colluvium*).

PLEISTOCENE – OLOCENE

***Terre Rosse:*** composte da depositi residuali a matrice limoso-argillosa di colore rosso talora frammisti a matrice calcareo detritica, proveniente dall'alterazione e dalla dissoluzione dei carbonati.

PLEISTOCENE – OLOCENE

***Vulcaniti:*** le piroclastiti di Acquasparta formano un plateau piroclastico che si allunga a partire da Massa Martana (a N di Acquasparta), per circa 10 Km. Lo spessore di detti materiali è di 10-25 m.

PLEISTOCENE inf.

***Unità di Acquasparta:*** depositi carbonatici e travertinosi, questa Unità è possibile suddividerla in due facies: depositi calcarei non cementati (sabbie e limi calcarei, sabbie travertinose s.l.), e depositi calcarei cementati (travertino s.l.). Lo spessore della Formazione è di almeno 80-100 m.

PLEISTOCENE inf.

**Depositi fluvio-lacustri del Bacino Tiberino:** questo complesso comprende una unità litologica di origine fluvio-lacustre, depostasi nella grande depressione neotettonica conosciuta in letteratura come “Bacino Tiberino”; nello specifico, tale termine è rappresentato dalla Unità di Santa Maria in Ciciliano.

***Unità di Santa Maria in Ciciliano:*** è caratterizzata da limi argillosi e argille limose intercalati da importanti corpi sabbiosi le cui strutture sedimentarie suggeriscono un ambiente meandri forme con canali fluviali e pianure di inondazione, e limi sabbiosi frammisti a detrito di falda.

PLEISTOCENE inf.

**SUCCESSIONI PELAGICHE E TORBIDITICHE:** Nel Miocene, l’Appennino Umbro-Marchigiano entrò in regime orogenico; il progressivo corrugamento modificò continuamente la morfologia dei fondali ed esercitò uno stretto controllo sulla sedimentazione. Le prime fasi del corrugamento furono accompagnate dalla individuazione di bacini di avanfossa, orientati in senso appenninico, che si spostarono progressivamente verso E a spesse dell’avampaese. Le successioni sedimentarie che si deposero in questi bacini sono caratterizzate dalla presenza di elevati spessori di torbiditi.

***Schlier:*** si tratta in sostanza di marne e marne argillose grigio plumbee, con rare intercalazioni di calcareniti decimetriche. In questa formazione riscompare nuovamente la selce e il passaggio con la sottostante formazione del Bisciario avviene gradualmente in un intervallo di circa 10 - 15 metri.

***Bisciario:*** calcari marnosi grigio scuri e marne grigie, nella parte bassa si è riscontrata la presenza di strati di selce nera e sottili intercalazioni di vulcano-clastiti più frequenti nella porzione inferiore; in essa sono presenti foraminiferi planctonici.  
AQUITANIANO sup. - BURDIGALIANO p.p.

**COMPLESSO CARBONATICO UMBRO:** le formazioni appartenenti a questo complesso tutte riconducibili alla grande successione litologico-sedimentaria Umbro-Marchigiana, affiorano essenzialmente nel settore orientale del comprensorio comunale lungo il margine della dorsale dei Monti Martani. Queste Unità vengono di seguito descritte partendo dai termini più “recenti”, verso quelli più “antichi”:

***Scaglia cinerea:*** marne e marne argillose grigio-verdi o grigio-cenere, alternate alla base con calcari marnosi grigi in strati con spessore da centimetrino a decimetrico; localmente si riscontrano intercalazioni di calcareniti grigie in strati di 10-60 cm.

EOCENE sup. – AQUITANIANO inf.

***Scaglia Variegata:*** calcari marnosi rosati o biancastri, in regolari alternanze cromatiche, in strati al massimo di 20 cm, a frattura scheggiata, alternati ad orizzonti di marne argillose. Passaggio alla sottostante Scaglia Rossa abbastanza graduale, con diminuzione progressiva della componente argillosa, aumento dello spessore medio degli strati e omogeneizzazione del colore sui toni del rosso. Contiene foraminiferi planctonici e possiede uno spessore di circa 50 m.

EOCENE medio p.p. – EOCENE superiore p.p.

***Scaglia Rossa:*** calcari micritici rosati o biancastri, alternati a interstrati pelitici molto sottili. Liste e noduli di selce rosso-amaranto e rosa. Parte cretacea della formazione quasi esclusivamente calcarea e caratterizzata da strati più spessi (10-40 cm); parte paleogenica a strati più sottili e con intercalazioni marnoso-argillose relativamente più spesse, di un colore rosso-mattone più intenso di quello del calcare. Questa formazione presenta uno spessore di circa 100 m e contiene foraminiferi planctonici.

TURONIANO p.p. – EOCENE medio p.p.

***Scaglia Bianca:*** calcari micritici bianchi, in strati regolari di 10-25 cm con abbondanti liste di selce di selce che nella parte alta si presenta bruna, grigio-scura o nera. Presenta uno spessore di circa 50 m e contiene un livello bituminoso (livello Bonarelli) che presenta uno spessore di circa 1 m. Passaggio graduale alle Marne a Fucoidi.

ALBIANO p.p. – TURONIANO p.p.

***Marne a Fucoidi:*** marne, calcari marnosi, argille marnose sottilmente stratificati (10-30 cm) grigi, viola o verdastri con impronte organiche (Fucoidi, Condr.) alternati a interstrati pelitici spesso bituminosi di colore nerastro. La potenza della formazione non supera i 60 m. Passaggio graduale alla sottostante Maiolica. Contiene foraminiferi planctonici e radiolari.

APTIANO p.p. – ALBIANO p.p.

**Maiolica:** calcari micritici bianchi o grigio-chiari a frattura concoide, in strati regolari da sottili a medi (20-50 cm), contenenti liste e noduli di selce bruna o nera, talora con sottili interstrati argillosi grigio-neri, soprattutto verso il passaggio con la sovrastante formazione delle Marne a Fucoidi. Possiede uno spessore di circa 50 m.

TITONICO p.p. – APTIANO p.p.

**Calcari Diasprigni:** calcari selciferi, selci cornee, argilliti selciose di colore rosso-verdognolo o grigio a stratificazione molto sottile (pochi cm). La parte basale della formazione è costituita da calcari marnosi nocciola o grigiastri in strati dai 10 ai 30 cm, alternati a marne grigie, con resti filamentosi riferibili a lamellibranchi a guscio sottile del genere *Bositra* facilmente riconoscibili anche microscopicamente. Spessore di circa 70 m.

AALENIANO p.p. – TITONICO p.p.

**Rosso Ammonitico:** calcari e calcari marnosi rosa, rosso mattone o grigio-verdi, sottilmente stratificati a frequente struttura nodulare; spesso si presentano alternati ad argilliti o argille marnose. Passaggio netto con la Corniola sottostante, possiede uno spessore di 10-20 m. In questa formazione si rinvencono resti di ammoniti, bivalvi a guscio sottile e foraminiferi bentonici.

TOARCIANO – ALENIANO p.p.

**Corniola:** calcari micritici, regolarmente stratificati in strati di 20-50 cm, di colore grigio scuro a frattura concoide, e abbondante selce bruna o rossastra in liste e noduli, raramente intercalati a peliti verdastre, spesse alcuni centimetri e a livelli calcarenitici. Contiene foraminiferi bentonici, spicole di spugna, radiolari e Nanno plancton; il suo spessore è di circa 100 m.

LIAS medio

**Calcare Massiccio:** calcari mai stratificati o massivi di colore variabile dal bianco, al beige, fino al grigio scuro, composto da madstone, wackestone, packstone e greinstone con bioclasti e ooidi in facies di piattaforma carbonatica.

HETTANGIANO

### **2.3 – Assetto Strutturale**

L'area in esame ricade all'interno di un ambito che geologicamente appartiene al ramo sud-occidentale del Bacino Tiberino; questo immenso serbatoio sedimentario che taglia da N a S l'intera regione, all'altezza di Perugia si divideva in due rami: uno sud-occidentale, che attraverso Todi arriva fino alla Conca Ternana, ed uno sud-orientale, che giunge fino a Spoleto attraverso le valli del topino e della Marroggia.

La parte considerata in questo studio, è impostata su una depressione tettonica, allungata in direzione NNW-SSE. Il margine orientale è delimitato dalla faglia bordiera martana immergente verso W che si evidenzia sia in affioramento, che nei profili sismici; il margine occidentale presenta faglie, immergenti verso ENE, riconoscibili dall'esame dei limiti geometrici tra substrato pre-pliocenico e depositi plio-pleistocenici.

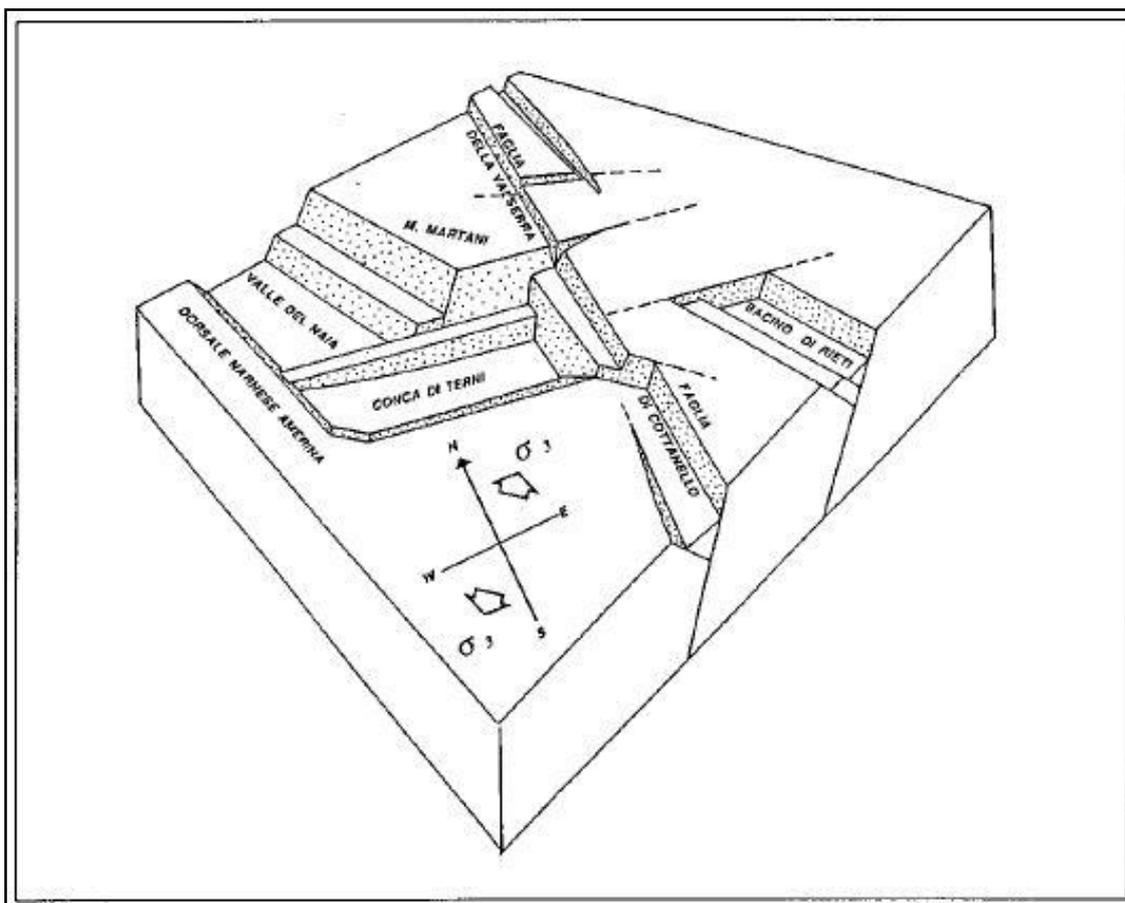
Le dorsali carbonatiche che delimitano i due fianchi (quella Narnese-amerina a W e quella Martana ad E) dell'area in parola, sono il risultato di una storia deformativa complessa articolata in due principali fasi tettoniche.

La fase compressiva, sviluppatasi presumibilmente fra il Langhiano ed il Tortoniano, porta alla formazione di pieghe e sovrascorrimenti, che producono un sensibile raccorciamento della successione carbonatica. Gli stadi terminale di questa fase deformativa oltre ad essere caratterizzati da un prevalere delle deformazioni traslative, su quelle plicative, determinano lo sviluppo di importanti faglie trascorrenti secondo i due principali sistemi NS $\pm$ 10 destro e N100 $\pm$ 10 sinistro.

La tettonica distensiva, le cui manifestazioni iniziali si collocano nel Pliocene inferiore (Basilici, 1993) si protrae fino a tutto il Pleistocene inferiore e, con minore intensità, anche successivamente: la ricorrente sismicità dell'area martana mostra infatti in anche tempi attuali una netta connotazione estensionale. Il principale effetto delle deformazioni distensive plio-quadernarie consiste nella formazione di importanti faglie dirette regionali e quindi, in definitiva, nella genesi dei graben e delle conche intermontane umbre. Lo sviluppo di faglie dirette regionali distensive di neo-formazione è accompagnato dalla riattivazione, con movimenti normali, di alcune delle pre-esistenti strutture trascorrenti.

L'anticlinale dei Monti Martani si configura con una tipica geometria a scatola "box fold", caratterizzata da un'ampia e piatta zona di cerniera ed un fianco orientale verticalizzato o rovesciato. Il fianco interno dell'anticlinale martana è complicato dalle deformazioni distensive associate alla faglia bordiera occidentale e dalla presenza del klippen di Calcere Massiccio appartenenti ad una unità strutturalmente più elevata. Quest'unità, la cui sovrapposizione si realizza secondo traiettorie complesse che decapitano l'anticlinale martana, è attualmente ribassata e sepolta entro il bacino del Naia-Tevere e probabilmente entro la conca di Terni. L'esistenza di diffuse rotazioni attorno ad assi verticali suggerisce che le deformazioni trascorrenti abbiano svolto un ruolo di primo piano nell'evoluzione tettonica dell'area. La forte rotazione antioraria dell'anticlinale martana, immediatamente ad E di Cesi, è infatti da attribuire al

trascinamento sinistro realizzatosi, lungo un sistema di faglie bordiere meridionali, durante la fase tettonica compressiva del Miocene medio-superiore. Si hanno numerose evidenze dirette ed indirette della riattivazione del suddetto sistema di linee tettoniche trascorrenti durante la fase estensionale Plio-Pleistocenica. I vettori di scorrimento relativi ai momenti deformativi più recenti sono infatti prevalentemente estensionale ed indicano una cinematica opposta rispetto a quella realizzatasi durante la fase compressiva. In particolare per l'intera faglia bordiera dei Monti Martani l'analisi mesostrutturale svolta lungo i due tratti principali mostra una sostanziale uniformità nelle direzioni di scorrimento. Un'interpretazione tridimensionale della geometria dell'area martana e delle strutture distensive dell'Umbria meridionale, in risposta ai processi descritti, è schematizzato nel diagramma della seguente Fig.3 (Brozzetti, 1993). Questo mostra l'interferenza fra i sistemi di faglie normali a direzione mediamente appenninica che delimitano la valle del Naia-Tevere e la Conca di Rieti con le strutture trascorrenti destre ad orientale ad orientazione circa N100 che bordano a N la Conca di Terni e la conca di Rieti, con le strutture trascorrenti sinistre a direzione circa NS, che corrispondono alla faglia sabina, dalla faglia di Cottanello a quella della Valserra.



**Fig.3:** Schema intercorrente tra i bacini distensivi e i sistemi di strutture trascorrenti

La tettonica ha quindi, contribuito a formare aree depresse asimmetriche, semi-graben, bordate da poche ma importanti faglie dirette immergenti verso W nel settore orientale (faglia bordiera dei Monti Martani), mentre il settore occidentale è caratterizzato da numerose faglie dirette antitetiche minori (coperte in parte o in toto dalla sedimentazione fluvio-Lacustre del Plio-Pleistocene).

Il settore centrale depresso e compreso fra le dorsali montuose, acquisisce carattere di depocentro con marcata velocità di sedimentazione, garantita da un lato da ingenti apporti detritici provenienti dal continuo smantellamento della Catena Appenninica e dall'altro, da una attiva tettonica distensiva che produce una forte subsidenza dell'area. In tale contesto geologico le strutture tettoniche esercitano un forte controllo sulla sedimentazione.

### **3. – ASSETTO MORFOLOGICO**

Lo scenario morfologico del territorio comunale è fortemente condizionato dall'assetto geologico-strutturale che lo caratterizza, infatti, prendendo a riferimento come limite naturale la stretta valle alluvionale del Torrente Naia, possiamo contraddistinguere due macro aree una a W e una ad E, che si raccordano dolcemente con le quote più basse.

Il torrente Naia rappresenta l'asse drenante del reticolo idrografico superficiale principale con un andamento da Sud a Nord. La restante parte del reticolo idrografico è dato da Fossi a carattere Stagionale con esclusione dei principali Fosso di Portaria e Fosso Martorelli che rappresentano i maggiori tributari oltre a locali sorgenti che confluiscono nel Naia stesso.

Appare comunque evidente che il Torrente Naia sia tuttora in evoluzione da un punto di vista morfologico, visto l'andamento meandriforme nella parte prossima all'abitato di Acquasparta fino alla località di santa Lucia. In questa zona, infatti, il torrente è "costretto" in una valle stretta delimitata dalla formazione del Travertino che offre una maggiore resistenza all'erosione laterale.

Il paesaggio quindi della pianura alluvionale del torrente Naia si presenta dolce senza particolari fenomeni di dissesto, mentre lungo il suo corso, sono individuate aree a rischio esondazione.

Il settore occidentale è contrassegnato dalla presenza in affioramento dei termini meno competenti delle Unità fluvio-lacustri del Bacino Tiberino; le forme arrotondate di tali rilievi che come si evince dalla *Tav. G2 PS – Carta Geomorfologica* non

superano i 400 m s.l.m., segnano il passaggio dalla zona di affioramento dei travertini (settore centrale), verso le sabbie e sabbie argillose.

In quest'area si registra la presenza di numerose forme di dissesto la maggior parte delle quali superficiali, concentrate nella zona compresa tra Rosaro e Casigliano.

Ad est della valle del Torrente Naia si passa attraverso una fascia pedemontana a dolce pendenza e denotata dalla presenza in affioramento di materiali detritici e da coltri di copertura di terreni vulcanici, ai rilievi carbonatici dei Monti Martani.

In questi luoghi, le pendenze aumentano notevolmente fornendo ad una parte del paesaggio montano, una morfologia aspra caratterizzata dalla presenza di balze rocciose e strette incisioni, che a luoghi possono mostrare fenomeni di instabilità, soprattutto nei termini più marnosi della successione Umbro-Marchigiana.

Sulle cime invece oramai appiattite dalla forte erosione ad opera degli agenti esogeni, si rinvengono forme tipiche della dissoluzione carsica (doline e conche intramontane).

#### **4. – QUADRO IDROGEOLOGICO GENERALE**

Nello studio idrogeologico si affrontano gli aspetti del territorio relativi alla circolazione delle acque sotterranee ed alla loro interazione con le acque superficiali. Lo scopo principale è quello di creare uno strumento adeguato per fornire la conoscenza delle risorse idriche sotterranee, della loro qualità, dei meccanismi che ne regolano la disponibilità e della loro sensibilità ad un eventuale inquinamento (*cf.*: Tav. G3 PS – *Carta dei Complessi Idrogeologici*).

##### ***4.1 - Lineamenti idrogeologici generali***

La prima distinzione di tipo idrogeologico operata sulle formazioni affioranti nel territorio comunale è stata fatta in base al “*complesso idrogeologico*” di appartenenza. Tale suddivisione ha tenuto conto dell'ambito geologico - stratigrafico e dell'omogeneità da un punto di vista delle caratteristiche litologiche e di quelle dell'ammasso roccioso (stratificazione, fratturazione), cioè delle caratteristiche che maggiormente influenzano il comportamento idrogeologico.

All'interno dei complessi è stata quindi operata una ulteriore suddivisione in base alla permeabilità delle singole formazioni in essa racchiuse.

In questo modo si è giunti all'individuazione di ambiti aventi caratteristiche confrontabili di permeabilità, di infiltrazione efficace ed infine di trasmissività.

Per quanto riguarda le unità litostratigrafiche continentali, fluvio-lacustri del Bacino Tiberino ed attuali il comportamento idrogeologico è determinato dall'assortimento granulometrico, dal grado di addensamento e dalla cementazione del deposito mentre nelle formazioni litoidi meso-cenozoiche, questo dipende dalla quantità reciproca di calcare e argilla, dunque dal grado di marnosità della formazione, oltre che dalla presenza e dal tipo di stratificazione e dalla fratturazione dell'ammasso roccioso.

#### ***4.2 - Complessi idrogeologici***

Si elencano ora i complessi idrogeologici individuati nella cartografia e le relative formazioni geologiche che ne fanno parte specificando per ciascuna di queste, il grado di permeabilità attribuito e una breve descrizione dei principali caratteri idrogeologici delle litologie descritte.

#### **COMPLESSO FLUVIO-LACUSTRE E DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI**

Depositi di falda	<i>permeabilità alta</i>
Coltre Eluvio-Colluviale	<i>permeabilità bassa</i>
Terre rosse	<i>permeabilità bassa</i>
Formazione di Acquasparta:	
Sabbie Travertinose	<i>permeabilità media</i>
Travertini litoidi	<i>permeabilità alta</i>
Formazione Santa Maria in Siciliano	<i>permeabilità media</i>
Depositi alluvionali	<i>permeabilità media</i>

I depositi Detritici rilevati hanno tutti una granulometria prevalentemente ghiaiosa o ghiaioso-sabbiosa quindi la classe di permeabilità è elevata.

I materiali che invece costituiscono i depositi Eluvio-Colluviali sono a componente principale argillosa o argillo-limosa, a causa dell'abbondanza di elementi residuali e pertanto, è possibile attribuirgli una permeabilità bassa.

Le Terre rosse derivanti dalla dissoluzione chimica della roccia madre, sono principalmente di origine argillosa o argillo-limosa e pertanto, anche a causa dell'abbondanza di elementi residuali, questi conferiscono all'unità una bassa permeabilità.

La formazione di Acquasparta è costituita prevalentemente da travertini terrosi con granulometria limo-sabbiosa che possiede una permeabilità primaria per porosità. La parte litoide della Formazione di aspetto prevalentemente massivo in strati da sottili

a medi, che in virtù del comportamento fragile in risposta agli sforzi tettonici, è caratterizzato da una permeabilità alta per fratturazione.

Le formazioni appartenenti al ciclo sedimentario del Bacino Tiberino qui rappresentate dall'Unità di Santa Maria di Ciciliano è costituita da granulometrie variabili, è caratterizzata da un grado di permeabilità medio.

Il valore della permeabilità dei depositi Alluvionali dipende solo dalla porosità, ovvero dalla presenza di vuoti comunicanti presenti tra i granuli. Questo valore è influenzato dalla grandezza dei granuli (diametro medio), dal loro grado di addensamento e dalla presenza o meno di materiale più fine (limo-argilloso) che impedisce il passaggio dell'acqua gravifica tra i vuoti presenti e abbassa quindi il valore della permeabilità, generalmente è possibile attribuire un valore medio di questo parametro.

### **COMPLESSO DEI DEPOSITI VULCANICI PLEISTOCENICI**

Il complesso vulcanico affiora esclusivamente lungo la fascia bordiera dei M. Martani dal confine settentrionale del territorio comunale alla cava di inerti Colacem. Si tratta di piroclastiti caratterizzate da una permeabilità media per porosità prevalente con spessore complessivo massimo di 50 m.

### **COMPLESSO DEI LITOTIPI TRIASSICO-PALEOGENICI DELLA SUCCESSIONE UMBRO MARCHIGIANA**

Biasciaro	<i>permeabilità bassa</i>
Scaglia Cinerea	<i>permeabilità bassa</i>
Scaglia Bianca	<i>permeabilità alta</i>
Marne a Fucoidi	<i>permeabilità bassa</i>
Maiolica	<i>permeabilità alta</i>
Calcari Diasprigni	<i>permeabilità alta</i>
Rosso ammonitico	<i>permeabilità bassa</i>
Calcare Massiccio	<i>permeabilità alta</i>

Il complesso carbonatico Umbro riunisce tutte le formazioni calcaree e calcareo-marnose appartenenti alla Successione Umbro-Marchigiana. La formazione in assoluto più calcarea è il Calcare Massiccio, seguita dalla Corniola e dalla Maiolica mentre quella con il maggior contenuto in marna risulta essere la Scaglia Rossa anche se gli eventuali sottili livelli di argilla intercalati, risultano ininfluenti a livello del comportamento idrogeologico.

L'elevata permeabilità di queste formazioni è ricollegabile principalmente alla presenza di fratture e discontinuità tettoniche che permettono una rapida infiltrazione delle acque meteoriche, in secondo luogo anche la stratificazione contribuisce alla veicolazione delle acque. Molto importante è anche la dissoluzione carsica operata dalle piogge che si infiltrano in queste formazioni carbonatiche, lo sviluppo di acquiferi sotterranei molto imponenti avviene soprattutto grazie a tali fenomeni.

Quindi per quanto riguarda il complesso in parola, la permeabilità è dovuta a fratturazione e carsismo; di tipo primaria quella legata alla presenza di giunti di strato e secondaria quella connessa alla presenza di discontinuità tettoniche e condotti carsici.

Le formazioni marnose appartenenti alla Successione Umbro-Marchigiana con bassa permeabilità, sono considerate delle "discontinuità" all'interno delle formazioni calcaree caratterizzate invece da permeabilità elevata. Infatti, le formazioni giurassiche, cioè il Rosso Ammonitico e le Marne a Fucoidi sono intercalate alle formazioni appartenenti al complesso carbonatico e quindi costituiscono livelli impermeabili che interrompono la continuità della sequenza ad elevata permeabilità.

Nonostante i valori di permeabilità siano tanto bassi da far assumere alle formazioni suddette il ruolo di *aquiclude*, la scarsa circolazione idrica che sporadicamente si attiva è dovuta ad una permeabilità per fratturazione sia primaria connessa alla stratificazione sia secondaria originata dalle discontinuità tettoniche.

#### ***4.3 – Considerazioni sulla circolazione idrica sotterranea (tratto dagli studi geologici redatti a corredo del vigente PRG)***

La circolazione idrica sotterranea nel territorio comunale è prevalentemente concentrata nei complessi idrogeologici calcarei e nei travertini litoidi fratturati e sabbiosi. I principali acquiferi carbonatici si riscontrano all'interno dei complessi idrogeologici della Scaglia Calcarea, della Maiolica e dei Calcari di Base. Come noto in letteratura sia nel complesso della Maiolica che in quello dei Calcari di Base è presente una circolazione idrica fortemente condizionata dalla fratturazione e dal carsismo che va ad alimentare una falda di base con drenaggio prevalente verso la zona di recapito finale del sistema sorgentizio di Stifone presente a circa 20 km dalla dorsale martana (Di Matteo e Dragoni, 2006; Boni, 2000).

Nel complesso della Scaglia Calcarea, come evidenziato da Di Matteo e Dragoni (2006), è presente una circolazione idrica che alimenta delle sorgenti al di fuori del territorio comunale con esclusione della sorgente di Firenzuola. Va inoltre precisato come in prossimità di Canepine è presente una sorgente alimentata dall'acquifero della

Maiolica tamponata dalle Marne a Fucoidi. Nel versante occidentale della Dorsale Martana è presente una piccola emergenza in località Portaria al contatto Maiolica-Fucoidi, ed una in località Castel Del Monte, sempre al contatto tra i complessi sopra citati. Va messo in evidenza come le informazioni piezometriche sulla dorsale martana sono praticamente nulle e quindi tutte le considerazioni sulla circolazione idrica derivano dagli studi esistenti e comunque da ipotesi basate sui bilanci idrogeologici redatti da Di Matteo e Dragoni (2006) e Boni (2000).

Per quanto riguarda la valle del Naia, all'interno dei travertini sabbiosi e litoidi è presente una circolazione idrica che alimenta alcune piccole emergenze localizzate in località Configni, Santa Lucia, Acquasparta (abbeveratoio ed antica sorgente Amerino). Come noto dagli studi redatti dall'ARPA dell'Umbria in occasione del Progetto per la valutazione delle potenzialità del Bacino Fabia (San Gemini – TR), l'acquifero dei travertini drena al di sotto del T. Naia che rappresenta l'asse di drenaggio con direzione all'incirca N-S. L'acquifero dei travertini è fortemente captato sia per scopi idropotabili, sia industriali, sia domestici che idrominerali. Complessivamente nel territorio comunale sono censiti dalla Provincia di Terni 346 pozzi di cui almeno il 60% perforati nei travertini sabbiosi e litoidi. Di conseguenza l'acquifero dei travertini è da ritenersi un'area sensibile in relazione ai prelievi ed alle fonti di potenziale inquinamento sia di tipo industriale, localizzate per lo più nella zona di raccordo con la piana del T. Naia dove la soggiacenza è prossima al piano campagna, che agricolo.

La piezometria allegata nella TAV5 è stata ripresa da quella realizzata da ARPA dell'Umbria (2003): i dati sono stati integrati, perlomeno nella zona prossima al capoluogo, con informazioni piezometriche in possesso degli scriventi sempre riferiti al 2003. Tale scelta è stata effettuata per avere a disposizione di una carta piezometrica riferibile ad un periodo ben definito e con potenziali idraulici in regime pseudo-statico, pre-emergenza idrica.

Dalla carta piezometrica si può osservare la presenza di due spartiacque idrodinamici, quindi legati alla ricarica ed ai prelievi:

1. Il primo presente nella porzione di acquifero in sinistra idrografica del T. Naia che suddivide una zona a flusso prevalente verso l'area di prelievo delle antiche sorgenti dell'Amerino ed una a flusso prevalente verso la zona industriale di Acquasparta;
2. Il secondo presente nella zona a sud-ovest di Portaria all'interno del bacino idrominerali Fabia-Aurea.

## 5. – ASSETTO IDRAULICO

Per valutare la presenza di aree a rischio idraulico nel territorio in considerazione, sono state prese a riferimento le “Mappe di Pericolosità (46P - 47P) e di Rischio (46R – 47R) contenute nel *PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI – DISTRETTO IDROGRAFICO DELL’APPENNINO CENTRALE*.

Dalla lettura di dette cartografie è possibile notare, che le aree a pericolosità e a rischio idraulico sono tutte concentrate in una stretta fascia sia sinistra che in destra idrografica al corso del Torrente Naia.

Il *Distretto Idrografico dell’Appennino Centrale* per la redazione delle mappe di pericolosità ha considerato: le alluvioni rare di estrema intensità, tempo di ritorno fino a 500 anni dall’evento (bassa probabilità); le alluvioni poco frequenti, tempo di ritorno fra i 100 e i 200 anni (media probabilità); le alluvioni frequenti, tempo di ritorno tra 20 e 50 anni (elevata probabilità) e per ognuno di tali scenari sono stati indicati l’estensione dell’inondazione, l’altezza idrica o livello e la caratteristiche del deflusso. Nella redazione della mappatura del rischio “R” sono stati considerati diversi elementi quali il numero indicativo di abitanti potenzialmente interessati, le infrastrutture e strutture strategiche, i beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse, la distribuzione e tipologia delle attività economiche insistenti nell’area potenzialmente interessata, ecc.. Più in dettaglio, sempre per quanto concerne il bacino del Fiume Tevere a cui il Torrente Naia appartiene, il materiale di base utilizzato per le mappe è costituito dal PAI vigente, sul quale sono stati effettuati gli interventi di modificazione, integrazione ed omogeneizzazione, secondo le specificità previste dal D.Lgs. 49/2010 e le linee di indirizzo rilasciate dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. In particolare, si è provveduto a convertire e omogeneizzare le attuali fasce fluviali determinate dal PAI e degli studi di aggiornamento, che si sono resi disponibili, secondo il passaggio di ammissione e corrispondenza fra le fasce A, B, C e pericolosità P1, P2, P3, in gradazione alta, media e bassa. Per quanto riguarda il rischio si fa riferimento ai parametri R1, R2, R3, R4 tramite macro categorie relative ai beni, esposti (da D1 a D4) secondo una matrice di riferimento.

Dall’analisi delle cartografie sopra richiamate è stato possibile constatare, che le aree individuate a rischio idraulico, ricadono nelle tre classi di pericolosità P1 bassa probabilità (alluvioni rare di estrema intensità), P2 media probabilità (alluvioni poco frequenti) e P3 elevata probabilità (alluvioni frequenti), mentre per quanto riguarda le situazioni di rischio, le classi più frequenti sono la R1 (rischio moderato o nullo) e la R2 (rischio medio).

## 6. – ELEMENTI DI MICROZONAZIONE SISMICA

A corredo del vigente PRG sono stati effettuati gli studi sulla valutazione del rischio sismico e degli effetti sismici sul territorio, seguendo le norme nazionali e regionali dell'epoca, che individuavano le modalità di svolgimento delle indagini di Microzonazione sismica; il tema è stato affrontato in due fasi tra loro complementari:

- nella prima fase sono state definite le aree di possibile suscettibilità all'amplificazione del segnale sismico o di instabilità dinamiche locali, definite secondo i criteri dettati dal DRG 226/2001 (Microzonazione Sismica in scala di dettaglio, con supporto di indagini *ad hoc*), su tutto il territorio comunale (cfr. Tav. G8 PS – Carta delle Amplificazioni Sismiche Locali). In questo elaborato sono state individuate aree con campi di appartenenza alle diverse classi di pericolosità. Su tutte le aree di pericolosità sismica nel rispetto della vigente normativa, si sono svolte opportune indagini per la valutazione puntuale della condizioni morfostratigrafiche dell'area d'interesse, utili alla definizione della azione sismica di progetto e dello spettro di risposta così come previste ai punti 3.1 e 3.2 dell'Ordinanza 3274 del 03/03/2003. I risultati delle indagini hanno consentito di attribuire al sito d'intervento l'appartenenza ad una classe anche diversa da quella individuata nella cartografia prodotta. Pertanto le classi di pericolosità sismica cartografate sono da considerarsi di massima.
- nella seconda fase si è proceduto ad effettuare appropriate indagini in aree ritenute significative; tali aree, sono state oggetto di microzonazione sismica in quanto, zone che presentano un assetto geologico e geomorfologico tale da comportare potenziali fenomeni di amplificazione sismica. L'obiettivo generale di uno studio di Microzonazione Sismica è quello di valutare ed individuare, all'interno di ambiti territoriali a scala subcomunale (frazioni e centri), aree a comportamento omogeneo sotto il profilo della risposta sismica locale in corrispondenza di un terremoto atteso, definendo così i possibili effetti sui principali centri urbani. A tale scopo vengono esaminate in dettaglio le condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e stratigrafiche locali in grado di produrre fenomeni di amplificazione della risposta sismica locale rispetto alle condizioni geologiche di riferimento (bedrock in free-field) e/o di innescare fenomeni di instabilità indotta (frane,

liquefazioni, cedimenti, etc.) (cfr.: Tav. G10 PS – Carta Microzonazione Macroaree).

Nella successiva variante dello Strumento Urbanistico, il Comune di Acquasparta ha dato corso ad una revisione della microzonazione sismica, questa volta seguendo quanto previsto nella D.G.R. n.377 dell'8.3.2010, che ha adottato i nuovi criteri per la realizzazione degli studi di microzonazione sismica allineandoli con quelli nazionali proposti dal D.P.C.N. e della Conferenza Unificata delle Regioni e delle Province Autonome. Questi studi sono stati intrapresi grazie all'erogazione di fondi economici da parte della Regione dell'Umbria con Determinazione Dirigenziale n.251 del 19.01.12, ai sensi della "D.G.R. n.452/11 – Programma per l'utilizzo delle risorse finanziarie di cui all'OPCM 3907/10" e in ugual misura dall'Amministrazione Comunale.

In questa occasione, per gli studi di microzonazione sismica di II livello i Tecnici incaricati di concerto con la Regione dell'Umbria e dell'Amministrazione Comunale, hanno individuato tre siti specifici denominati: FURAPANE 1, FURAPANE 2, CASIGLIANO.

Il lavoro è stato svolto in diversi step esecutivi sintetizzati come segue:

- realizzazione di indagini geognostiche e geofisiche concordate con il servizio Geologico della Regione dell'Umbria; queste, sono consistite nell'esecuzione di n.3 sondaggi geognostici protratti fino alla profondità di 300 m, realizzazione di n. 9 DPSH di profondità variabile tra i 6,0 e i 10,0 m, esecuzione di n.3 profili MASW, realizzazione di n.3 prove Down Hole;
- reperimento e mappatura delle indagini pregresse;
- interpretazione ed elaborazione dei dati a disposizione e loro georeferenziazione;
- definizione della pericolosità sismica di base e degli eventi di riferimento analizzando le mappe di pericolosità sismica del territorio nazionale (INGV), e i cataloghi parametrici dei terremoti italiani. Si è potuto stabilire, che i dati relativi all'amplificazione sismica massima al suolo per categoria di sottosuolo A, il Comune di Acquasparta rientra all'interno di quella con  $a_{max}$  compresa tra 0,150 e 0,175;
- definizione del modello di sottosuolo delle aree d'interesse, determinato sulla base del rilevamento geologico condotto unitamente ai risultati delle indagini geognostiche e geofisiche condotte;
- realizzazione carta delle indagini attuali e pregresse;

- realizzazione della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS). La carta individua le microzone ove, sulla base degli studi geologici, geomorfologici e della valutazione dei dati litostratigrafici scaturiti dalla distribuzione delle indagini pregresse, è prevedibile l'occorrenza di diversi tipi di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante ecc.). Le microzone della carta sono classificate in due delle tre categorie previste: **1) zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**, nelle quali sono attese amplificazione del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale; **2) zone suscettibili di instabilità**, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (non sono necessariamente esclusi per queste zone anche fenomeni di amplificazione del moto).

**Zone suscettibili di amplificazione locale:** in queste aree sono attese amplificazioni del moto sismico come effetto della situazione litostratigrafica e morfologica locale. Sono le zone caratterizzate dalla presenza di terreni di copertura, coltri di alterazione, intensa fratturazione o substrato geologico caratterizzato da bassa velocità di propagazione delle onde di taglio S.

**Zone suscettibili di instabilità:** gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a caratteristiche permanenti del territorio. In queste categoria sono ricomprese le **Zone di instabilità di versante “attiva”** e le **Zone con instabilità attiva “quiescente”**;

- realizzazione carta di microzonazione sismica (livello 2). Nella carta di microzonazione sismica di livello 2 sono state individuate le aree omogenee dal punto di vista dei fattori di amplificazione trovati con il metodo degli abachi. Le microzone omogenee sono state classificate in due categorie: Zone suscettibili di amplificazione locale (diverse tonalità di verde per valori di  $F_a$  e  $F_v$  sempre più elevati), Zone suscettibili di instabilità (colore viola e rosso).

## **7. CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE ED IDRAULICHE RELATIVE ALLE AREE INTERESSATE DALLE RICHIESTE DI MODIFICA PERVENUTE**

Come già evidenziato nei precedenti paragrafi, il territorio comunale può essere idealmente suddiviso in tre macro aree: quella occidentale, caratterizzata dall'affioramento dei termini argillosi e limo-argillosi lacustri del Bacino Tiberino (Unità di Santa Maria di Ciciliano) - quella centrale, contrassegnata dalle presenza di diverse formazioni in sequenza stratigrafica (Unità di Acquasparta, Vulcaniti, Depositi di Falda, coltre Eluvio-Colluviale, Depositi alluvionali) - quella orientale, dove dominano le Formazioni carbonatiche e marnoso-carbonatiche tipiche della Successione Umbro-Marchigiana.

Lo studio che di seguito viene proposto, ha avuto la finalità di valutare la fattibilità delle varianti proposte, in relazione alle condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche ed idrauliche della porzione di territorio comunale su cui le stesse insistono. A tal fine, per ognuna delle diverse situazioni riportate nell'Allegato A01 (Schede Richieste), oltre a definire la situazione lito-stratigrafica sito specifica, si è provveduto a verificare che queste non ricadano in aree soggette a dinamiche di instabilità o in aree a rischio esondazione.

### **SETTORE OCCIDENTALE:**

**Richieste N.:** 11, 16, 34, 44 – 44 (area industriale Casigliano), 102, 103, 110

**Geologia:** come precedentemente descritto, questa porzione del territorio comunale è caratterizzata dalla presenza in affioramento di litologie afferibili all'Unità di Santa Maria in Ciciliano, composta da litologie prevalentemente fini quali limi argillosi e argille limose intercalati da importanti corpi sabbiosi e dai depositi alluvionali depositati dalle dinamiche del Torrente Naia; questi, prevalentemente, sono costituiti da limi e limi-argillosi in rapporto con la morfologia e la dinamica attuali (Fig.7).

**Geomorfologia:** in quest'area si registra la presenza di numerose forme di dissesto la maggior parte delle quali superficiali, concentrate nella zona compresa tra Rosaro e Casigliano; i fenomeni di instabilità presenti, sono riconducibili ad accumuli di frana a scorrimento quiescente e frane a deformazioni plastiche. Al passaggio con i depositi travertinosi è presente una vasta area censita dal PAI a rischio R3 (Fig.8).

**Idrogeologia:** le proprietà idrogeologiche del complesso fluvio-lacustre e alluvionale affioranti nell'area rilevata, sono strettamente connesse con i caratteri tessiturali e strutturali sinsedimentari di tali depositi. Le proprietà idrogeologiche dell'unità presenti

consentono di ipotizzare, che la circolazione idrica sotterranea sia trascurabile ed eventualmente confinata all'interno di intercalazioni prevalentemente sabbiose (Fig.9).

**Condizioni di rischio idraulico:** la porzione settentrionale di questa parte di territorio comunale, è ricompresa nelle mappe di “pericolosità” e di “rischio” del *PIANO DI GESTIONE RICHIO ALLUVIONI – DISTRETTO IDROGRAFICO DELL'APPENNINO CENTRALE* dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere. In questa zona, sono state individuate alcune aree a rischio esondazione riconducibili alle piene del Torrente Naia e del Fosso Massa, affluente di destra del corso principale (Fig.re 10-11).

**Considerazioni conclusive:** sulla scorta delle informazioni acquisite, tenuto conto delle condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e di rischio idraulico, per le richieste pervenute non sussistono impedimenti all'accoglimento delle proposte di variante. Va comunque evidenziato, che in questa porzione di territorio comunale sono state rilevate da parte del “*Servizio Geologico programmazione degli interventi sul rischio idrogeologico e gestione delle competenze regionali in materia di acque pubbliche*” tre criticità di seguito dettagliate:

1. Variante Casigliano – area della zona industriale soggetta ad ampliamento per uso produttivo (D3) e ricettivo “scheda 044” della Relazione Illustrativa;
2. Variante Casigliano – area del centro abitato interessata ad un potenziamento della zona F1 esistente con realizzazione di un parcheggio, “scheda 044” della Relazione Illustrativa;
3. Fraz. Selvarelle Alte – Modifica della zona D8 turistico ricettiva ed alberghiera “scheda 102” della Relazione Illustrativa.

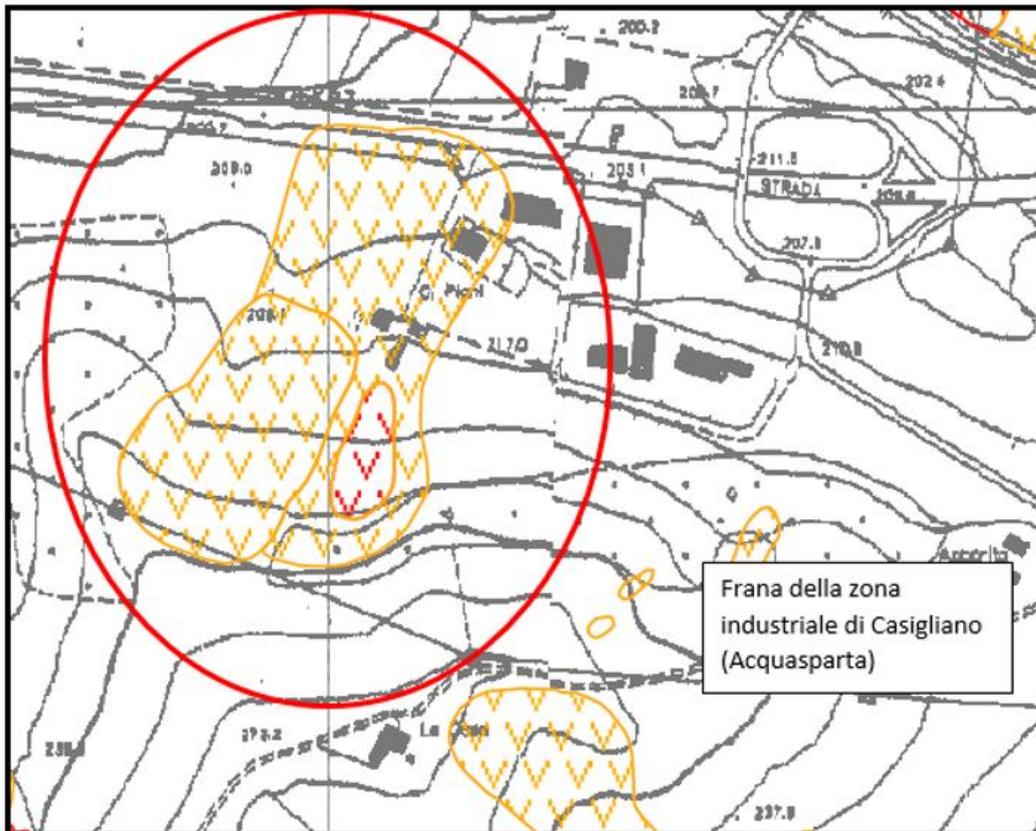
Premesso che con lettera n. 94464 del 14/05/2019, il Servizio Geologico programmazione degli interventi sul rischio idrogeologico e gestione delle competenze regionali in materia di acque pubbliche, ha trasmesso la propria istruttoria nell'ambito della procedura di Verifica di Assoggettabilità a VAS, indicando che la Variante parziale al P.R.G. del Comune di Acquasparta debba essere assoggettata a VAS sulla base dell'interferenza di alcune situazioni a rischio di frana con le previsioni urbanistiche: Variante Casigliano - area della zona industriale soggetta ad ampliamento per uso produttivo (D4) e ricettivo “scheda 044” della Relazione Illustrativa, Variante Casigliano – area del centro abitato interessata ad un potenziamento della zona F1 esistente con realizzazione di un parcheggio “scheda 044” della Relazione Illustrativa e

Fraz. Selvarelle Alte – Modifica della zona D8 turistico ricettiva ed alberghiera “scheda 102 della Relazione Illustrativa).

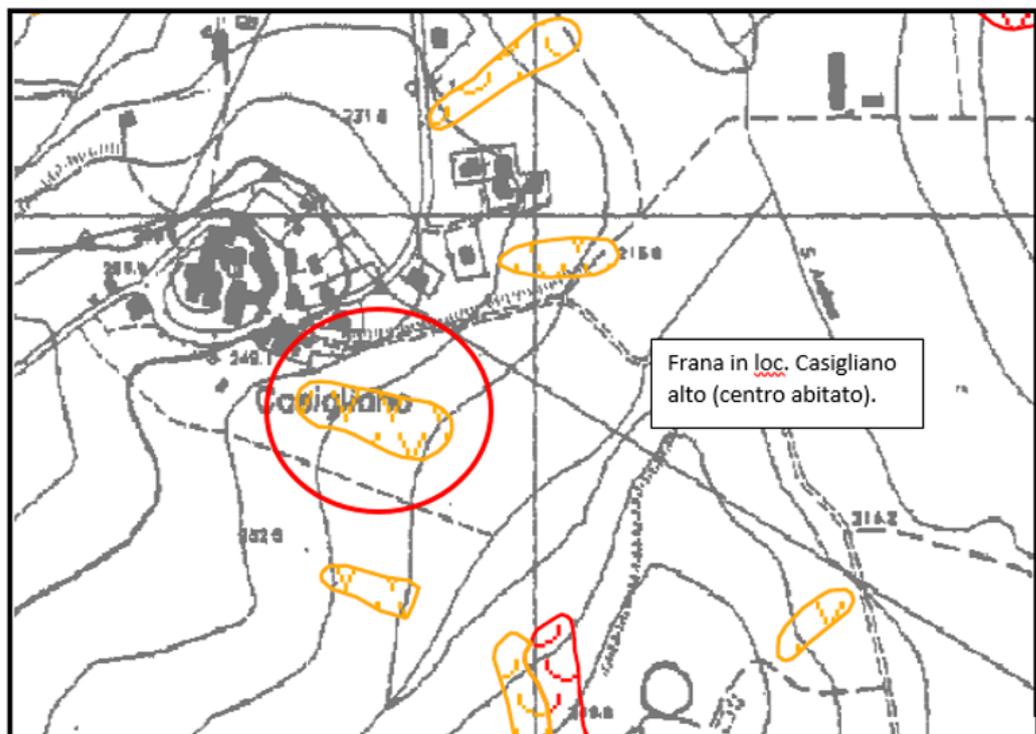
Esaminato lo studio integrativo “Relazione sulla stabilità del pendio loc. Casigliano” trasmesso dal Comune di Acquasparta con Pec 148174 del 31/07/19, lo stesso Servizio considerato che nel merito dell’ampliamento della Zona Industriale ubicata in fraz. Casigliano per uso produttivo (D4) e ricettivo (D9) di cui alla, “scheda 044” della Relazione Illustrativa, è stata eseguita da parte del Comune di Acquasparta delle dettagliate verifiche di stabilità del versante che hanno dimostrato la compatibilità dell’intervento urbanistico con l’assetto idrogeologico e morfologico del versante (Vedasi Allegato 1), ha ritenuto che la VARIANTE PARZIALE AL P.R.G. Parte Strutturale e Parte Operativa del COMUNE DI ACQUASPARTA possa essere esentata dall’assoggettabilità alla procedura di valutazione ambientale strategica (VAS), qualora siano rispettate le prescrizioni di seguito elencate:

1. Variante Casigliano – area del centro abitato interessata ad un potenziamento della zona F1 esistente con realizzazione di un parcheggio, “scheda 044” della Relazione Illustrativa. Sia ridotta in termini di superficie l’area della zona F1, per consentire di eliminare completamente il coinvolgimento con la frana quiescente. Pertanto la zona F1 dovrà risultare sottoposta a ripерimetrazione.
2. Fraz. Selvarelle Alte – Modifica della zona D8 turistico ricettiva ed alberghiera “scheda 102 della Relazione Illustrativa. Sia inibita all’edificazione la porzione di area della Zona D8 con la frana censita nella cartografia PAI ed IFFI. Le prescrizioni suddette dovranno risultare accolte nella N.T.A. della variante al P.R.G. parte Operativa. Si allega l’individuazione delle aree in frana da stralciare dalle previsioni urbanistiche.

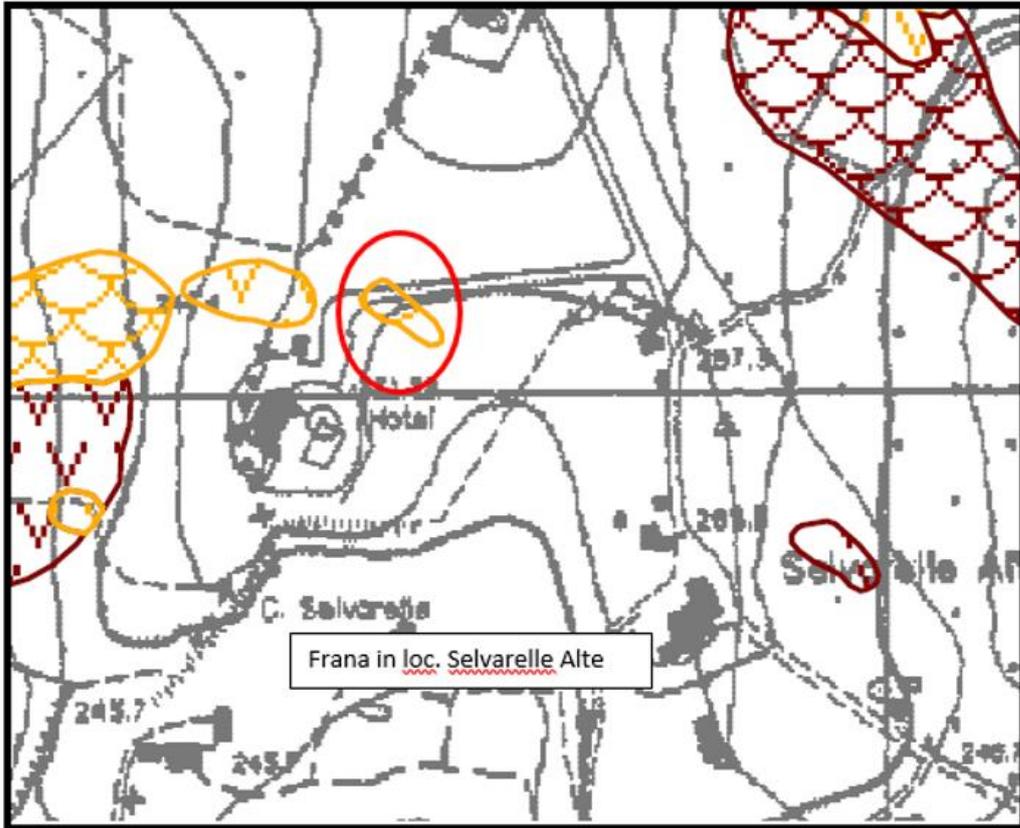
Le prescrizioni suddette sono state pienamente recepite nelle N.T.A. della variante al P.R.G. P.O: ed inoltre, per le aree sopra richiamate si è provveduto a stralciarle dalle previsioni urbanistiche.



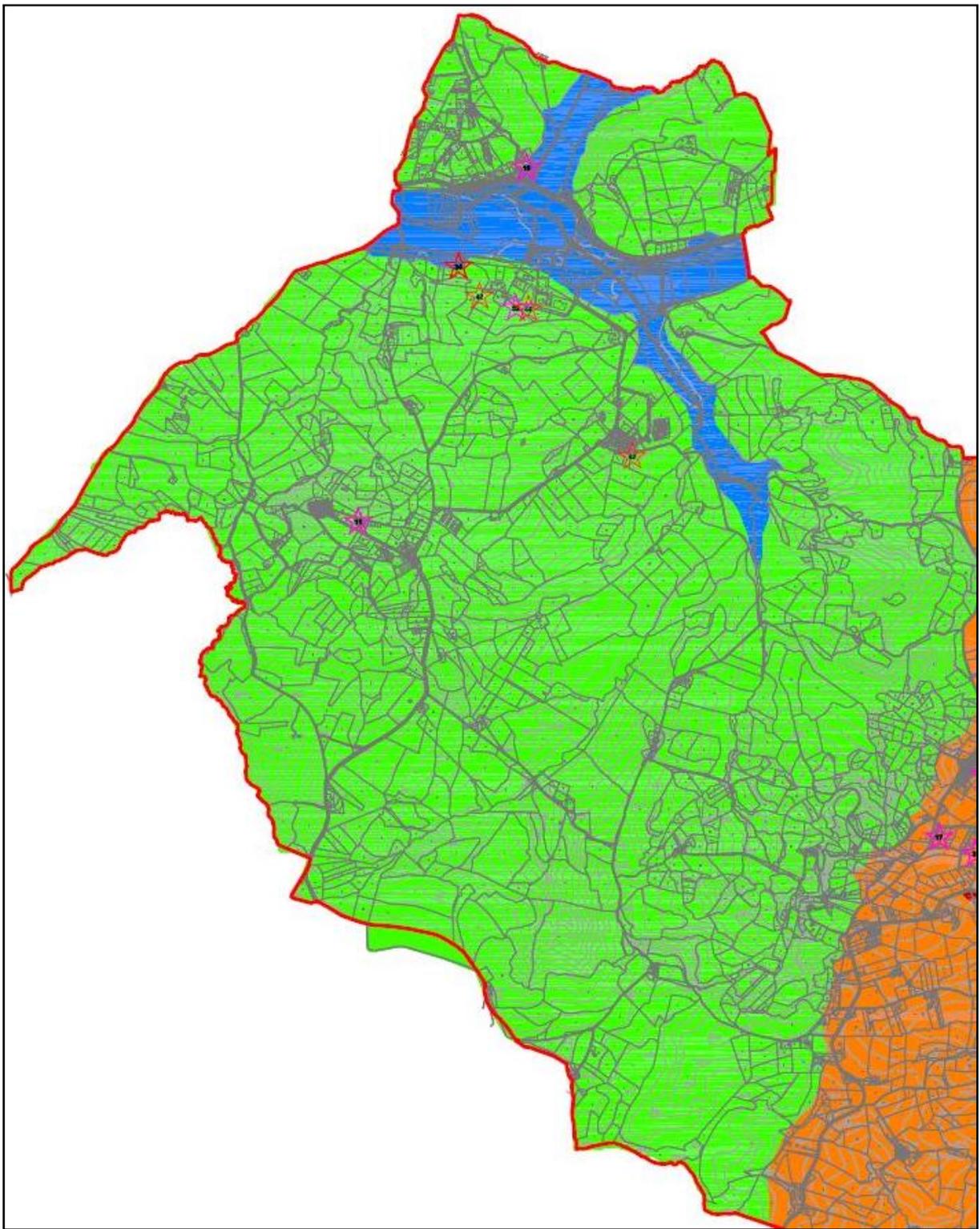
*Fig.4: Area zona industriale Casigliano*



*Fig.5: Area in Loc. Casigliano (centro abitato)*



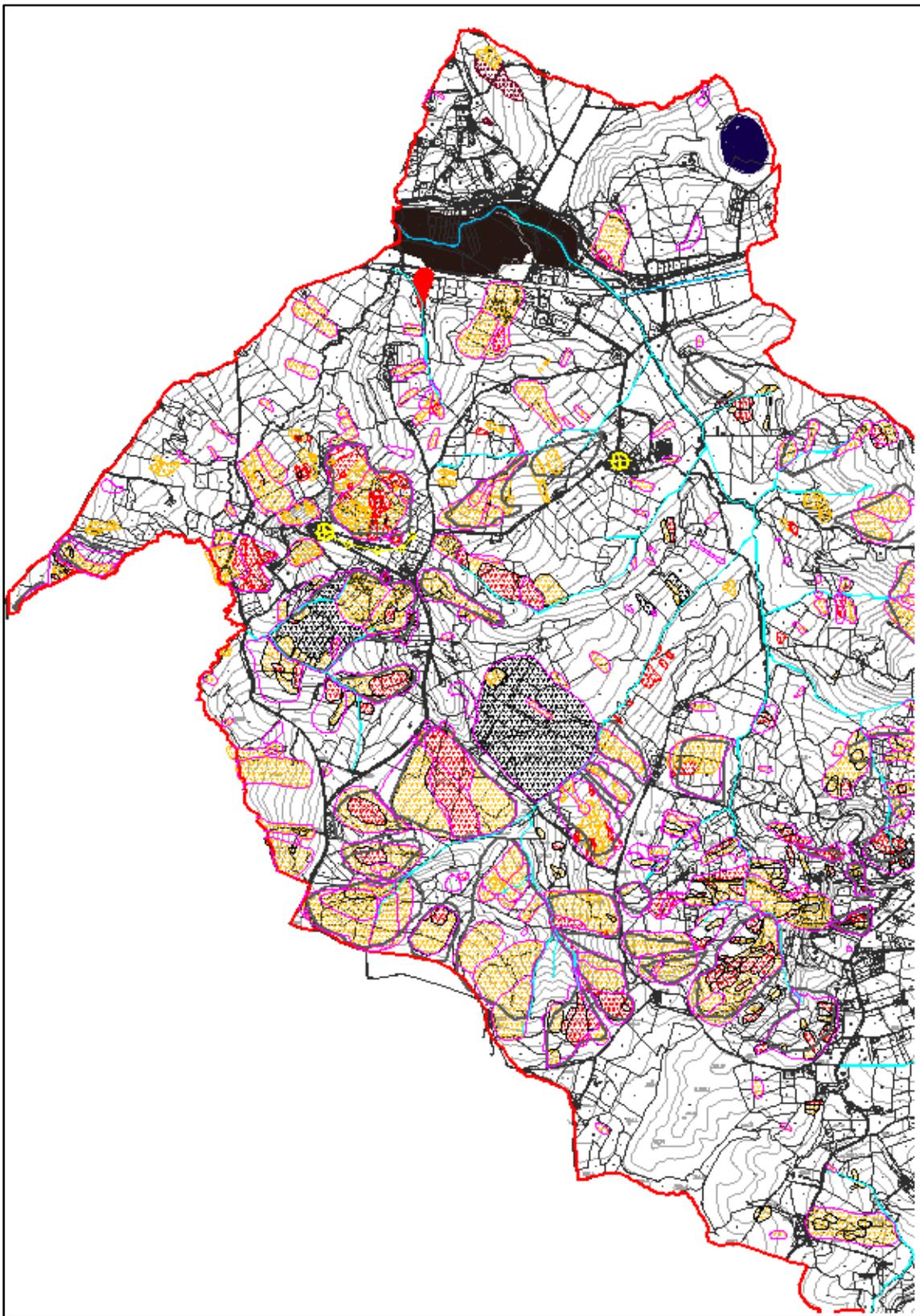
*Fig.6: Area Loc. Selvarelle Alte*



	<p>Depositi Alluvionali in rapporto alla morfologia e la dinamica attuale con limi , limi argillosi prevalenti. (Pleistocene Olocene)</p>
--	---

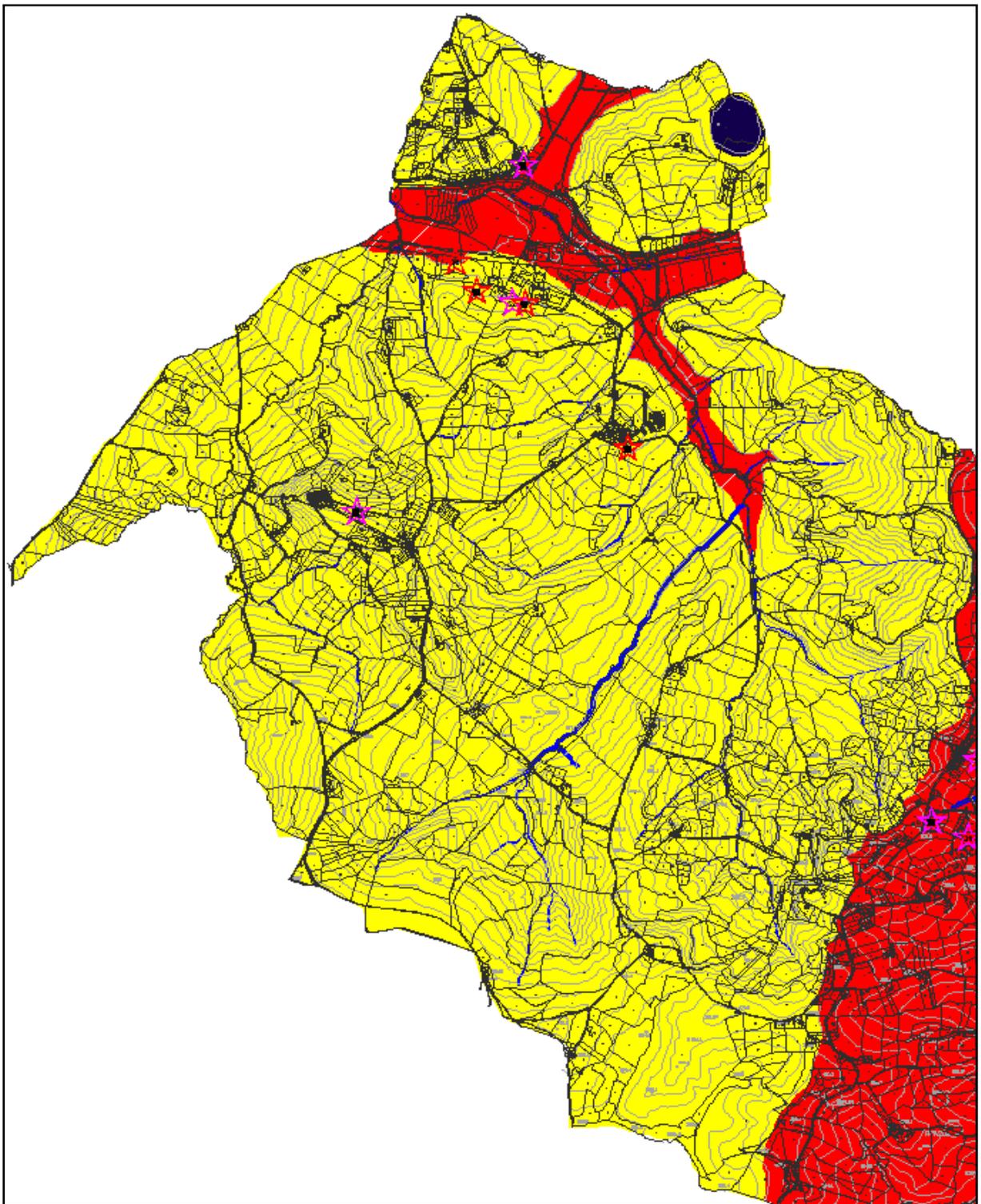
	<p>Unità S. Maria di Ciciliano Argille e Argille Limose con intercalati livelli tabulari sabbiosi e localmente ghiaiosi e ligniti. Ambiente di sedimentazione di piana alluvionale (Pleistocene inf.)</p>
--	---

**Fig.7:** Stralcio Tav. G1 PS – Carta geologica

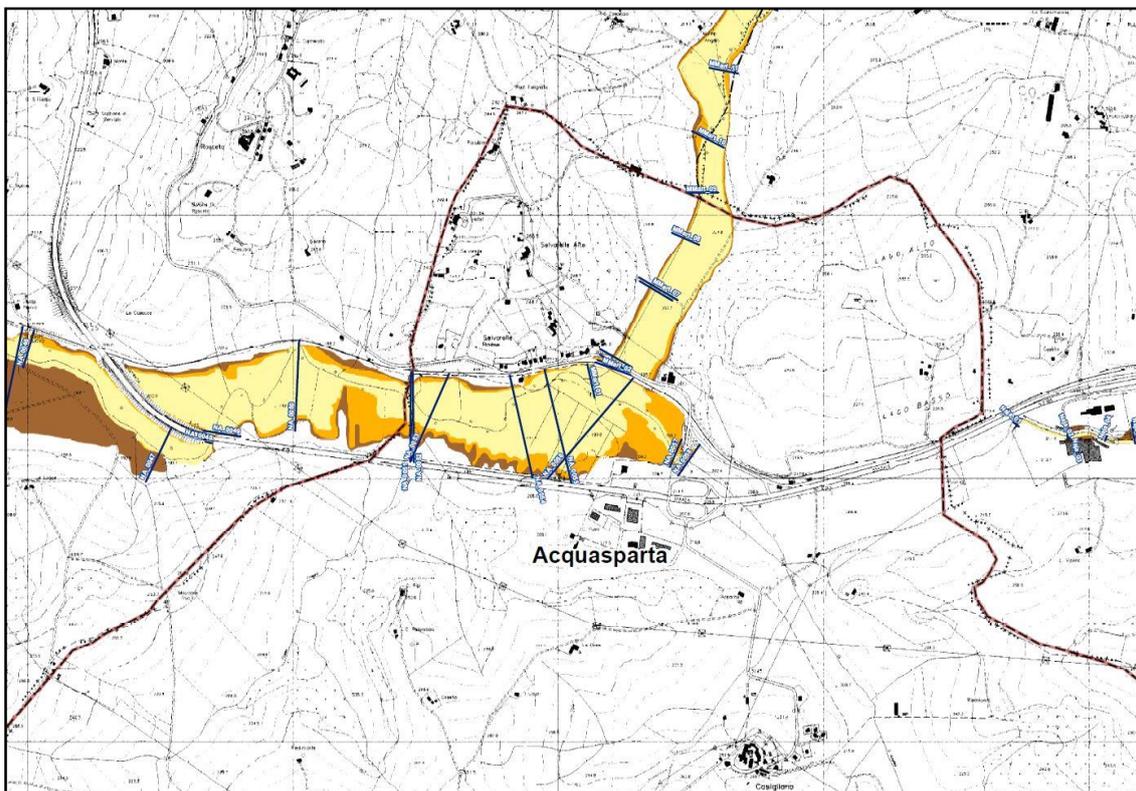


	LAGHI	
	IDROGRAFIA SUPERFICIALE	
	DORSALE STRETTA E ALLUNGATA	
	PICCO ISOLATO, CUCUZZOLO	
	AREA RISCHIO ESONDABILITA' PAI	

**Fig.8:** Stralcio Tav. G2 PS – Carta geomorfologica



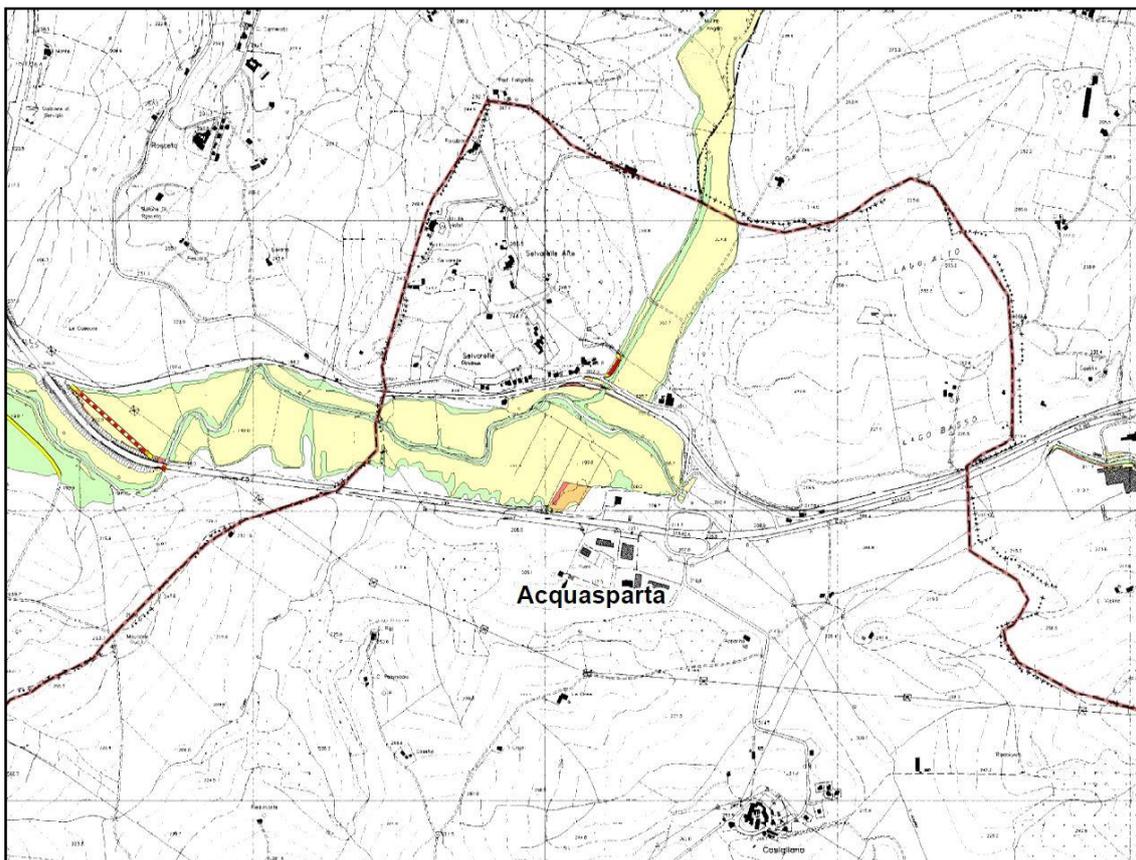
**Fig.9:** Stralcio Tav. G4 PS – Carta vulnerabilità degli acquiferi



**Classi di pericolosità**

-  P3 - elevata probabilità (alluvioni frequenti)
-  P2 - media probabilità (alluvioni poco frequenti)
-  P1 - bassa probabilità (alluvioni rare di estrema intensità)

*Fig.10: Stralcio Tav. 46P – Mappe della pericolosità – Piano gestione del rischio idraulico*



**Classe di Rischio**

- R4 - Rischio molto elevato
- R3 - Rischio elevato
- R2 - Rischio medio
- R1 - Rischio moderato o nullo

*Fig.11: Stralcio Tav. 46R – Mappe del rischio – Piano gestione del rischio idraulico*

## SETTORE CENTRALE

**Richieste N.:** 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 41, 42, 43, 45, 46, 50, 51, 100, 101, 106, 107, 108, 109, 111, 112

**Geologia:** la parte centrale del territorio comunale è segnata da S a N, dall'alveo del Torrente Naia e dai depositi alluvionali connessi alla sua attività. Da questa linea spostandoci verso W, si rinvencono in sequenza stratigrafica i depositi dell'Unità di Acquasparta, depositi nelle porzioni marginali del Bacino Tiberino; questa, è possibile suddividerla in due differenti facies: depositi calcarei non cementati (sabbie e limi calcarei, sabbie travertinose s.l.), e depositi calcarei cementati (travertino s.l.). Ad E del corso d'acqua, la sequenza litologico-stratigrafica è segnata dalla presenza di coltri di ricoprimento; queste, possono essere così distinte: Vulcaniti: piroclastiti di Acquasparta formano un plateau piroclastico che si allunga a partire da Massa Martana (a N di Acquasparta), Coltre Eluvio-Colluviale: depositi essenzialmente fini con clasti di varie dimensioni provenienti dal disfacimento delle rocce del substrato accumulati in posto (*Eluvium*), o sedimentati sul versante per trasporto di massa e/o ruscellamento diffuso (*Colluvium*), Detriti di Falda: depositi essenzialmente gravitativi a granulometria variabile da ben classificati a fortemente eterometrici con clasti a spigoli vivi in rapporto con la morfologia attuale. (Fig.12). Questi materiali si appoggiano in discordanza angolare sul bedrock carbonatico, che in questo settore è segnato dall'affioramento delle Formazioni del Calcare Massiccio, della Corniola, del Rosso Ammonitico, dei Calcari Diasprigni, della Maiolica e delle Marne a Fucoidi.

**Geomorfologia:** dalla valle del Torrente Naia si passa attraverso una fascia pedemontana a dolce pendenza e denotata dalla presenza in affioramento di materiali detritici e da coltri di copertura di terreni vulcanici, ai rilievi carbonatici dei Monti Martani; in quest'area non è stata riscontrata la presenza di fenomeni di instabilità dinamica (Fig.13).

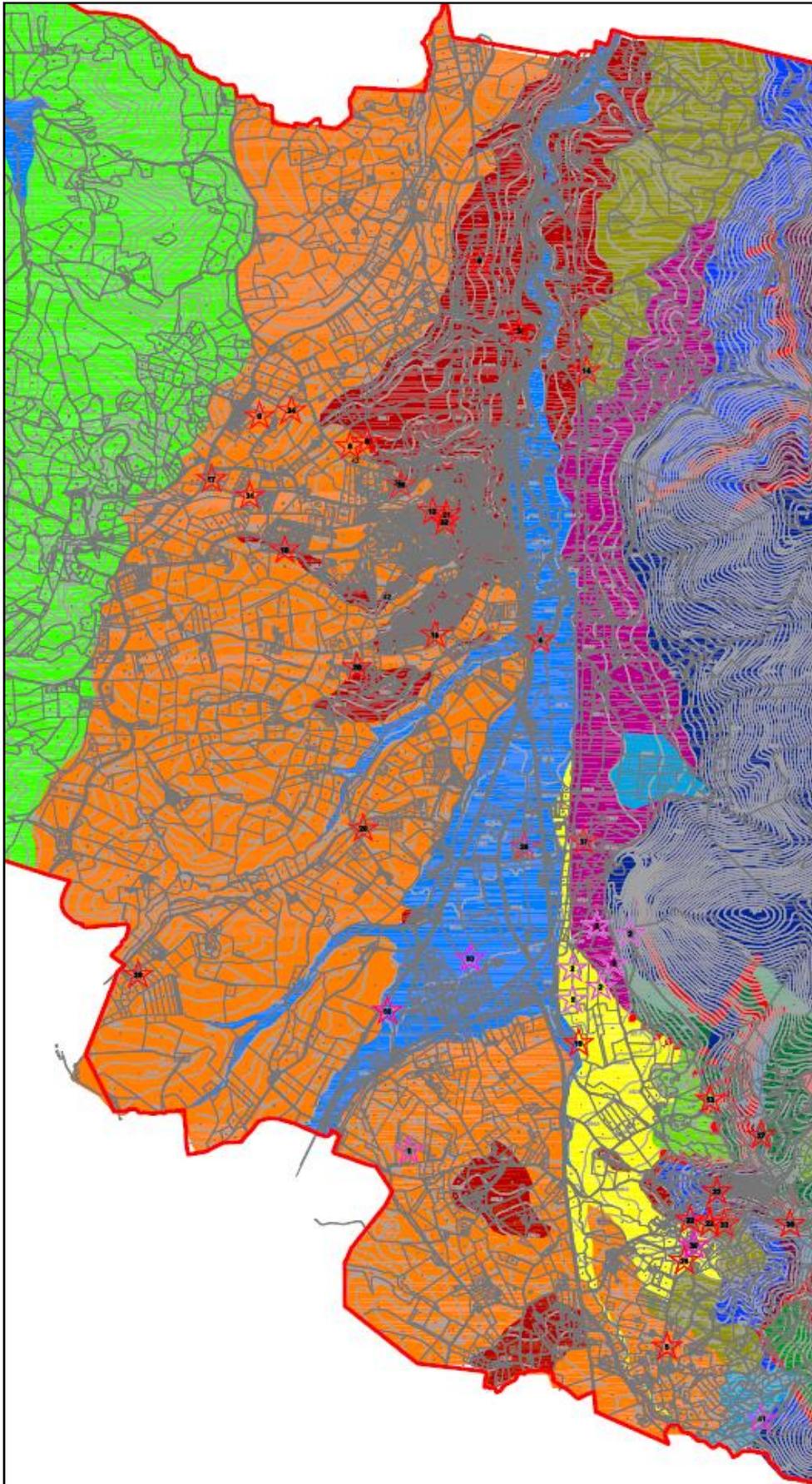
**Idrogeologia:** I depositi Detritici rilevati hanno tutti una granulometria prevalentemente ghiaiosa o ghiaioso-sabbiosa e pertanto, la classe di permeabilità è elevata. I materiali che invece costituiscono i depositi Eluvio-Colluviali sono a componente principale argillosa o argillo-limosa, a causa dell'abbondanza di elementi residuali e quindi, a bassa permeabilità. La formazione di Acquasparta è costituita da travertini terrosi con granulometria limo-sabbiosa che possiede una permeabilità primaria per porosità mentre la parte litoide della Formazione di aspetto prevalentemente massivo in strati da sottili a

medi, che in virtù del comportamento fragile in risposta agli sforzi tettonici, è caratterizzata da una permeabilità alta per fratturazione (Fig.14). Per quanto riguarda la valle del Naia, all'interno dei travertini sabbiosi e litoidi è presente una circolazione idrica che alimenta alcune piccole emergenze localizzate in località Configni, Santa Lucia, Acquasparta (abbeveratoio ed antica sorgente Amerino). Come noto dagli studi redatti dall'ARPA dell'Umbria in occasione del Progetto per la valutazione delle potenzialità del Bacino Fabia (San Gemini – TR), l'acquifero dei travertini drena al di sotto del T. Naia che rappresenta l'asse di drenaggio con direzione all'incirca N-S. L'acquifero dei travertini è fortemente captato sia per scopi idropotabili, sia industriali, sia domestici che idrominerali. Sul territorio comunale sono stati censiti dalla Provincia di Terni 346 pozzi di cui almeno il 60% perforati nei travertini sabbiosi e litoidi. Di conseguenza l'acquifero dei travertini è da ritenersi un'area sensibile in relazione ai prelievi ed alle fonti di potenziale inquinamento sia di tipo industriale, localizzate per lo più nella zona di raccordo con la piana del T. Naia dove la soggiacenza è prossima al piano campagna, che agricolo. Per tali motivi il settore centrale ricade all'interno di una vasta area ad alta vulnerabilità degli acquiferi.

**Condizioni di rischio idraulico:** le mappe di “pericolosità” e di “rischio” del *PIANO DI GESTIONE RICHIO ALLUVIONI – DISTRETTO IDROGRAFICO DELL'APPENNINO CENTRALE* dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, individuano aree a rischio idraulico lungo il corso del Torrente Naia sia in destra idrografica, che in sua sinistra (Fig.re 15-16).

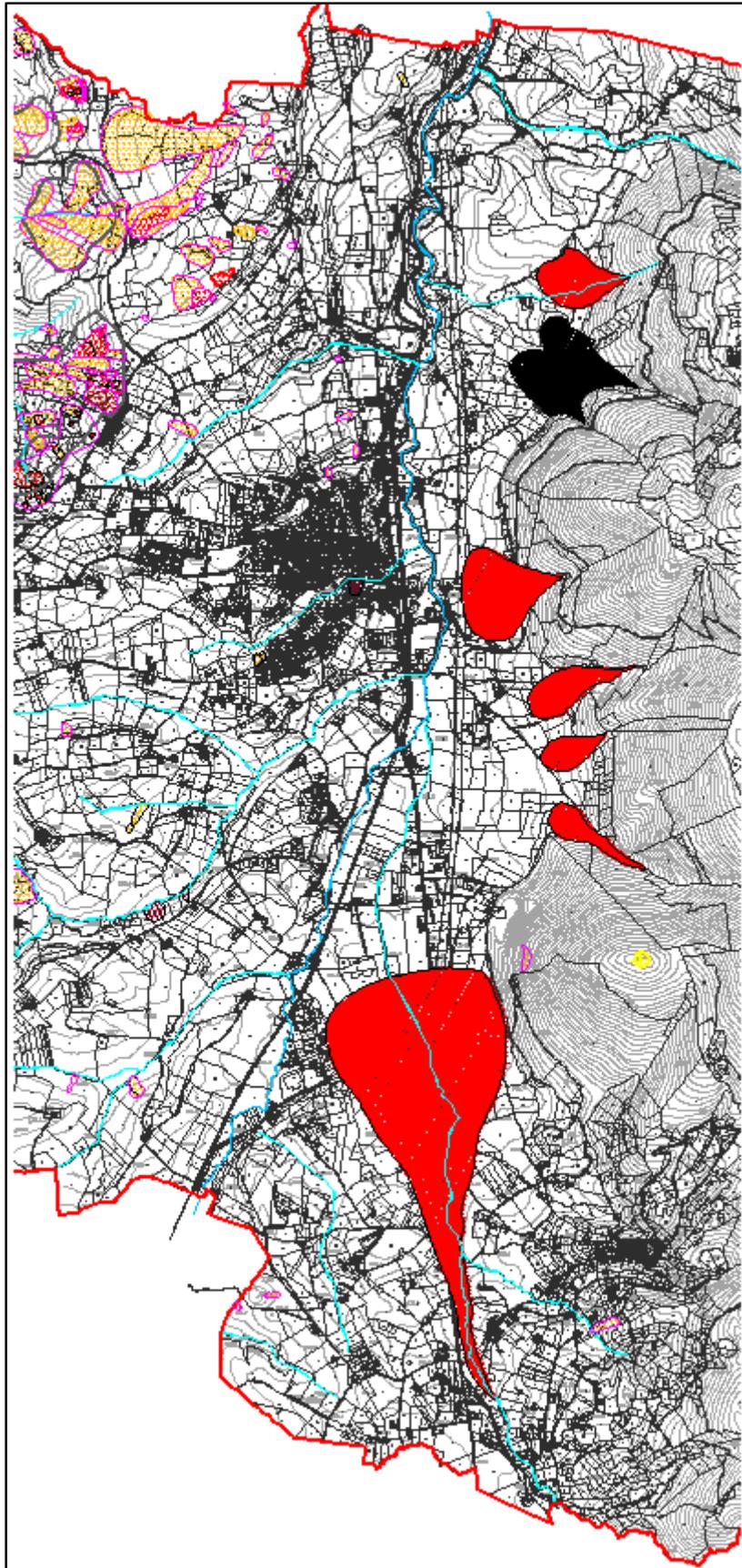
**Considerazioni conclusive:** sulla scorta delle informazioni acquisite, tenuto conto delle condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e di rischio idraulico, non sussistono impedimenti all'accoglimento delle proposte di variante. In tale ambito, si dovrà tener conto soprattutto della vulnerabilità degli acquiferi (Fig.14), normati agli articoli 73 “*Normativa per le zone di protezione delle acque sotterranee zone di protezione primaria*” e 74 “*Normativa per le zone di protezione delle acque sotterranee zone di protezione secondaria*” delle NTA Parte Strutturale del vigente PRG. Inoltre, va evidenziato, che le proposte 2, 19, 100, 101 sono ricomprese all'interno di una conoide di detrito attiva. Anche quest'area è stata sottoposta a studi di microzonazione sismica di secondo livello e come per la precedente, sono stati assegnati i fattori di amplificazione  $F_a$  e  $F_v$  rispettivamente di 1,65 e 2,16. A parere dello scrivente non si rendono necessari ulteriori studi di approfondimento viste le caratteristiche morfologiche e litologiche dell'area comunque, se si rendesse necessario, l'areale potrà

essere sottoposto ad un ulteriore approfondimento di microzonazione sismica (livello III) al fine di individuare l'eventuale comportamento in condizioni dinamiche.

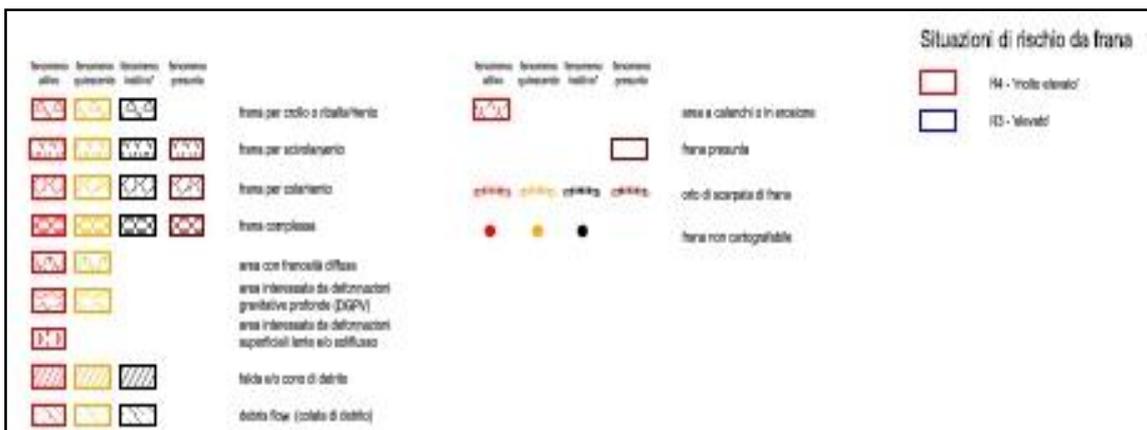


	<b>Faglie</b> Faglie dirette e loro probabili prosecuzioni le frecce indicano la parte ribassata
	Depositi Alluvionali in rapporto alla morfologia e la dinamica attuale con limi, limi argillosi prevalenti. (Pleistocene - Olocene)
	Coltre Eluvio Colluviali Depositi essenzialmente fini con clasti di varie dimensioni provenienti dal distacco delle rocce del substrato saccarati in posto (eluvium) o sedimentati sul versante per trasporto di massa e o ruscellamento diffuso. (Colluvium) (Pleistocene - Olocene)
	Terze Rosse in depressioni Carside Depositi residuali a matrice limoso argillosa derivanti da dissoluzioni di terreni carbonatici. (Pleistocene - Olocene)
	Depositi di Falda Depositi essenzialmente gravitativi a granulometria variabile da ben classati a fortemente eterometrici con clasti a spigoli vivi. Depositi in rapporto con la morfologia attuale (Olocene)
	Volcanici Le Breccie di Acquasparta formano un plateau piroclastico che si affonda a partire da Massa Maritima (Nord di Acquasparta) per circa 10 Km. Pleistocene inferiore. Lo spessore di detriti minerali è variabile da 10 a 15 metri in località Colle Pulcinno lo spessore massimo è di circa 20 metri.
	Unità Di Acquasparta Depositi Carbonatici e Traverтинici, questa unità si presenta nelle porzioni marginali del Bacino Tiberino e possiede la sudd. videra in due Fazies Depositi calcarei non cementati (Sabbie e limi calcarei Sabbie Traverтинose s.l. e Depositi calcarei cementati (Traverтинo s.l.) Lo spessore della formazione è di almeno 30-100 metri. (Pleistocene inf.)
	Unità S. Maria di Colliano Argille e Argille Limose con intercalati livelli tabulari sabbiosi e localmente ghiaiosi e siltosi. Ambiente di sedimentazione di piano alluvionale. (Pleistocene inf.)
	Schlier Marna e Marna Calcarea, marna siltose grigie passanti verso l'alto ad argille marnose (Burdigaliano pp. - Langhiano)
<b>COMPLESSO CARBONATICO UMBRO</b>	
	Bianco Calcari Marnosi grigio scuri e Marna Crigianda la parte bassa sono presenti strati di selce nera e sottili intercalazioni di Burdigaliti e nuclei corazzati all'altezza con (Aptaliano inf. Burdigaliano pp.)
	Saglia Cicca Marna e Marna Argillose grigio verdi o grigio cenere alterate alla base a Calcari Marnosi grigi in strati con spessore da decimetrico a pedimetrico. localmente sono presenti intercalazioni di calcarenti grigie (Eocene Sup. - Oligocene Inf.)
	Saglia Variegata Marna e Marna argillose rosse e grigio verdi con intercalazioni di calcari marnosi rossi e calcarenti. Stratificazione sottile ritmica. (Eocene Medio - Sup)
	Saglia Rossa All'interno di questa formazione è stata riconosciuta anche la formazione del la Saglia Bianca che è presente solo a sud di Portena con limitata spessore. Si tratta di calcari marnosi rossi più digredite basculari divisi in intercalati piccoli noduli sottili, sono presenti liste e noduli di selce spessa. La parte Crestata della formazione presenta strati più spessi 30 cm circa prevalentemente calcarei. (Turoni sup. - Eocene Medio)
	Marna a Fucoli Marna e calcari Marnosi sottilmente stratificati (10-20 cm) grigi, viola o verdastri con impronte organiche (Scondi, Conidi), alterati e in alcuni peliti tonnoie. Ambiente sedimentazione temporaneamente anossico. Lo spessore della formazione non supera i 50 metri. (Aptiano - Albano)
	Maiolica Calcari marnosi bianchi o grigi a frattura conoidale, in strati regolari da sottili a medi (10-50 cm). Lo spessore della formazione può raggiungere nelle serie complete i 150 metri nelle aree di alto strutturale raggiunge invece i 50 metri. (Titonico - Aptiano)
	Calcari Disprigni Visto lo spessore sono stati catalogati unitamente ai Calcari e Marna e Posidonia. Calcari Marnosi sciolto e calcari sili in strati con selce conoidale di colore rosso o verdi, a stratificazione sottile in alcune aree il litologo è rappresentato interamente da selce di colore rosso. Lo spessore massimo è di circa 30 metri nelle serie complete. (Aptiano - Titonico)
	Rosso Armonico Calcari e Calcari Marnosi rosa rosso mattone o verdi sottilmente stratificati con frequente struttura nodulare alterati ad argilliti o argille marnose. Spessore max. 30-35 metri. (Tuscanico pp. Albano)
	Costola Calcari marnosi grigio scuri a frattura conoidale con liste e noduli di selce. nelle zone di alto strutturale lo spessore può variare da 25 a 30 metri in tutti gli altri casi lo spessore è compreso tra 30-100 metri. (Lias Medio)
	Buganone di Case Canepine (Sanese) (Sanese) (pp. - Titonico) Calcari marnosi grigio scoloriti a cui seguono calcari marnosi, la successione condensata di alto strutturale con tutte le intercalazioni grigie corrisponde alla formazione della Corna di del Rosso Armonico e dei Calcari Salsola della Successione Umbro meridionale. Lo spessore non supera i 20 metri.
	Calcari Massiccio Calcari mal stratificati o massivi di colore variabile di bianco al beige. La formazione non affiora in tutto il suo spessore (Fetangiano)

Fig.12: Stralcio Tav. G1 PS – Carta geologica

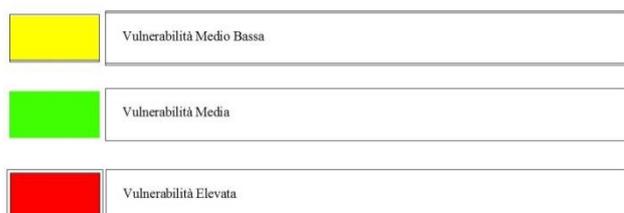
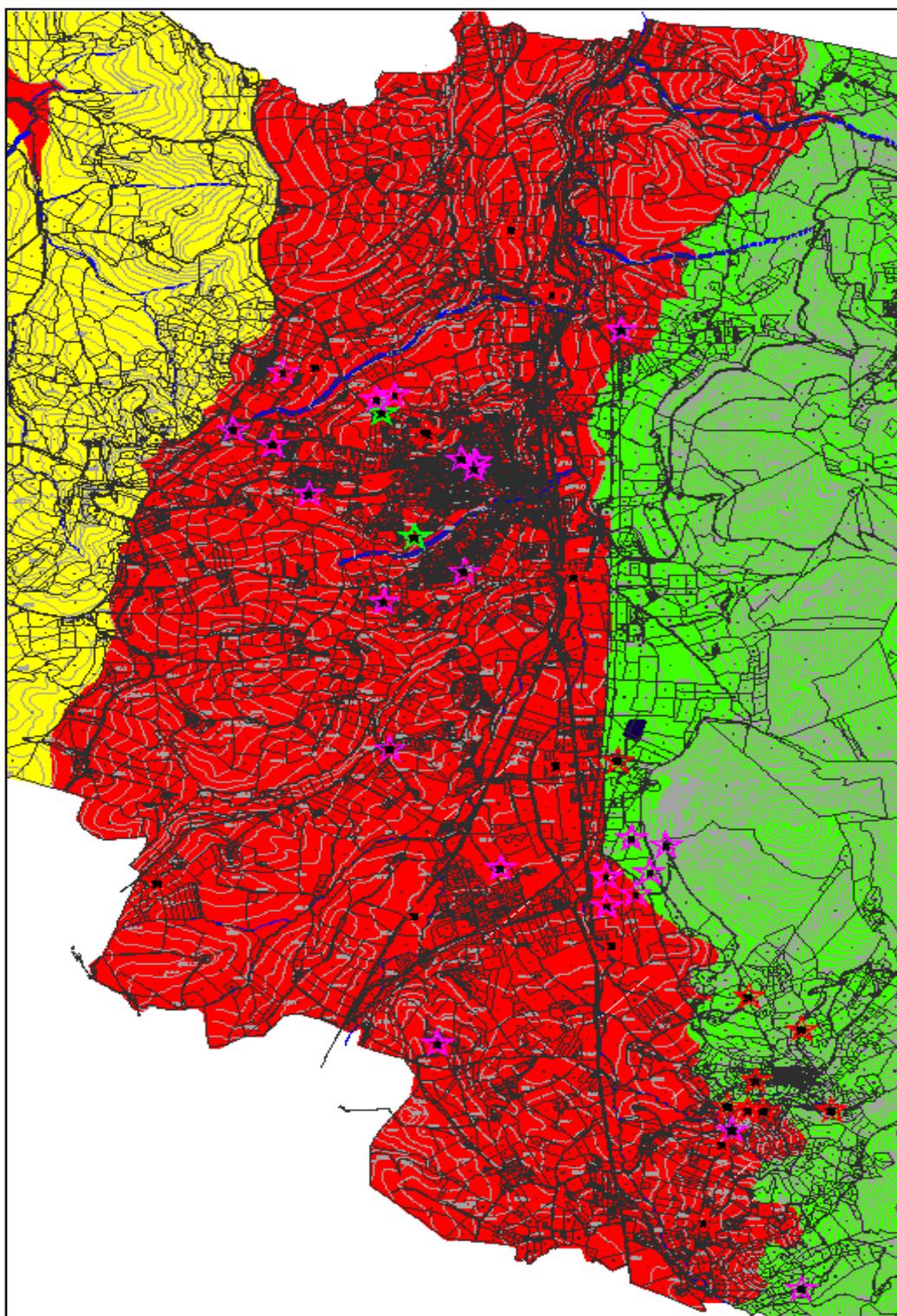


	LAGHI
	IDROGRAFIA SUPERFICIALE
	DORSALE STRETTA E ALLUNGATA
	PICCO ISOLATO , CUCUZZOLO
	AREA A RISCHIO ESONDABILITA' PAI

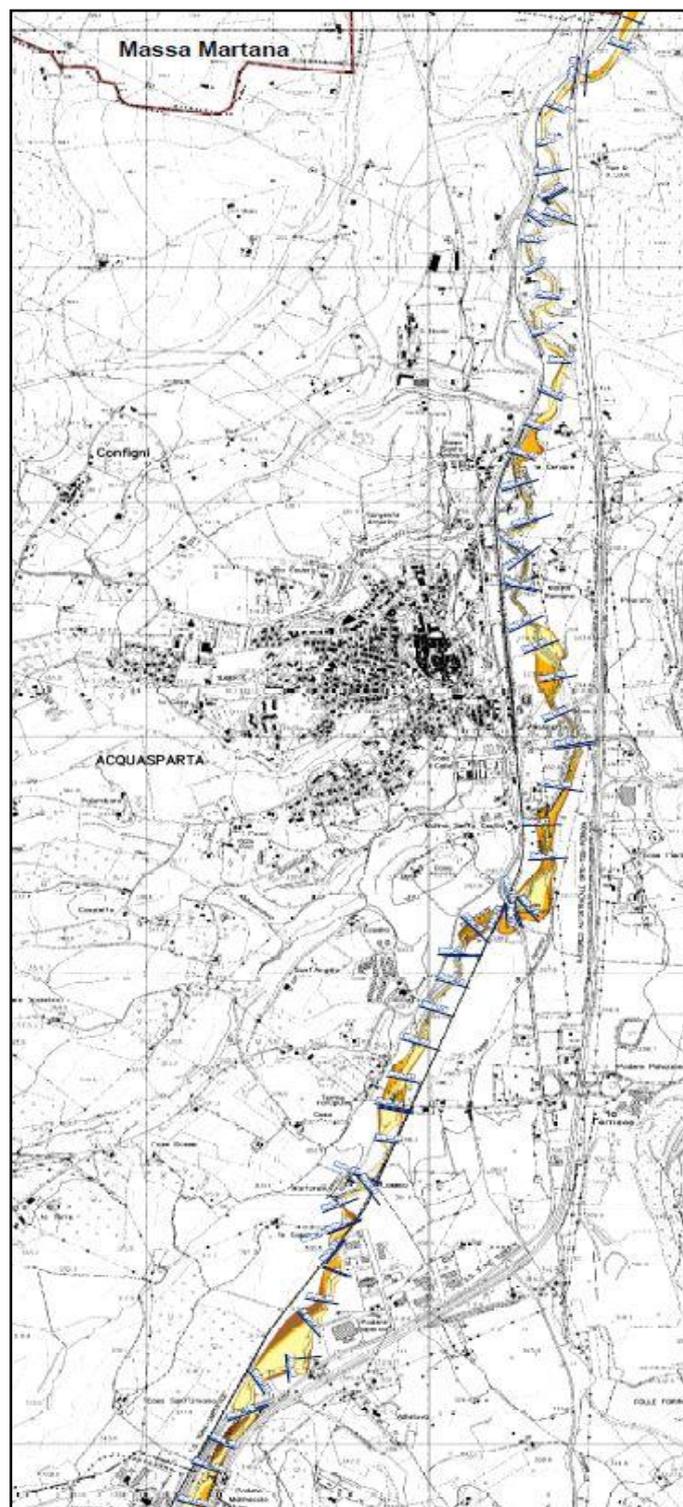


Inventario fenomeni franosi IFFI

**Fig.13:** Stralcio Tav. G2 PS – Carta geomorfologica



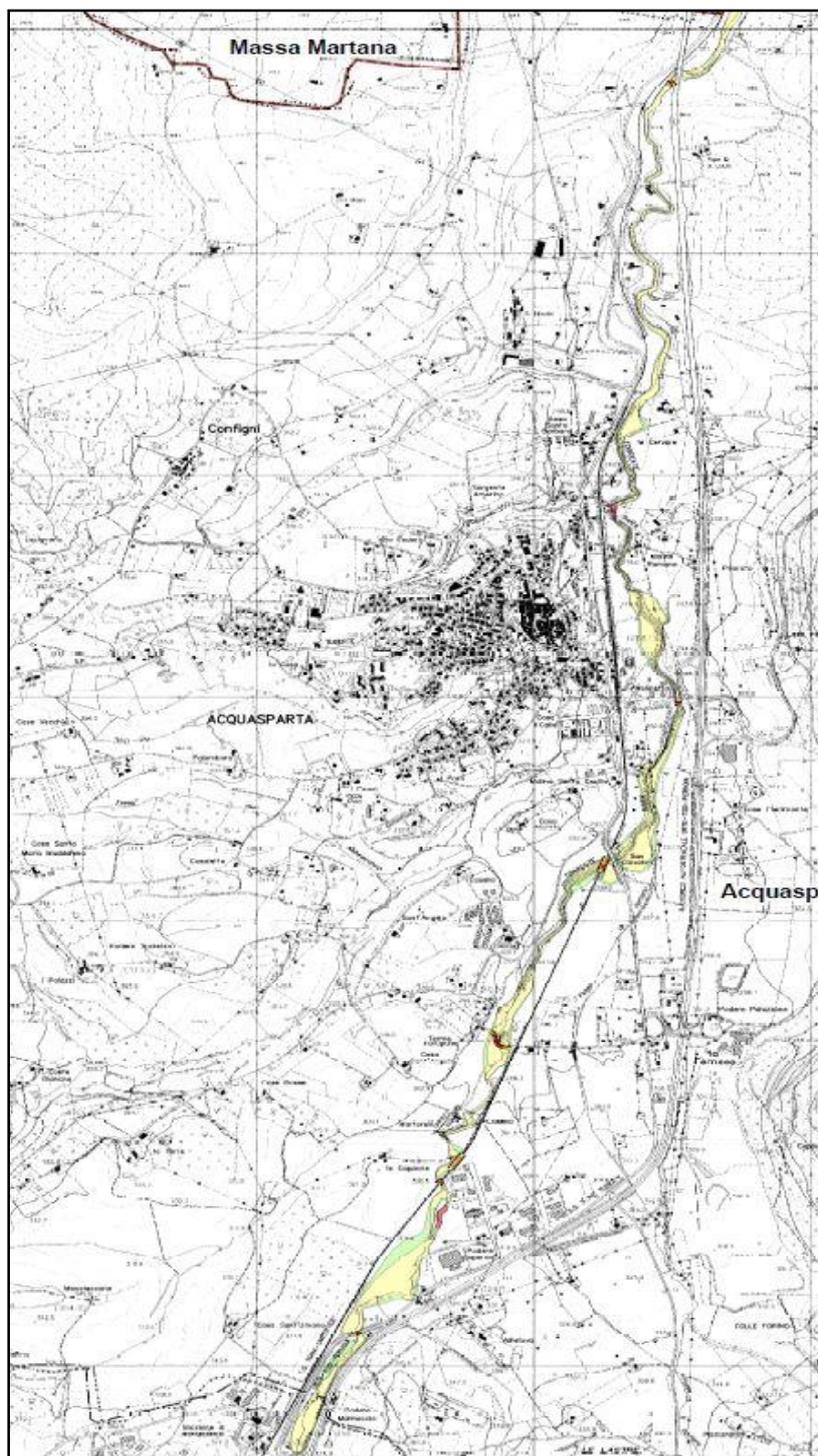
**Fig.14:** Stralcio Tav. G4 PS – Carta vulnerabilità degli acquiferi



**Classi di pericolosità**

- P3 - elevata probabilità (alluvioni frequenti)
- P2 - media probabilità (alluvioni poco frequenti)
- P1 - bassa probabilità (alluvioni rare di estrema intensità)

*Fig.15: Stralcio Tav. 47P – Mappe della pericolosità – Piano gestione del rischio idraulico*



**Classe di Rischio**

- R4 - Rischio molto elevato
- R3 - Rischio elevato
- R2 - Rischio medio
- R1 - Rischio moderato o nullo

*Fig.16: Stralcio Tav. 47R – Mappe del rischio – Piano gestione del rischio idraulico*

## SETTORE ORIENTALE

**Richieste N.:** 7, 18, 39, 40, 47, 48, 104

**Geologia:** questo settore è caratterizzato dall'affioramento dei termini del Complesso Carbonatico Umbro; le formazioni appartenenti a questo complesso tutte riconducibili alla grande successione litologico-sedimentaria Umbro-Marchigiana, affiorano lungo il margine della dorsale dei Monti Martani. Le Formazioni prevalentemente carbonatiche, che affiorano estesamente nell'area, appartengono tutte alla serie stratigrafica giurassico-oligocenica, detta "Umbro-Marchigiana", costituita dai seguenti termini a partire dal basso: Calcere Massiccio, Bugarone di Case Canepine, Corniola, Rosso Ammonitico, Calcari Diasprigni, Maiolica, Marne a Fucoidi, Scaglia Rossa, scaglia Variegata e Scaglia Cinerea. A questa serie appartengono formazioni sia essenzialmente calcaree e selcifere (Calcere Massiccio, Corniola, Diaspri, Maiolica), sia calcareo-marnose (Calcari Diasprigni, Scaglia Rossa), che prevalentemente marnoso-calcaree (Rosso Ammonitico, Marne a Fucoidi, Scaglia Variegata e Scaglia Cinerea). Oltre alle Formazioni della successione Umbro-Marchigiana, riscontriamo anche la presenza dei depositi della successione pelagica e torbiditica, costituita dalle unità del Bisciario e dello Schlier (Fig.17).

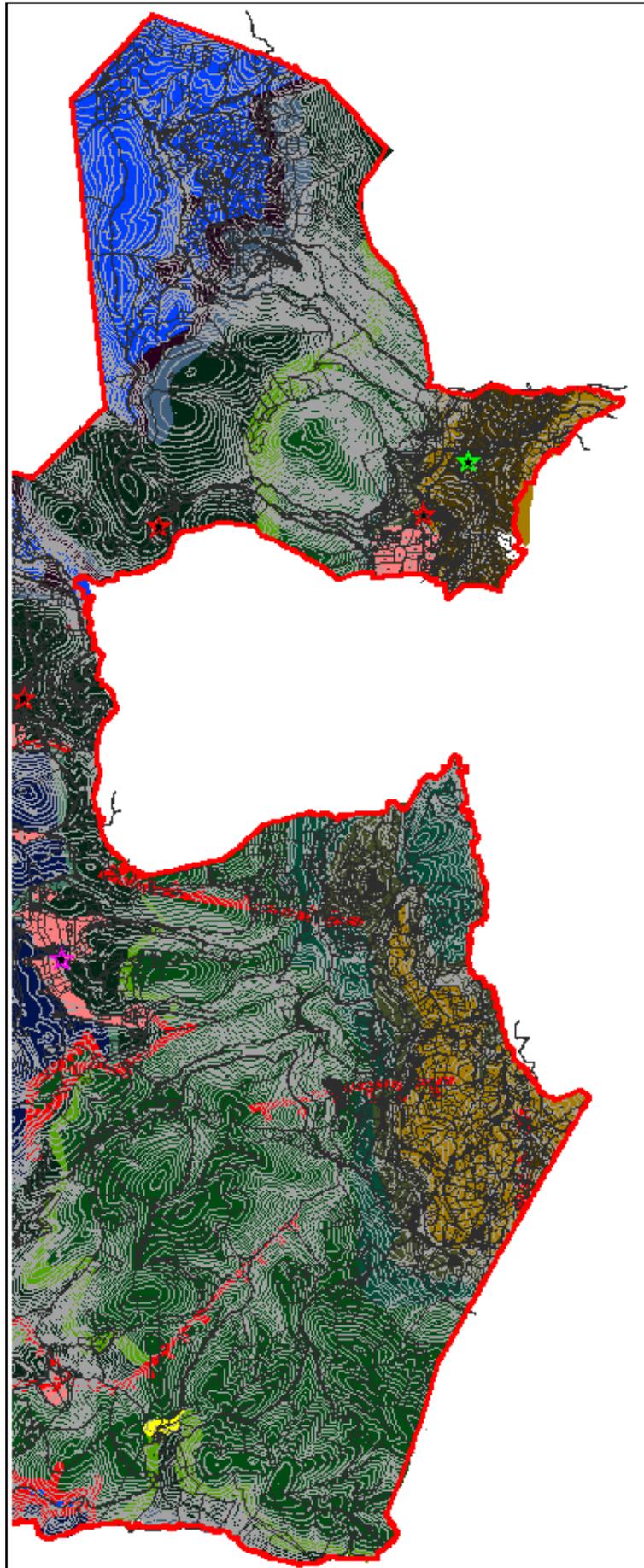
**Geomorfologia:** dalla fascia pedemontana caratterizzata da pendii dolci e presenza di materiali detritici compresa la coltre di copertura di terreni vulcanici, che hanno dato a questi terreni particolari caratteristiche anche da un punto di vista agrario, si passa direttamente ai rilievi carbonatici con salti di pendenza accentuati e una morfologia aspra con alcune valli strette marcate e solcate da incisioni profonde. La stabilità dei terreni vista anche la presenza di materiali litoidi è comunque buona senza particolari problematiche (Fig.18).

**Idrogeologia:** la circolazione idrica sotterranea è prevalentemente concentrata nei complessi idrogeologici calcarei e nei travertini litoidi fratturati e sabbiosi. I principali acquiferi carbonatici si riscontrano all'interno dei complessi idrogeologici della Scaglia Calcarea, della Maiolica e dei Calcari di Base. Come noto in letteratura sia nel complesso della Maiolica che in quello dei Calcari di Base è presente una circolazione idrica fortemente condizionata dalla fatturazione e dal carsismo che va ad alimentare una falda di base con drenaggio prevalente verso la zona di recapito finale del sistema sorgentizio di Stifone presente a circa 20 km dalla dorsale martana (Di Matteo e Dragoni, 2006; Boni, 2000). Nel complesso della Scaglia Calcarea, come evidenziato da Di Matteo e Dragoni (2006), è presente una circolazione idrica che alimenta delle sorgenti al di fuori del territorio comunale con esclusione della sorgente di Firenzuola

(Fig.19). Va inoltre precisato come in prossimità di Canepine è presente una sorgente alimentata dall'acquifero della Maiolica tamponata dalle Marne a Fucoidi. Nel versante occidentale della Dorsale Martana è presente una piccola emergenza in località Portaria al contatto Maiolica-Fucoidi, ed una in località Castel Del Monte, sempre al contatto tra i complessi sopra citati. Va messo in evidenza come le informazioni piezometriche sulla dorsale martana sono praticamente nulle e quindi tutte le considerazioni sulla circolazione idrica derivano dagli studi esistenti e comunque da ipotesi basate sui bilanci idrogeologici redatti da Di Matteo e Dragoni (2006) e Boni (2000).

**Condizioni di rischio idraulico:** in questo settore di territorio comunale le mappe di “pericolosità” e di “rischio” del *PIANO DI GESTIONE RICHIO ALLUVIONI – DISTRETTO IDROGRAFICO DELL'APPENNINO CENTRALE* dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, non hanno individuato aree a rischio idraulico (Fig.re 20-21).

**Considerazioni conclusive:** sulla scorta delle informazioni acquisite, tenuto conto delle condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e di rischio idraulico per le richieste pervenute non sussistono impedimenti all'accoglimento delle proposte di variante.



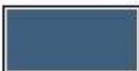
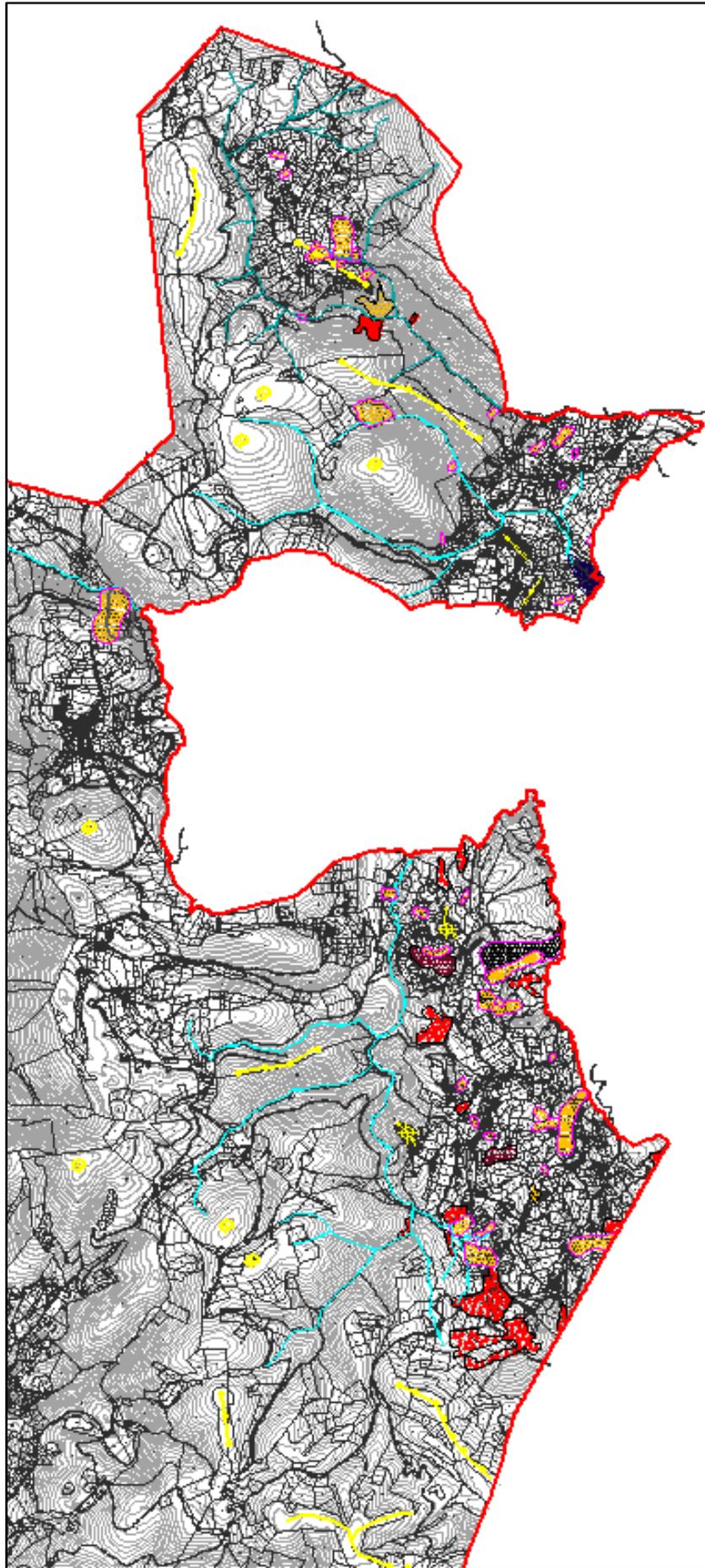
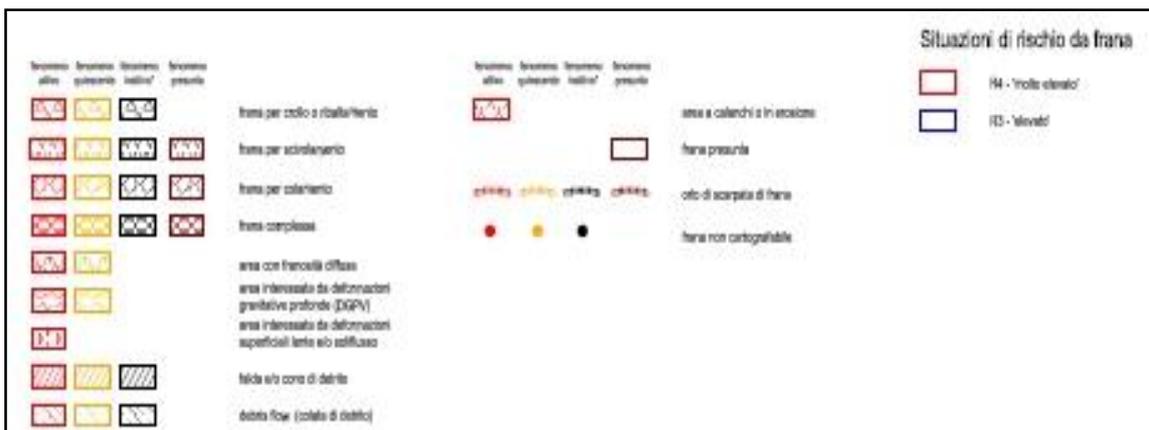
COMPLESSO CARBONATICO UMBRO	
	<b>Etusiano</b> Calcarei Marnosi grigio scuri e Marne Grigie, nella parte bassa sono presenti strati di selce nera e sottili intercalazioni di vulcanodati e tuffi o tracce all'alternanza. (Aquilano inf. - Burdighiano pp.)
	<b>Scaglia Cinerea</b> Marne e Marne Argillose grigio verdi o grigio cenere alternate alla base a Calcarei Marnosi grigi in strati con spessore da decimetrico a centimetrico. Localmente sono presenti intercalazioni di calcareniti grigie. (Eocene Sup. - Oligocene inf.)
	<b>Scaglia Variegata</b> Marne e Marne argillose rosse e grigio verdi con intercalazioni di calcari marnosi rossi e calcareniti. Stratificazione sottile ritmica. (Eocene Medio - Sup)
	<b>Scaglia Rossa</b> All'interno di questa formazione è stata ricompresa anche la formazione della Scaglia Bianca che è presente solo o sud di Postasa con limitati spessori. Si tratta di calcari micenici rossi più raramente biancastri alternati a interstrati pelitici molto sottili, sono presenti liste e noduli di selce spessa. La parte Cretacea della formazione presenta strati più spessi 30 cm circa prevalentemente calcarei. (Turroni ano pp - Eocene Medio)
	<b>Marne a Fucoidi</b> Marne e calcari Marnosi sottilmente stratificati (10-30 cm), grigi, viola o verdastri con impronte organiche (Fucoidi, Condridae), alternati a interstrati pelitici bituminosi (Ambiente sedimentazione temporaneamente anossico) lo spessore della formazione non supera i 30 metri. (Aptiano - Alfi ano)
	<b>Mafolica</b> Calcarei micenici bianchi o grigi a frattura concoidale in strati regolari da sottili a medi (20-50 cm). lo spessore della formazione può raggiungere nelle serie complete i 150 metri nelle aree di alto strutturale raggiunge invece i 50 metri. (Titonico - Aptiano)
	<b>Calcarei Disprigni</b> Visto lo spessore sono stati catalogati unitamente ai Calcarei e Marne e Posidonie. Calcarei Marnosi nocciola e calcari siliaci intercalati a selce cenere di colore rosso o verde, a stratificazione sottile. In alcune aree il litotipo è rappresentato interamente da selce di colore rosso. Lo spessore massimo è di circa 30 metri nelle serie complete. (Aaleniano Titonico)
	<b>Rosso Armonitico</b> Calcarei e Calcarei Marnosi rosa-rosso mattone o verdi sottilmente stratificati con frequente struttura nodulare alternati ad argilliti o argille marnose. Spessore max. 30-35 metri. (Toarciano pp. Aleniano)
	<b>Comola</b> Calcarei micenici grigio scuri a frattura concoidale con liste e noduli di selce. nelle zone di alto strutturale lo spessore può variare da 25 a 30 metri in tutti gli altri casi lo spessore è compreso tra 30-100 metri. (Lias Medio)
	<b>Bugazione di Case Canepire</b> (Sineruziano p.p - Titonico) Calcarei micenici grigio nocciola a cui seguono calcari marnosi, la successione condensata di alto strutturale sottintende interamente l'intervallo stratigrafico corrispondente alla formazione della Corna da del Rosso Armonitico dei Calcarei Selciferi della Successione Umbro-marchigiana. Lo spessore non supera i 20 metri.
	<b>Calcarei Massiccio</b> Calcarei mai stratificati o massivi di colore variabile da bianco al beige. La formazione non affiora in tutto il suo spessore (Hettangiano)

Fig.17: Stralcio Tav. G1 PS – Carta geologica

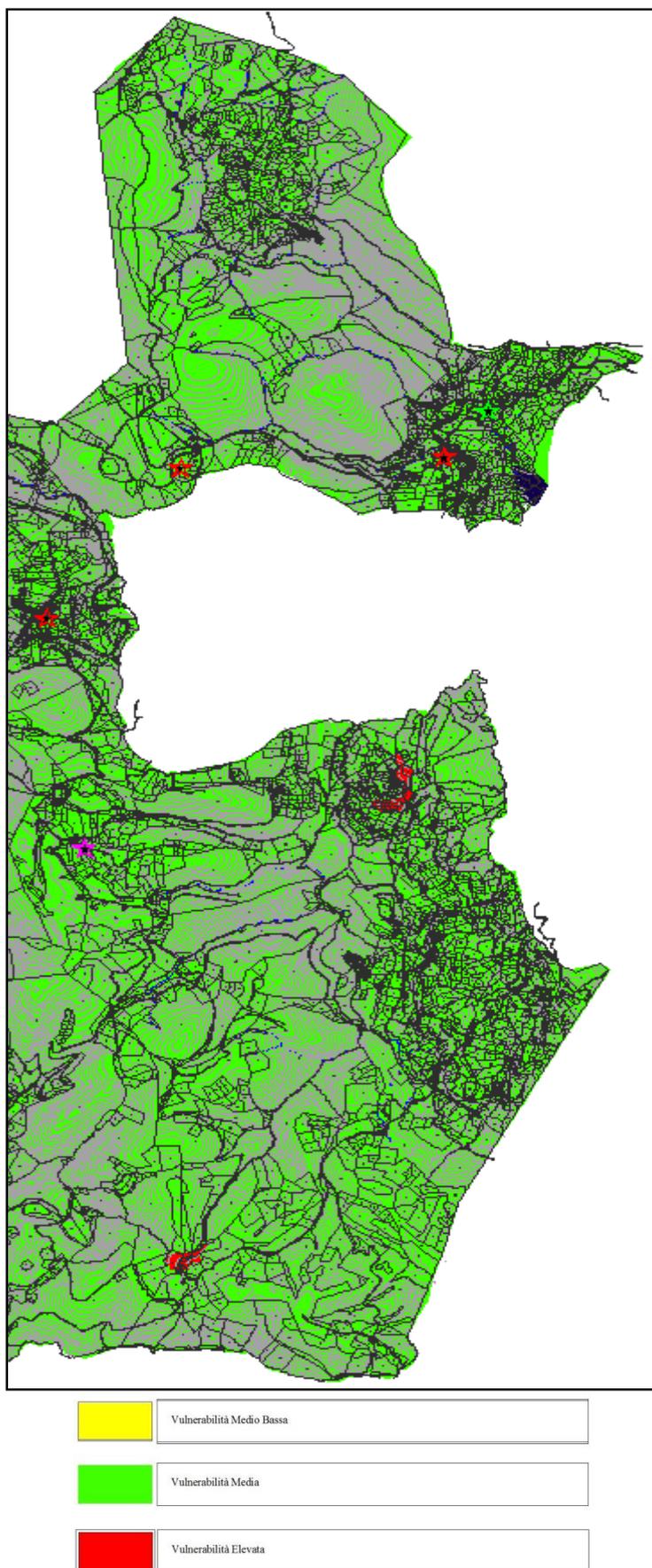


	LAGHI
	IDROGRAFIA SUPERFICIALE
	DORSALE STRETTA E ALLUNGATA
	PICCO ISOLATO , CUCUZZOLO
	AREA A RISCHIO ESONDABILITA' PAI

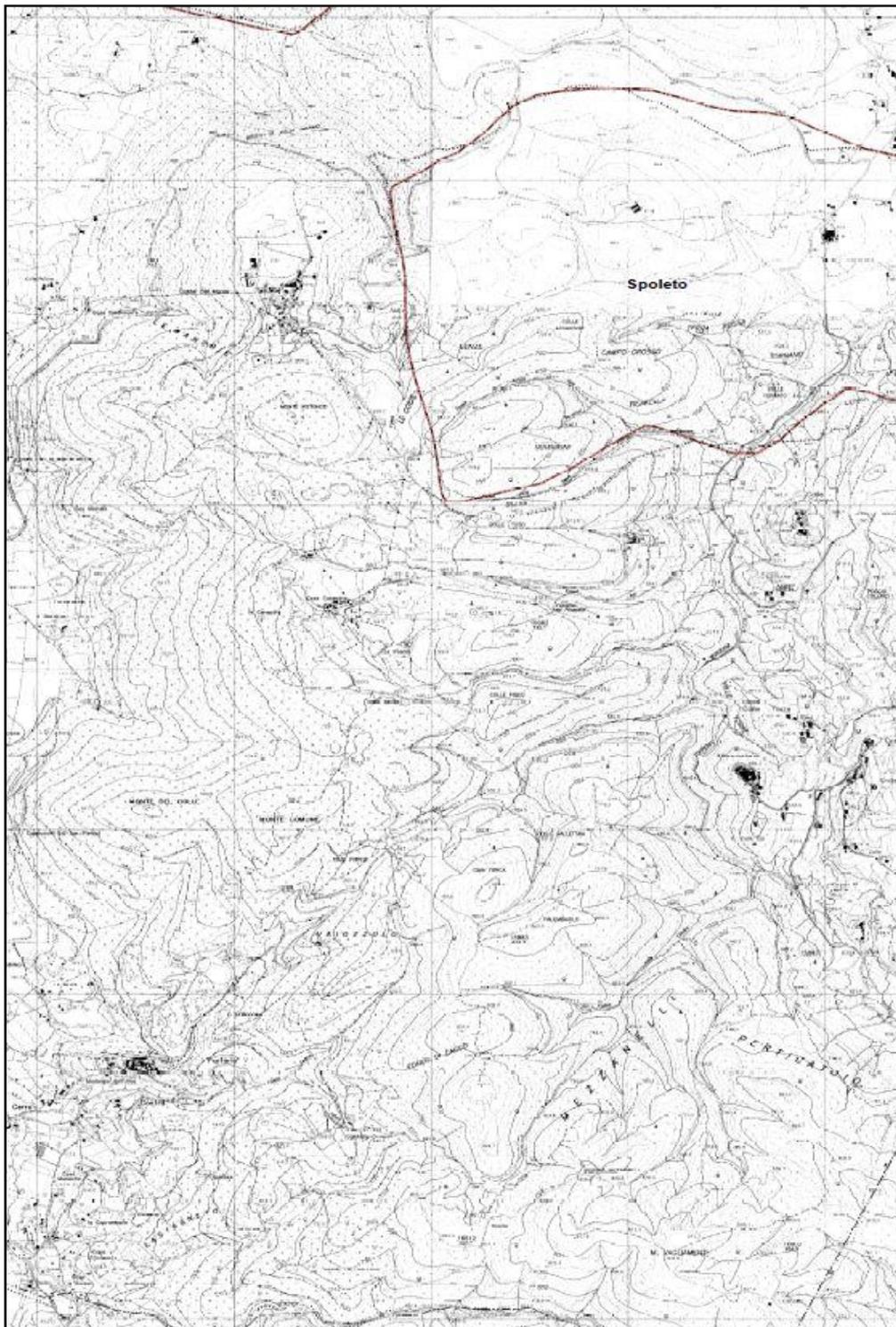


Inventario fenomeni franosi IFFI

Fig.18: Stralcio Tav. G2 PS – Carta geomorfologica



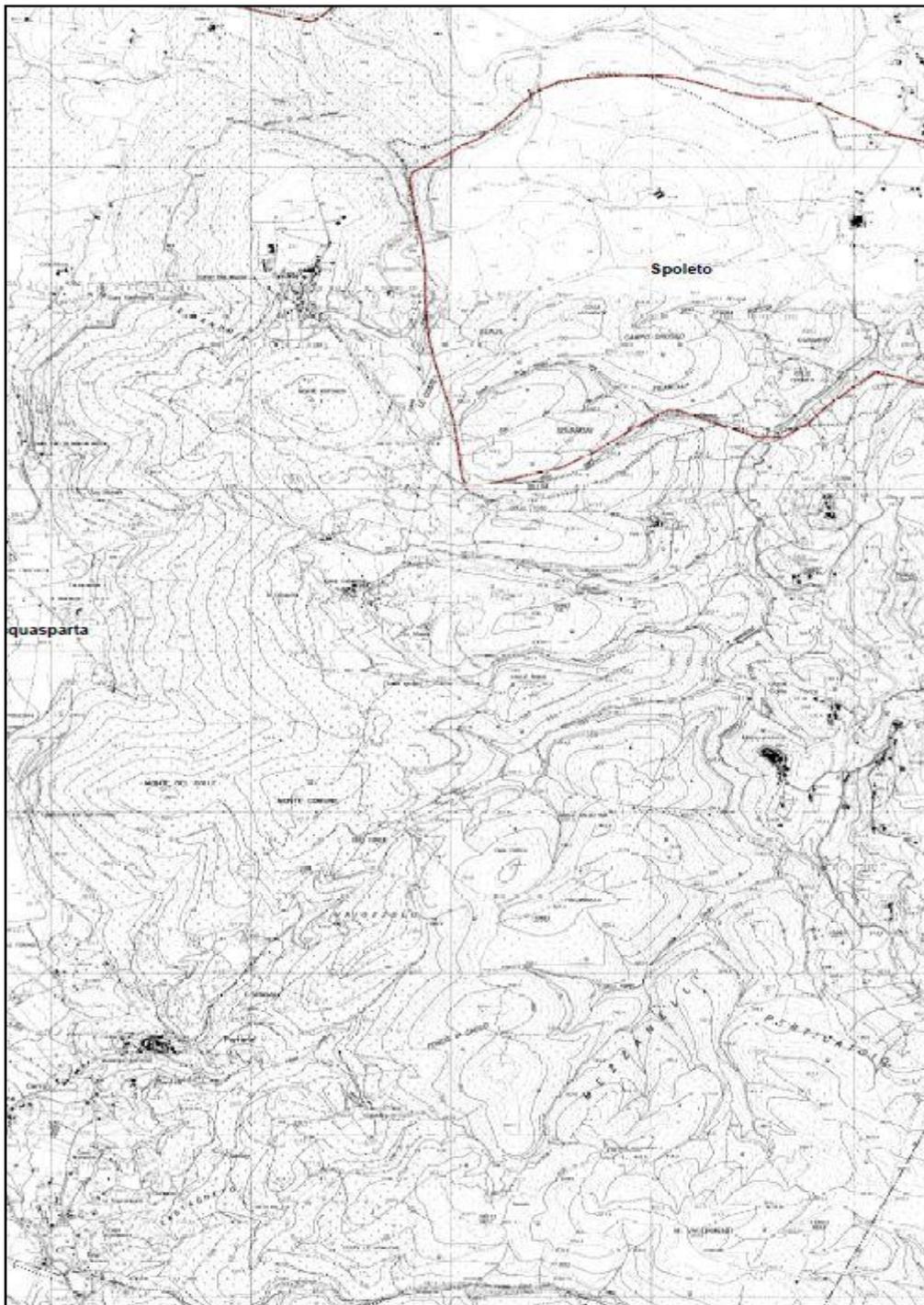
**Fig.19:** Stralcio Tav. G4 PS – Carta vulnerabilità degli acquiferi



**Classi di pericolosità**

- P3 - elevata probabilità (alluvioni frequenti)
- P2 - media probabilità (alluvioni poco frequenti)
- P1 - bassa probabilità (alluvioni rare di estrema intensità)

*Fig.20: Stralcio Tav. 47P – Mappe della pericolosità – Piano gestione del rischio idraulico*



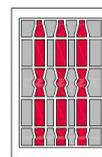
**Classe di Rischio**

- R4 - Rischio molto elevato
- R3 - Rischio elevato
- R2 - Rischio medio
- R1 - Rischio moderato o nullo

*Fig.21: Stralcio Tav. 47R – Mappe del rischio – Piano gestione del rischio idraulico*



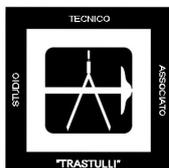
**COMUNE DI ACQUASPARTA**



**REGIONE UMBRIA**

**Procedura di Verifica di Assoggettabilità a VAS relativa alla Variante Parziale al P.R.G. Parte Strutturale e Parte Operativa del Comune di Acquasparta ai sensi dell'art.12 del D.Lgs. 152/2006 e art.9 L.R. 12/2010**

**RELAZIONE SULLA STABILITA' DEL PENDIO LOC. CASIGLIANO - (SCHEDA 044)  
RELAZIONE ILLUSTRATIVA - IN RISPOSTA AL PARERE DEL SERVIZIO GEOLOGICO DELLA REGIONE UMBRIA**



**STUDIO TECNICO ASSOCIATO "TRASTULLI"**  
dei geologi Carcascio Paolo, Listanti Francesco e Trastulli Sandro  
Via A. Bartocci, 14/c - 05100 TERNI tel 0744-286860  
cell: 337-767607 (San) 347-4980352 (Pao) 347-4979971 (Fra)  
PEC: studioassociatogeol@pec.it  
e-mail: info@studiotecnicoassociatotrastulli.com



**Luglio 2019**

**INDICE**

<b>1- PREMESSA</b>	<b>pg.2</b>
<b>2. - ASSETTO GEOLOGICO E MORFOLOGICO DELL'AREA</b>	<b>pg.2</b>
<b>3. - ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO</b>	<b>pg.7</b>
<b>3.1.- Verifiche di stabilità del pendio attraverso software tecnico-scientifico SSAP 2010</b>	<b>pg. 10</b>
<b>4. - CONCLUSIONI</b>	<b>pg. 13</b>

## 1. – PREMESSA

In merito al procedimento di cui all'oggetto e tenuto conto delle intese emerse nel corso della riunione tenutasi on data 02 luglio 2019 alla presenza del Geol. Andrea Motti Responsabile di Sezione del Servizio Geologico della Regione Umbria, del Geol. Sonia Mariuccini e del Geol. Gianluigi Simone rispettivamente Funzionari dello stesso Servizio Geologico, lo scrivente in qualità di Tecnico incaricato dall'Amministrazione Comunale ed estensore degli studi a carattere geologico svolti a corredo della variante parziale al P.R.G. del Comune di Acquasparta (TR), rimette la verifica di stabilità del pendio interessato dalle nuove previsioni urbanistiche di cui alla "Scheda 044" allegata alla Relazione Illustrativa, su cui grava il dissesto (presunto), riportato nelle cartografie ufficiali dell'IFFI.

## 2. – ASSETTO GEOLOGICO E MORFOLOGICO DELL'AREA

Il territorio comunale di Acquasparta è delimitato dalle dorsali montuose dei Monti Martani ad E e dei Monti di Amelia ad W mentre a N e a S, il territorio comunale si protrae verso la pianura di Todi e la Cona Ternana.

Tale area costituisce una parte del settore meridionale di un vasto bacino sedimentario avente una estensione di circa 1800 Km<sup>2</sup> e denominato Bacino Tiberino. Il Bacino Tiberino era un bacino intermontano posto nel settore orientale della catena appenninica e formatosi nel Pliocene a seguito di una tettonica distensiva, che causa la frammentazione della catena stessa.

I nuclei carbonatici delle due dorsali emergono dai depositi terrigeni del Dominio Umbro interno ad W dei rilievi dell'Appennino centrale Umbro-Marchigiano; questi, sono costituiti da una catena a convessità orientale formata da pieghe e sovrascorrimenti che hanno deformato e traslato verso E-NE un multilayer sedimentario con forte contrasto di competenza. Tale settore dell'Appennino, fu coinvolto nell'orogenesi Ercinica solo a partire dal Miocene medio.

Queste formazioni sono seguite da una successione pelagica ed emipelagica di età compresa tra il Lias medio e il Miocene medio, quest'ultima si presenta ben stratificata, costituita da varie alternanze di calcari, calcarei silicei, calcari marnosi e marne con spessori variabili tra 1200 e 1700 m, in relazione alla presenza di variazioni di spessore accumulate durante eventi tettonici sinsedimentari (soprattutto giurassici e cretaci).

In questo intervallo di tempo, l'Appennino Umbro-Marchigiano entrò in regime orogenetico; il progressivo corrugamento modificò continuamente la morfologia dei fondali ed esercitò uno stretto controllo sulla sedimentazione.

Le prime fasi del corrugamento furono accompagnate dalla individuazione di bacini di avanfossa, orientali in senso appenninico, che si spostarono progressivamente verso E a spese

dell'avanpaese. Le successioni sedimentarie che si deposero in questi bacini sono caratterizzate dalla presenza di elevati spessori di torbiditi silico-clastiche spessi 2000-3000 m, appartenenti ad un bacino d'avanfossa migrante verso NE e corrispondente con l'avanzamento della fase tettonica compressiva lungo la stessa direzione (Formazione marnoso-arenacea, Burdigaliano p.p -Tortoniano inf.).

La catena appenninica Umbro-Marchigiana si è formata nell'intervallo Miocene sup.-Pliocene, inizialmente si è avuta la formazione delle dorsali più interne e successivamente la deformazione è migrata verso NE formando le strutture più esterne; l'unità strutturale Narnese-Amerina rappresenta una delle prime dorsali umbre formatesi a seguito dell'orogenesi appenninica. E' poi avvenuta la riattivazione del sovrascorrimento di Narni con traslazione dell'unità Narnese-Amerina sulle unità già strutturate dei M. Martani e dei M. Sabini, tra il Messiniano sup. ed il Pliocene inf.

Contemporaneamente alla migrazione della compressione verso NE, una fase distensiva inizia ad interessare l'area di catena a partire dal Pliocene medio - sup. con un sistema di faglie dirette aventi direzione NW - SE. Questa fase distensiva ha causato la formazione delle principali depressioni dell'Italia centrale, orientate in direzione NW-SE; quest'ultime sono state successivamente interessate da sedimentazione continentale prevalentemente fluvio-lacustre.

Una delle maggiori depressioni dell'Italia centrale è il bacino Tiberino che taglia da N a S l'Umbria, per una lunghezza complessiva di 120 km ed una larghezza media di 10 km; essa si sviluppa dall'alta valle del Tevere e all'altezza di Perugia si divide in due rami, uno sud-orientale fino a Spoleto ed uno sud-occidentale fino a Terni.

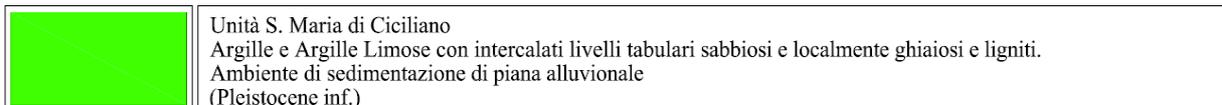
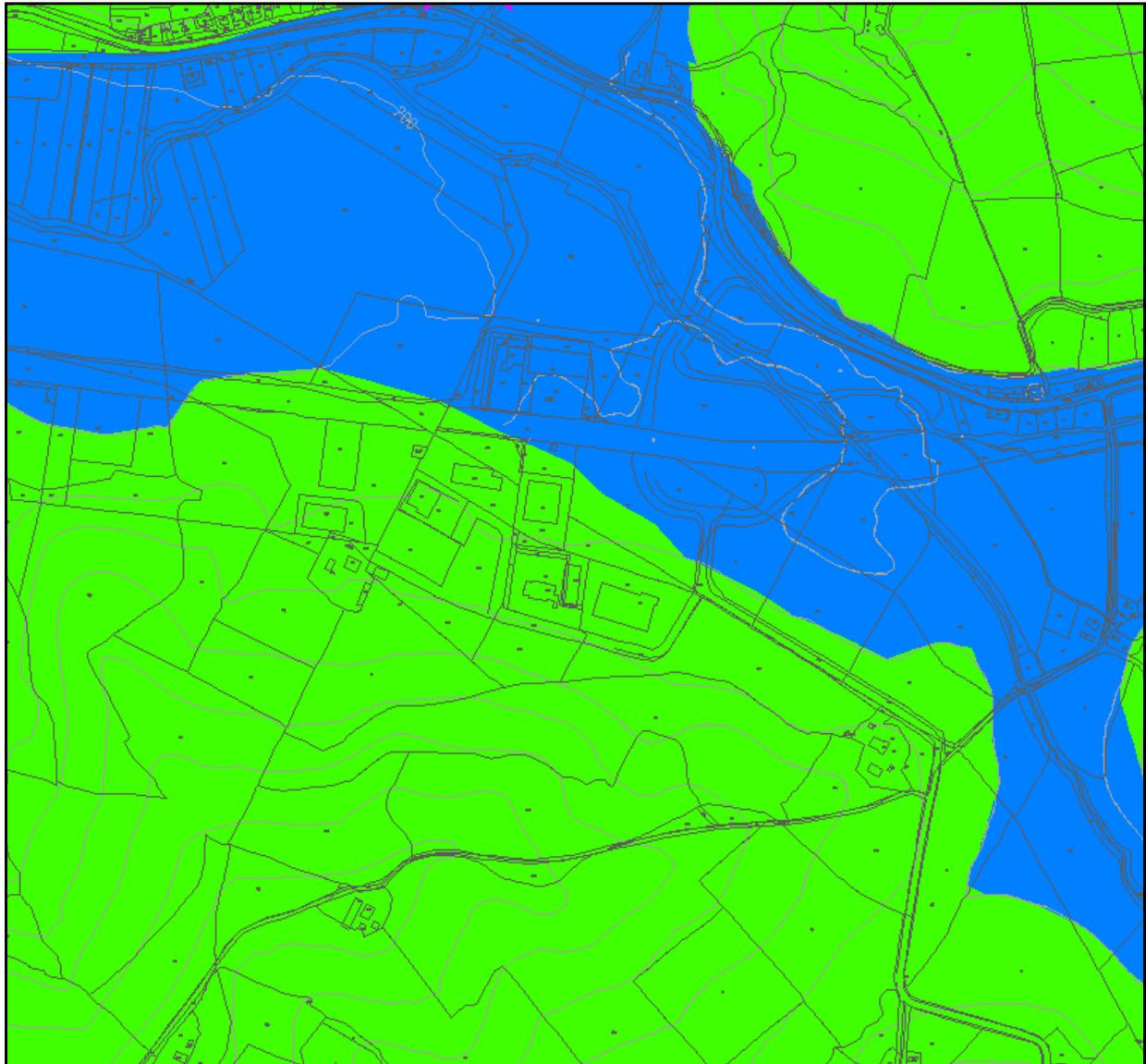
L'ambiente di sedimentazione all'interno del Bacino Tiberino risulta non essere omogeneo, si osservano passaggi laterali e verticali tra depositi lacustri, palustri, deltizi e di piana alluvionale. Studi sedimentologici sono stati condotti da *Basilici (1993)* nel settore meridionale del ramo sud-occidentale in cui sono state distinte quattro unità litostratigrafiche. La più antica è l'Unità di Fosso Bianco (UFB) indicante un ambiente di sedimentazione lacustre profondo databile al Pliocene inf., è costituita da materiali argillosi associati a corpi deltizi ghiaioso - sabbiosi sedimentatisi in corrispondenza del bordo del bacino. Segue l'Unità di Ponte Naia (UPN) riconducibile ad un corpo di conoide alluvionale.

In discordanza angolare su entrambe le formazioni precedenti si è deposta l'Unità di S. Maria di Ciciliano (USMC), attribuibile al Pleistocene inf., i cui depositi si sono formati in un ambiente di piana alluvionale. In continuità stratigrafica con l'Unità di S. Maria di Ciciliano è stata osservata l'Unità di Acquasparta (UA), costituita da depositi definibili come travertini s.s., formati in ambiente lacustre e palustre e indicanti, in alcuni casi, condizioni di emersione; l'età di tali depositi è presumibilmente ricollegabile al Pleistocene inf.\_

La storia post-ercinica della nostra Regione e quindi del territorio in esame, può essere ricondotta a tre principali momenti vale a dire:

- tra il Trias e il Miocene prevalse la sedimentazione in aree subsidenti che andavano ad articolarsi anche in modo complesso;
- tra il Miocene e l'Attuale prevalse la deformazione tettonica che generò l'Appennino Umbro-Marchigiano e condizionò in modo più diretto la sedimentazione;
- nel Quaternario dominò la morfogenesi che sovrappose processi tettonici e sedimentari.

I risultati del rilievo geologico-strutturale condotto da altri Autori in occasione degli studi di settore svolti a corredo del vigente P.R.G., è possibile osservare che nell'estremo settore occidentale del territorio comunale, affiorano i termini fluvio-lacustri del Bacino Tiberino; nella fattispecie, questi sono riconducibili alla **Unità di Santa Maria in Ciciliano** (Fig.1), caratterizzata da limi argillosi e argille limose intercalati da importanti corpi sabbiosi le cui strutture sedimentarie suggeriscono un ambiente meandri forme con canali fluviali e pianure di inondazione, e limi sabbiosi frammisti a detrito di falda. PLEISTOCENE inf.



**Fig. 1:** Stralcio carta geologica Tav. G1 PS vigente P.R.G

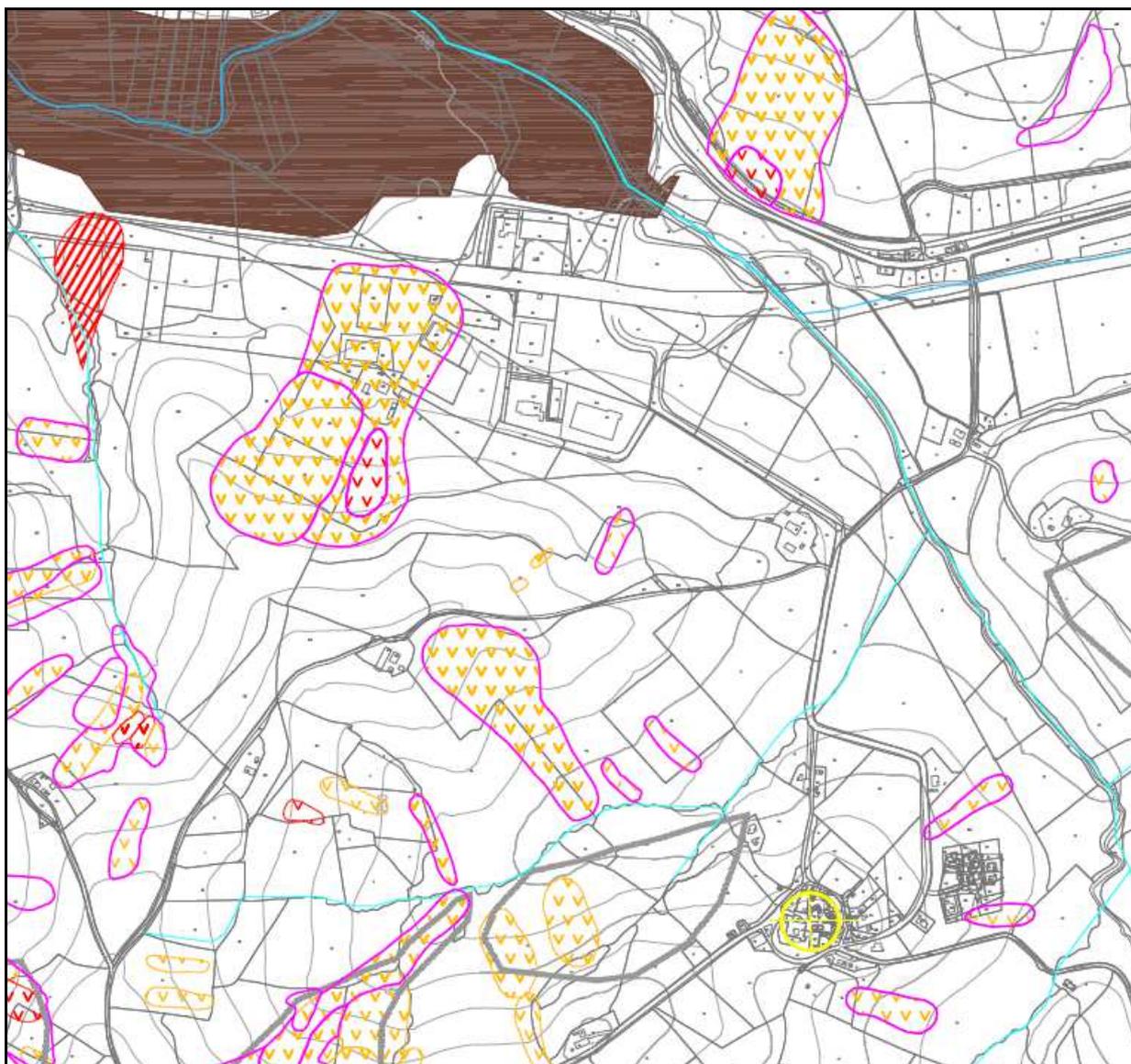
Lo scenario morfologico del territorio comunale è fortemente condizionato dall'assetto geologico-strutturale che lo caratterizza, infatti, prendendo a riferimento come limite naturale la stretta valle alluvionale del Torrente Naia, possiamo contraddistinguere due macro aree una ad W e una ad E, che si raccordano dolcemente con le quote più basse.

Il torrente Naia rappresenta l'asse drenante del reticolo idrografico superficiale principale con un andamento da Sud a Nord. La restante parte del reticolo idrografico è dato da Fossi a carattere

Stagionale con esclusione dei principali Fosso di Portaria e Fosso Martorelli che rappresentano i maggiori tributari oltre a locali sorgenti che confluiscono nel Naia stesso.

Il settore occidentale è contrassegnato dalla presenza in affioramento dei termini meno competenti delle Unità fluvio-lacustri del Bacino Tiberino; le forme arrotondate di tali rilievi che come si evince dalla *Tav. G2 PS rev.* non superano i 400 m s.l.m., segnano il passaggio dalla zona di affioramento dei travertini (settore centrale), verso le sabbie e sabbie argillose.

In quest'area si registra la presenza di numerose forme di dissesto la maggior parte delle quali superficiali, concentrate nella zona compresa tra Rosaro e Casigliano (Fig.2).



**Fig. 2:** Stralcio carta geomorfologica *Tav. G2 PS* vigente P.R.G – rev. Marzo 2019

### 3. - ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO

Il grado di stabilità di un pendio, in condizioni statiche o dinamiche (per azioni sismiche), nei confronti di movimenti gravitativi, viene valutato attraverso la determinazione del cosiddetto "FATTORE O COEFFICIENTE DI SICUREZZA" indicato con il simbolo **Fs**.

I metodi di calcolo di **Fs** impiegati si basano sulle tecniche di verifica dette *LIMIT EQUILIBRIUM METHOD* (che di seguito indicheremo sempre come **LEM**), (*Duncan 1996; Krahn 2003*). Nei metodi LEM il calcolo di **Fs** viene effettuato su una specifica superficie di scivolamento definita entro un pendio.

Dato che le porzioni potenzialmente instabili sono definibili in un spazio 3D il calcolo viene sviluppato sopra una striscia rappresentativa di larghezza unitaria, quindi bi-dimensionale (2D) della superficie di potenziale scivolamento.

Nella applicazione del metodo dell'equilibrio limite tale superficie separa la parte di pendio stabile da quella potenzialmente instabile. La parte stabile inferiore rimane indeformata e non subisce rotture. Si suppone che la massa superiore, fino al momento della rottura, non subisca deformazioni. Collapsi e deformazioni sono posteriori allo sviluppo di una superficie di rottura. Viene quindi assunto un comportamento a rottura rigido perfettamente plastico: non si deforma fino a quando non arriva a rottura. Tuttavia il valore di **Fs** (e quindi il suo grado di stabilità o propensione al movimento) si riferisce alle condizioni precedenti al fenomeno di rottura.

Per ogni superficie di potenziale scivolamento si può quindi derivare lo sforzo di taglio totale mobilitato  $\tau_m$  (domanda) e la resistenza al taglio disponibile  $\tau_f$  (capacità) e quindi è possibile definire **Fs** come:

$$F_s = \frac{\tau_f}{\tau_m}$$

Usando ad esempio il criterio di rottura Mohr-Coulomb: **Fs** è il fattore per cui occorre dividere i parametri della resistenza al Taglio del terreno lungo i vari tratti della superficie, per provocare la rottura del pendio lungo tutta la superficie considerata e nel medesimo tempo, ovvero:

$$\tau_f = \frac{c'}{F_s} + \frac{\sigma' \tan \varphi'}{F_s}$$

che avverrà qualora sia verificata la condizione di eguaglianza tra sforzi mobilitati e disponibili, ovvero tra domanda e capacità.

Se **Fs** >1.0 siamo in condizioni di stabilità, mentre per **Fs**<1.0 siamo in condizioni instabili dovuti a un generalizzato deficit di resistenza. Un altro assunto fondamentale dei metodi LEM è che

nel caso di variabilità delle caratteristiche di resistenza al taglio lungo la superficie di scivolamento, sebbene  $F_s$  possa essere in realtà localmente variabile, si assume che  $F_s$  sia costante lungo tutta la superficie di potenziale scivolamento assunta. Ovvero abbiamo dovunque la medesima frazione di resistenza al taglio mobilitata rispetto a quella massima mobilitabile.

$F_s$  deve essere valutato entro un preciso riferimento spaziale. E' perciò necessario considerare una potenziale superficie di scorrimento nella massa del pendio e valutare tutte le forze (e momenti) agenti (ovvero che inducono lo scivolamento) e resistenti (che si oppongono allo scivolamento) su detta superficie. In pratica, essendo infinite le superfici di scivolamento possibili,  $F_s$  viene valutato per ognuna delle superfici di un campione rappresentativo, generate con un certo criterio entro il volume del pendio assunto.

In tal modo il " **FATTORE DI SICUREZZA** " del pendio sarà quello che compete alla superficie di scorrimento con  $F_s$  più basso . Tale superficie è detta anche " **SUPERFICIE CRITICA** ". Una superficie di scivolamento assunta divide in due parti distinte il pendio. Superiormente abbiamo una massa potenzialmente instabile supposta rigida e inferiormente una massa rigida stabile.

Le forze agenti sono le componenti tangenziali del peso proprio della massa e degli eventuali sovraccarichi superficiali agenti sulla superficie di scivolamento, mentre le forze resistenti sono le resistenze al taglio mobilitate nei vari punti di detta superficie che dipendono dagli sforzi normali applicati e dalla resistenza al taglio locale del suolo.

Per procedere con il calcolo di  $F_s$  la massa potenzialmente instabile viene suddivisa in "fette" detti Conci delimitate da superficie verticali. Su ogni concio vengono valutate singolarmente le forze agenti e resistenti. Queste forze sono  $W$ =Peso del concio,  $S$ =Forza di taglio mobilitata sulla base del concio,  $N$ =Forza peso normale alla base del concio,  $U$ =Forza esercitata dal carico idraulico agente sulla base,  $T$ =Forza verticale interconcio,  $E$ =Forza orizzontale interconcio .

Quando tutti i parametri di interesse sono noti si passa al calcolo di  $F_s$ . L'algoritmo di calcolo può implementare uno dei diversi metodi esistenti nell'ambito dei modelli LEM dove i procedimenti di calcolo avvengono in modo iterativo. I vari metodi, *Bishop (1955)*, *Morgestern & Price (1965)*, *Spencer (1967)*, *Janbu (1973)* sono tutti riconducibili al " **General equilibrium method** " di *Fredlund et al. (1981)*, abbreviato con GLE. Questi metodi si diversificano per il tipo delle assunzioni e semplificazioni fatte per ridurre il numero delle incognite nel problema, tuttavia come mostrato in numerosi studi comparativi *Fredlund et al. (1981)*, *Duncan (1996)*, la differenza percentuale dei valori di  $F_s$  calcolati generalmente non supera il 10%, che è perfettamente compatibile con il grado di incertezza insito in tale tipo di analisi.

La normativa NTC2018 prevede che si possano valutare le condizioni di stabilità con il metodo degli spostamenti ovvero stimare gli spostamenti verticali indotti da un sisma di una determinata intensità locale in alternativa al metodo pseudostatico. Seguendo la definizione di *Biondi et al. 2011*, che è alla luce delle NTC2018 ancora pienamente valido: **“..lo studio del comportamento di un pendio in condizioni sismiche può essere eseguito mediante il metodo degli spostamenti, che permette una stima degli spostamenti permanenti indotti dal sisma. La valutazione delle condizioni di stabilità e in questo caso fornita dal confronto degli spostamenti indotti dal sisma con valori di soglia che individuano il raggiungimento di condizioni di stato limite, ultimo o di danno, per il pendio o per le opere che interagiscono con esso.”** (*Biondi et al. 2011*).

SSAP utilizza quindi il lavoro di *Biondi et al. 2011* in quanto conforme a le prescrizioni della NTC2018. *Biondi et al. (2011)* propongono una procedura semplificata che lega il coefficiente sismico critico **Kc**, determinato con un metodi numerici per una determinata superficie di scivolamento, e la accelerazione massima **a<sub>max</sub>** prevista in sito, con una stima semiprobabilistica dello spostamento atteso **So**. Il modello proposto da *Biondi et al.(2011)* e altresì **basato su un ampio database con un archivio con migliaia di reali (non sintetiche) registrazioni accelerometriche italiane** .

In prima analisi viene quindi calcolato per la specifica superficie il valore di **Kc** critico che porterebbe secondo il metodo pseudostatico il pendio a **F<sub>s</sub>=1.0** , ovvero in condizioni di stabilità critica. Secondo quanto indicato da *Sarma (1973)* è possibile esprimere il grado di stabilità del sistema mediante il valore del coefficiente Sismico orizzontale **K<sub>h</sub>** che produce **F<sub>s</sub>=1.0**.. Ovvero le condizioni al limite della stabilità quando si verifica che **K<sub>h</sub>=Kc**.

**Il procedimento per determinare su una superficie singola il valore di Kc è effettuato automaticamente da SSAP qualora in condizioni statiche, per una specifica superficie di scivolamento assunta dall'utente, risulti che FS>1.1.**

Successivamente alla determinazione del coefficiente sismico critico **Kc**, viene effettuata una analisi con il metodo semiprobabilistico degli spostamenti di *Biondi et al. (2011)*. Il valore degli spostamenti Normalizzati **So** è ottenuto da una relazione di tipo statistico per diverse famiglie di valori di **Kc**. Più alto sarà il valore di **Kc** più basso sarà il valore di spostamento verticale normalizzato atteso per un determinato valore di **a<sub>max</sub>**.

Una volta calcolato il valore **So** il valore definitivo degli spostamenti deve essere calcolato moltiplicando **So** per un fattore correttivo **Sr** che dipende dalla forma della superficie e dalla resistenza al taglio mobilizzata alla base della stessa superficie (**Bandini et al. 2015**).

$$S = So Sr$$

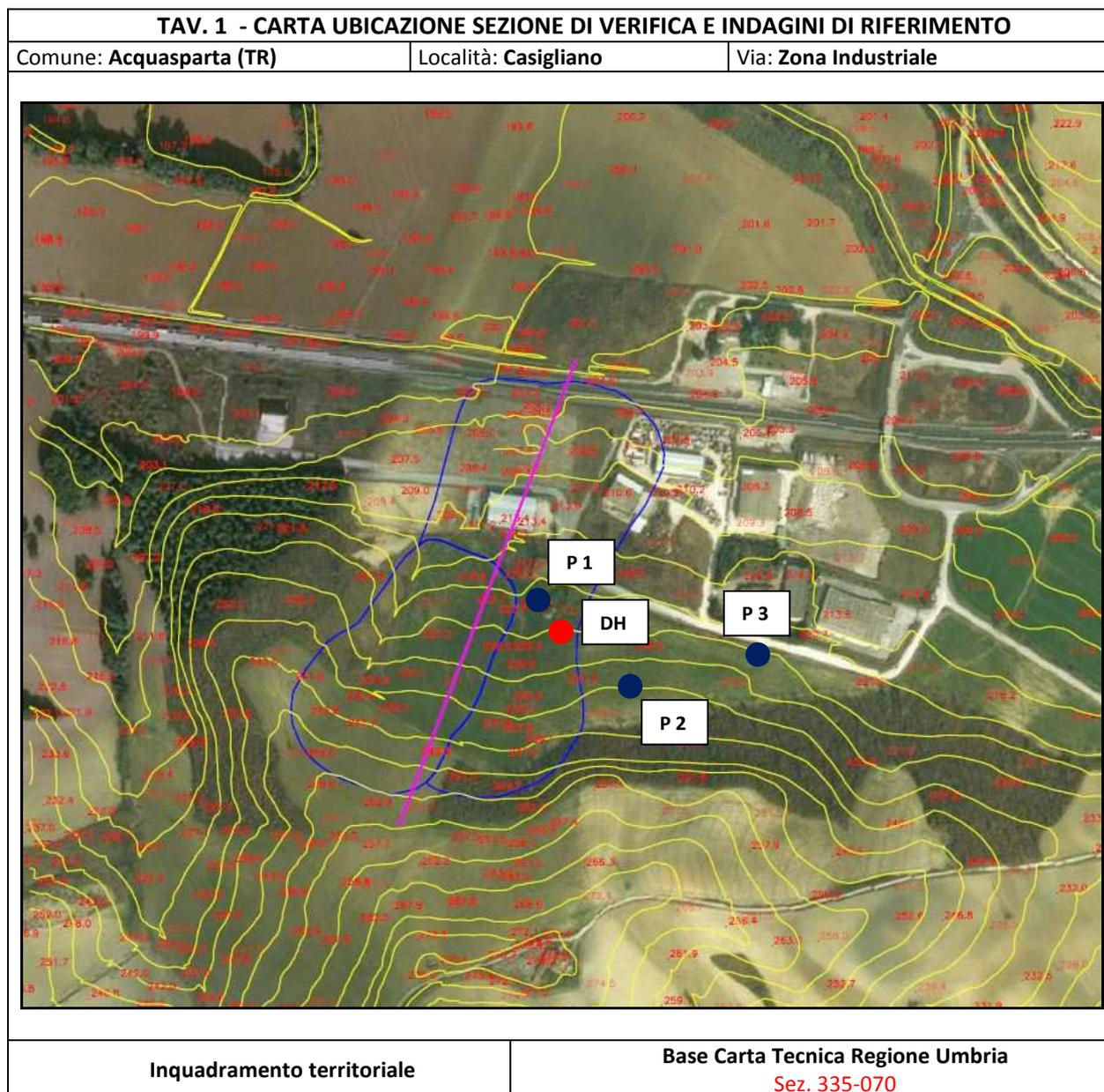
dove:

$S$  è il valore finale dello **spostamento medio verticale in (in cm)**;  $o S$  è il valore dello spostamento medio verticale normalizzato in (in cm);  $Sr$  è il coefficiente correttivo (adimensionale) che tiene conto della forma e della resistenza la taglio mobilizzata sulla superficie (*Bandini et al. 2015*).

### **3.1 – Verifica di stabilità del pendio attraverso software tecnico-scientifico SSAP 2010**

I parametri fisico-meccanici caratteristici dell'Unità litologica che affiora nell'area in parola, sono stati desunti dalle indagini geognostiche e geofisiche condotte in un'area contigua a quella in esame, da altro professionista, in occasione degli studi di microzonazione sismica di secondo livello eseguiti nell'anno 2012; le indagini prese a riferimento ed evidenziate in Tav.1, sono del tipo:

- sondaggio geognostico fino alla profondità di 30,0 m;
- n.3 prove penetrometriche dinamiche super pesanti (DPSH) denominate P1, P2, P3;
- indagine sismica MSW;
- indagine Down-Hole realizzata all'interno del sondaggio.



COMUNE DI ACQUASPARTA  
 Protocollo Arrivo N. 7602/2019 del 31-07-2019  
 Doc. Principale - Copia Documento

Dalla sintesi delle indagini condotte è stato possibile definire la serie litologico-stratigrafica che caratterizza i luoghi in esame; la stessa, risulta costituita da:

- 0,0 m – 3,80 m: limi argillo-sabbiosi a bassa consistenza;
- 3,80 m – 19,0 m: limi argillosi con livelli e lenti sabbiose da mediamente a molto consistenti;
- 19,0 m – 30,0 m: sabbie giallastre addensate.

La verifica è stata effettuata secondo la normativa vigente (NTC 2018) attraverso l'approccio 1 combinazione 2 (A2 + M2 + R2 con R2 = 1.1).

Di seguito si riportano i valori caratteristici delle Unità Litotecniche precedentemente descritte; in tale elaborazione, si fa presente che a favore della sicurezza, si considera soltanto il valore della coesione drenata :

**- Unità A: limi argillo-sabbiosi**

peso dell'unità di volume	$\gamma_n = 18 \text{ KN/m}^3$
resistenza al taglio non drenata	$C' = 25,5 \text{ KPa}$
angolo di attrito interno	$\phi = 22^\circ;$

**- Unità B: limi argillosi con livelli e lenti sabbiose**

peso dell'unità di volume	$\gamma_n = 20 \text{ KN/m}^3$
resistenza al taglio non drenata	$C' = 122.5 \text{ KPa}$
angolo di attrito interno	$\phi = 25^\circ;$

**- Unità C: sabbie giallastre addensate**

peso dell'unità di volume	$\gamma_n = 25 \text{ KN/m}^3$
resistenza al taglio non drenata	$C' = 0,00 \text{ KPa}$
angolo di attrito interno	$\phi = 30^\circ;$

La **Sicurezza** e le **Prestazioni** del pendio di studio collocato geograficamente alla **Lat. 42°,718288 N** e **Long. 12°,493585 E**, dovranno essere valutate in relazione agli **Stati Limite** che si possono verificare durante la **Vita Nominale**, che per tali "opere ordinarie" sono state valutate in **50 anni**.

La **Vita di Riferimento** sulla quale valutare le azioni sismiche di progetto risulta essere pari a 50,0 anni.

$$V_R = V_N * C_U$$

Con riferimento al modello geologico - stratigrafico locale, siamo in presenza di un deposito limo argilloso-sabbioso con  $V_{S_{eq}} = 406 \text{ m/s}$  , ovunque affiorante.

Si stabilisce quindi, per l'analisi delle accelerazioni sismiche di progetto, possono essere assimilati ad una **categoria di suolo di tipo B**.

Data la morfologia dell'area con pendenze medie che non superano i 10° di inclinazione, **(pendii con inclinazione media  $i < 15^\circ$ )** si considera, per l'analisi delle accelerazioni sismiche di

progetto, una **categoria topografica tipo T1.**

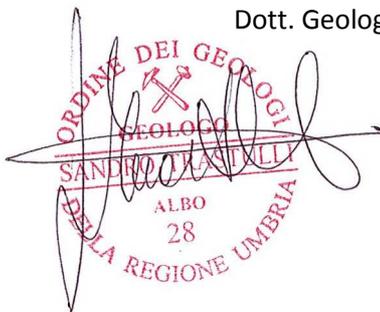
#### 4. - CONCLUSIONI

I risultati ottenuti dalle verifica di stabilità condotta, mostrano una globale stabilità del pendio confermati, nella realtà, dallo stato dei luoghi nel quale gli edifici e le vie di comunicazione esistenti, non mostrano segni di dissesto dovute a fenomeni di instabilità.

Terni, Luglio 2019

**Il Tecnico incaricato**

Dott. Geologo Sandro Trastulli



SSAP 4.9.8 (2018) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr. geol. L. Borselli - [www.lorenzo-borselli.eu](http://www.lorenzo-borselli.eu)  
SSAP/DXF generator rel. 1.5.2 (2018)  
Data : 30/7/2019  
Località: Casigliano - COMUNE di Acquasparta (TR)  
Descrizione: Verifica di stabilità pendio (Rif. Scheda 044)  
[n]: N. strato o lente  
Modello di calcolo: Morgenstern - Price (1965)



**DATI 10 SUP. CON MINOR FS**

Fs minimo: 5,2619  
Range Fs: 5,22619 5,3177  
Differenza % Range Fs: 1,05  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh:0,016  
**GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM**  
Campione Superfici - N.: 10,000  
Lunghezza media segmenti (m): 21,1  
Range X inizio generazione: 10,6 - 486,2  
Range X termine generazione: 63,4 - 517,9  
Livello Y minimo considerato: 150,8

**SSAP 4.9.8 - Slope Stability Analysis Program (1991,2018)**

**WWW.SSAP.EU**

**Build No. 10713**

**BY**

**Dr. Geol. LORENZO BORSELLI \*,\*\***

**\*UASLP, San Luis Potosi, Mexico**

**e-mail: lborselli@gmail.com**

**CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU**

**\*\* Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011**

-----  
**Ultima Revisione struttura tabelle del report: 15 novembre 2018**  
-----

Data: 30/07/2019

Localita' : Casigliano - Comune di Acquasparta (TR)

Descrizione: VERIFICA STABILITA' PENDIO (Rif. Scheda 044)

Modello pendio: pendio.mod

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

\_\_\_ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) \_\_\_

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	201.75	236.00	216.50	0.00	200.00	-	-
12.40	202.30	275.00	218.00	528.50	200.00	-	-
19.00	203.00	345.50	225.00	-	-	-	-
32.00	204.00	489.00	244.00	-	-	-	-
42.00	204.70	528.50	250.00	-	-	-	-
50.70	205.00	-	-	-	-	-	-
66.00	205.00	-	-	-	-	-	-
87.00	207.50	-	-	-	-	-	-
104.80	207.50	-	-	-	-	-	-
131.00	210.00	-	-	-	-	-	-
178.50	213.00	-	-	-	-	-	-
236.00	216.50	-	-	-	-	-	-
262.00	220.50	-	-	-	-	-	-
381.00	235.00	-	-	-	-	-	-

428.00 240.00 - - - - -  
 528.50 254.70 - - - - -  
 ## ASSENZA DI FALDA ##

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	22.00	25.00	0.00	17.00	18.00	2.277	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	25.00	122.50	0.00	19.00	20.00	39.848	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 3	30.00	0.00	0.00	24.00	25.00	1.858	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi` \_\_\_\_\_ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` \_\_\_\_\_ Coesione efficace (in Kpa)

Cu \_\_\_\_\_ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm \_\_\_\_\_ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)

Gamm\_sat \_\_\_\_\_ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)

STR\_IDX \_\_\_\_\_ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH) (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sgci \_\_\_\_\_ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI \_\_\_\_\_ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi \_\_\_\_\_ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D \_\_\_\_\_ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018 gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

\*\*\* PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

METODO DI RICERCA: CONVEX RANDOM - Chen (1992)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 21.1 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 10.57 486.22

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 150.77

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 63.42 517.93

\*\*\* TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0160

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0000

COEFFICIENTE  $c=Kv/Kh$  UTILIZZATO : 0.0000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

\* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs \*

Fattore di sicurezza (FS) 5.2619 - Min. - X Y Lambda= 0.1773

227.05	215.96
253.71	200.14
265.75	193.40
273.46	189.70
279.49	187.47
285.81	186.01
291.10	185.34
297.13	185.25
303.80	185.73
312.44	186.84
320.29	187.89
327.62	188.90
334.71	189.93
341.61	190.96
348.51	192.04
355.45	193.16
362.48	194.33
369.66	195.56
376.62	196.82
383.48	198.14
390.28	199.52
397.15	200.98
404.05	202.53

411.11 204.19  
418.49 205.99  
426.42 208.01  
433.25 210.04  
439.77 212.31  
445.91 214.80  
452.58 217.90  
459.50 221.62  
467.69 226.52  
479.76 234.36  
497.55 246.34  
497.55 250.17

Fattore di sicurezza (FS) 5.2776 - N.2 -- X Y Lambda= 0.1764

214.42 215.19  
230.71 205.25  
238.63 200.58  
244.05 197.62  
248.67 195.32  
253.08 193.41  
257.26 191.80  
261.73 190.29  
266.54 188.88  
272.22 187.40  
276.90 186.37  
281.20 185.65  
285.16 185.23  
289.47 185.04  
293.36 185.11  
297.54 185.43  
301.95 186.01  
307.14 186.90  
312.08 187.75  
316.82 188.57  
321.48 189.37  
326.03 190.16  
330.60 190.95  
335.15 191.73  
339.71 192.52  
344.24 193.30  
348.80 194.09  
353.35 194.88  
357.93 195.67  
362.47 196.45  
367.06 197.25  
371.65 198.04  
376.28 198.84  
380.93 199.65  
385.46 200.48  
389.94 201.35  
394.39 202.26  
398.90 203.24

403.38 204.26  
407.93 205.34  
412.60 206.51  
417.49 207.78  
422.06 209.06  
426.51 210.40  
430.85 211.81  
435.32 213.37  
439.68 214.99  
444.17 216.77  
448.81 218.71  
453.84 220.91  
458.46 223.05  
462.94 225.23  
467.29 227.47  
471.77 229.90  
476.62 232.71  
482.16 236.08  
490.11 241.12  
498.35 246.46  
498.35 250.29

Fattore di sicurezza (FS) 5.2954 - N.3 -- X Y Lambda= 0.1453

222.51 215.68  
241.26 204.44  
249.91 199.53  
255.56 196.72  
260.11 194.88  
264.74 193.54  
268.73 192.73  
273.15 192.24  
277.92 192.08  
283.87 192.18  
289.42 192.29  
294.67 192.40  
299.79 192.50  
304.77 192.61  
309.78 192.72  
314.79 192.84  
319.85 192.96  
324.94 193.08  
329.90 193.25  
334.82 193.46  
339.70 193.71  
344.64 194.02  
349.56 194.37  
354.55 194.77  
359.68 195.24  
365.05 195.77  
370.04 196.36  
374.89 197.05  
379.61 197.83

384.49 198.75  
389.21 199.76  
394.05 200.90  
399.01 202.19  
404.33 203.68  
409.47 205.15  
414.50 206.61  
419.47 208.10  
424.42 209.60  
429.42 211.16  
434.51 212.77  
439.79 214.48  
445.37 216.31  
450.25 218.12  
454.95 220.09  
459.41 222.21  
464.21 224.75  
469.25 227.77  
475.16 231.65  
483.83 237.76  
495.31 246.12  
495.31 249.85

Fattore di sicurezza (FS) 5.3024 - N.4 -- X Y Lambda= 0.1709

233.66 216.36  
259.71 201.56  
271.52 195.24  
279.09 191.77  
285.06 189.67  
291.27 188.31  
296.51 187.70  
302.46 187.63  
309.01 188.11  
317.44 189.19  
325.11 190.22  
332.28 191.23  
339.20 192.24  
345.97 193.28  
352.72 194.36  
359.53 195.49  
366.44 196.68  
373.52 197.94  
380.34 199.23  
387.05 200.59  
393.68 202.01  
400.41 203.54  
407.11 205.16  
413.99 206.91  
421.13 208.81  
428.80 210.94  
435.56 213.07  
442.03 215.38

448.20 217.88  
454.78 220.86  
461.71 224.42  
469.81 228.98  
481.65 236.15  
497.77 246.26  
497.77 250.21

Fattore di sicurezza (FS) 5.3106 - N.5 -- X Y Lambda= 0.1953

230.41 216.16  
256.32 200.80  
268.14 194.17  
275.78 190.47  
281.83 188.15  
288.09 186.55  
293.44 185.71  
299.49 185.38  
306.19 185.54  
314.82 186.23  
322.39 186.95  
329.40 187.76  
336.07 188.66  
342.77 189.71  
349.28 190.87  
355.94 192.18  
362.75 193.66  
370.01 195.36  
376.98 197.05  
383.81 198.77  
390.55 200.52  
397.31 202.33  
404.08 204.21  
410.98 206.18  
418.11 208.28  
425.63 210.56  
432.37 212.82  
438.88 215.25  
445.12 217.85  
451.73 220.89  
458.75 224.49  
466.90 229.03  
478.75 236.09  
494.44 245.73  
494.44 249.72

Fattore di sicurezza (FS) 5.3129 - N.6 -- X Y Lambda= 0.1800

219.55 215.50  
241.47 202.32  
251.57 196.56  
258.17 193.26  
263.48 191.10  
268.88 189.52

273.59 188.58  
278.85 188.00  
284.63 187.80  
291.98 187.93  
298.36 188.16  
304.28 188.52  
309.88 189.01  
315.58 189.66  
321.04 190.43  
326.66 191.36  
332.40 192.44  
338.56 193.75  
344.60 195.03  
350.53 196.29  
356.42 197.55  
362.23 198.79  
368.07 200.04  
373.91 201.29  
379.77 202.55  
385.62 203.81  
391.44 205.09  
397.23 206.38  
403.02 207.70  
408.81 209.04  
414.69 210.43  
420.67 211.86  
426.88 213.37  
433.42 214.99  
439.10 216.63  
444.54 218.48  
449.68 220.53  
455.28 223.06  
461.09 226.12  
467.96 230.14  
478.08 236.56  
491.50 245.40  
491.50 249.29

Fattore di sicurezza (FS) 5.3132 - N.7 -- X Y Lambda= 0.1720

224.83 215.82  
250.92 200.61  
262.78 194.08  
270.42 190.47  
276.45 188.24  
282.71 186.74  
288.02 186.00  
294.03 185.79  
300.65 186.11  
309.17 186.99  
316.83 187.84  
323.98 188.71  
330.86 189.62

337.63 190.59  
344.34 191.61  
351.13 192.72  
358.03 193.91  
365.18 195.22  
372.08 196.54  
378.87 197.92  
385.57 199.35  
392.34 200.86  
399.12 202.46  
406.07 204.16  
413.31 206.02  
421.07 208.08  
427.81 210.14  
434.25 212.42  
440.35 214.92  
446.93 217.97  
453.80 221.64  
461.88 226.41  
473.77 234.01  
490.97 245.39  
490.97 249.21

Fattore di sicurezza (FS) 5.3152 - N.8 -- X Y Lambda= 0.1883

223.19 215.72  
249.56 200.44  
261.59 193.86  
269.35 190.20  
275.50 187.92  
281.86 186.37  
287.29 185.59  
293.43 185.33  
300.22 185.58  
308.96 186.39  
316.67 187.21  
323.83 188.09  
330.67 189.05  
337.50 190.14  
344.17 191.33  
350.97 192.65  
357.91 194.12  
365.25 195.79  
372.33 197.46  
379.26 199.15  
386.10 200.88  
392.97 202.68  
399.86 204.55  
406.86 206.52  
414.10 208.61  
421.72 210.87  
428.59 213.13  
435.23 215.55

441.61 218.14  
448.35 221.14  
455.52 224.69  
463.83 229.15  
475.88 236.07  
491.39 245.24  
491.39 249.27

Fattore di sicurezza (FS) 5.3172 - N.9 -- X Y Lambda= 0.1568

219.13 215.47  
234.99 205.37  
242.56 200.74  
247.66 197.90  
251.94 195.79  
256.10 194.08  
259.93 192.75  
264.07 191.58  
268.54 190.57  
273.95 189.57  
278.54 188.86  
282.79 188.36  
286.77 188.07  
290.97 187.95  
294.88 188.00  
298.97 188.23  
303.23 188.64  
308.02 189.25  
312.64 189.84  
317.13 190.41  
321.57 190.98  
325.91 191.53  
330.30 192.10  
334.69 192.66  
339.12 193.23  
343.55 193.80  
347.89 194.40  
352.19 195.03  
356.45 195.71  
360.77 196.43  
365.04 197.18  
369.35 197.99  
373.71 198.84  
378.19 199.76  
382.60 200.69  
386.97 201.62  
391.31 202.56  
395.65 203.52  
399.99 204.49  
404.35 205.49  
408.76 206.51  
413.21 207.56

	417.58	208.63				
	421.90	209.72				
	426.19	210.83				
	430.51	211.99				
	434.88	213.20				
	439.35	214.48				
	444.04	215.86				
	449.08	217.37				
	453.33	218.86				
	457.36	220.54				
	461.12	222.38				
	465.27	224.70				
	469.54	227.50				
	474.64	231.22				
	482.22	237.22				
	492.82	245.92				
	492.82	249.48				
Fattore di sicurezza (FS)	5.3177	- N.10 --	X	Y	Lambda=	0.1664
	211.47	215.01				
	239.13	200.14				
	251.77	193.73				
	259.97	190.17				
	266.51	187.96				
	273.23	186.50				
	279.00	185.77				
	285.47	185.59				
	292.55	185.92				
	301.52	186.83				
	309.65	187.72				
	317.25	188.62				
	324.59	189.57				
	331.81	190.57				
	338.99	191.65				
	346.26	192.80				
	353.67	194.05				
	361.37	195.42				
	368.70	196.82				
	375.89	198.30				
	382.97	199.86				
	390.17	201.56				
	397.30	203.35				
	404.61	205.29				
	412.19	207.42				
	420.32	209.81				
	427.61	212.18				
	434.64	214.71				
	441.38	217.40				
	448.48	220.51				
	456.03	224.20				
	464.79	228.82				
	477.48	235.98				

494.15 245.68  
494.15 249.68

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

# DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR FS \*

# Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.100

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	5.262	104469.8	19854.1	82630.3	Surplus
2	5.278	105428.3	19976.7	83453.9	Surplus
3	5.295	97108.2	18338.2	76936.2	Surplus
4	5.302	97305.0	18351.1	77118.7	Surplus
5	5.311	101349.5	19084.3	80356.7	Surplus
6	5.313	97293.0	18312.6	77149.1	Surplus
7	5.313	101292.0	19064.1	80321.5	Surplus
8	5.315	100608.0	18928.4	79786.8	Surplus
9	5.317	100489.5	18898.9	79700.7	Surplus
10	5.318	104125.4	19581.0	82586.3	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 76936.2

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie di scivolamento; FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X	dx	alpha	W	ru	U	phi'	(c',Cu)
(m)	(m)	(°)	(kN/m)	(-)	(kPa)	(°)	(kPa)

227.051	1.997	-30.68	24.79	0.00	0.00	25.00	122.50
229.049	1.997	-30.68	74.37	0.00	0.00	25.00	122.50
231.046	1.997	-30.68	123.95	0.00	0.00	25.00	122.50
233.043	1.997	-30.68	173.52	0.00	0.00	25.00	122.50
235.040	0.960	-30.68	101.00	0.00	0.00	25.00	122.50
236.000	1.997	-30.68	249.99	0.00	0.00	25.00	122.50
237.997	1.997	-30.68	305.69	0.00	0.00	25.00	122.50
239.995	1.997	-30.68	361.39	0.00	0.00	25.00	122.50
241.992	1.997	-30.68	417.10	0.00	0.00	25.00	122.50
243.989	1.997	-30.68	472.80	0.00	0.00	25.00	122.50
245.986	1.997	-30.68	528.51	0.00	0.00	25.00	122.50
247.984	1.997	-30.68	584.21	0.00	0.00	25.00	122.50
249.981	1.997	-30.68	639.92	0.00	0.00	25.00	122.50
251.978	1.727	-30.68	598.38	0.00	0.00	25.00	122.50
253.705	0.254	-29.24	91.54	0.00	0.00	25.00	122.50
253.960	1.997	-29.24	754.89	0.00	0.00	30.00	0.00
255.957	1.997	-29.24	819.23	0.00	0.00	30.00	0.00
257.954	1.997	-29.24	883.57	0.00	0.00	30.00	0.00
259.951	1.997	-29.24	947.92	0.00	0.00	30.00	0.00
261.949	0.051	-29.24	25.19	0.00	0.00	30.00	0.00
262.000	1.997	-29.24	1012.83	0.00	0.00	30.00	0.00
263.997	1.757	-29.24	942.39	0.00	0.00	30.00	0.00
265.754	1.997	-25.62	1125.84	0.00	0.00	30.00	0.00
267.752	1.997	-25.62	1180.31	0.00	0.00	30.00	0.00
269.749	1.997	-25.62	1234.79	0.00	0.00	30.00	0.00
271.746	1.714	-25.62	1102.88	0.00	0.00	30.00	0.00
273.460	1.540	-20.28	1022.38	0.00	0.00	30.00	0.00
275.000	1.997	-20.28	1364.86	0.00	0.00	30.00	0.00
276.997	1.997	-20.28	1409.29	0.00	0.00	30.00	0.00
278.995	0.500	-20.28	359.86	0.00	0.00	30.00	0.00
279.495	1.997	-13.07	1458.28	0.00	0.00	30.00	0.00
281.492	1.997	-13.07	1489.57	0.00	0.00	30.00	0.00
283.489	1.997	-13.07	1520.86	0.00	0.00	30.00	0.00
285.486	0.323	-13.07	248.59	0.00	0.00	30.00	0.00
285.809	1.997	-7.14	1552.08	0.00	0.00	30.00	0.00
287.806	1.997	-7.14	1573.14	0.00	0.00	30.00	0.00
289.804	1.300	-7.14	1035.61	0.00	0.00	30.00	0.00
291.104	1.997	-0.85	1602.61	0.00	0.00	30.00	0.00
293.101	1.997	-0.85	1613.09	0.00	0.00	30.00	0.00
295.099	1.997	-0.85	1623.57	0.00	0.00	30.00	0.00
297.096	0.037	-0.85	29.96	0.00	0.00	30.00	0.00
297.133	1.997	4.06	1630.13	0.00	0.00	30.00	0.00
299.130	1.997	4.06	1632.39	0.00	0.00	30.00	0.00
301.127	1.997	4.06	1634.64	0.00	0.00	30.00	0.00
303.124	0.676	4.06	553.45	0.00	0.00	30.00	0.00
303.800	1.997	7.34	1634.90	0.00	0.00	30.00	0.00
305.797	1.997	7.34	1631.62	0.00	0.00	30.00	0.00
307.794	1.997	7.34	1628.35	0.00	0.00	30.00	0.00
309.792	1.997	7.34	1625.08	0.00	0.00	30.00	0.00
311.789	0.651	7.34	529.03	0.00	0.00	30.00	0.00
312.440	1.997	7.60	1620.52	0.00	0.00	30.00	0.00
314.437	1.997	7.60	1616.80	0.00	0.00	30.00	0.00

316.435	1.997	7.60	1613.08	0.00	0.00	30.00	0.00
318.432	1.863	7.60	1500.93	0.00	0.00	30.00	0.00
320.294	1.997	7.90	1605.64	0.00	0.00	30.00	0.00
322.292	1.997	7.90	1601.41	0.00	0.00	30.00	0.00
324.289	1.997	7.90	1597.18	0.00	0.00	30.00	0.00
326.286	1.336	7.90	1065.89	0.00	0.00	30.00	0.00
327.622	1.997	8.21	1589.85	0.00	0.00	30.00	0.00
329.619	1.997	8.21	1585.09	0.00	0.00	30.00	0.00
331.617	1.997	8.21	1580.33	0.00	0.00	30.00	0.00
333.614	1.097	8.21	865.63	0.00	0.00	30.00	0.00
334.710	1.997	8.54	1572.67	0.00	0.00	30.00	0.00
336.708	1.997	8.54	1567.34	0.00	0.00	30.00	0.00
338.705	1.997	8.54	1562.01	0.00	0.00	30.00	0.00
340.702	0.909	8.54	708.81	0.00	0.00	30.00	0.00
341.611	1.997	8.85	1553.99	0.00	0.00	30.00	0.00
343.608	1.892	8.85	1466.73	0.00	0.00	30.00	0.00
345.500	1.997	8.85	1542.73	0.00	0.00	30.00	0.00
347.497	1.011	8.85	778.64	0.00	0.00	30.00	0.00
348.508	1.997	9.16	1534.05	0.00	0.00	30.00	0.00
350.505	1.997	9.16	1527.94	0.00	0.00	30.00	0.00
352.503	1.997	9.16	1521.83	0.00	0.00	30.00	0.00
354.500	0.949	9.16	721.18	0.00	0.00	30.00	0.00
355.449	1.997	9.45	1512.56	0.00	0.00	30.00	0.00
357.446	1.997	9.45	1505.94	0.00	0.00	30.00	0.00
359.444	1.997	9.45	1499.31	0.00	0.00	30.00	0.00
361.441	1.040	9.45	777.72	0.00	0.00	30.00	0.00
362.480	1.997	9.74	1489.00	0.00	0.00	30.00	0.00
364.478	1.997	9.74	1481.88	0.00	0.00	30.00	0.00
366.475	1.997	9.74	1474.76	0.00	0.00	30.00	0.00
368.472	1.186	9.74	872.39	0.00	0.00	30.00	0.00
369.658	1.997	10.29	1462.94	0.00	0.00	30.00	0.00
371.656	1.997	10.29	1454.87	0.00	0.00	30.00	0.00
373.653	1.997	10.29	1446.81	0.00	0.00	30.00	0.00
375.650	0.965	10.29	696.21	0.00	0.00	30.00	0.00
376.615	1.997	10.86	1434.35	0.00	0.00	30.00	0.00
378.612	1.997	10.86	1425.30	0.00	0.00	30.00	0.00
380.610	0.390	10.86	277.52	0.00	0.00	30.00	0.00
381.000	1.997	10.86	1413.95	0.00	0.00	30.00	0.00
382.997	0.484	10.86	341.28	0.00	0.00	30.00	0.00
383.481	1.997	11.45	1400.89	0.00	0.00	30.00	0.00
385.479	1.997	11.45	1389.78	0.00	0.00	30.00	0.00
387.476	1.997	11.45	1378.66	0.00	0.00	30.00	0.00
389.473	0.805	11.45	552.54	0.00	0.00	30.00	0.00
390.278	1.997	12.03	1362.56	0.00	0.00	30.00	0.00
392.276	0.273	12.03	185.40	0.00	0.00	30.00	0.00
392.549	1.997	12.03	1350.89	0.00	0.00	25.00	122.50
394.546	1.997	12.03	1343.01	0.00	0.00	25.00	122.50
396.543	0.609	12.03	408.03	0.00	0.00	25.00	122.50
397.152	1.997	12.63	1332.31	0.00	0.00	25.00	122.50
399.150	1.997	12.63	1323.59	0.00	0.00	25.00	122.50
401.147	1.997	12.63	1314.87	0.00	0.00	25.00	122.50
403.144	0.903	12.63	591.80	0.00	0.00	25.00	122.50

404.047	1.997	13.22	1301.81	0.00	0.00	25.00	122.50
406.045	1.997	13.22	1292.28	0.00	0.00	25.00	122.50
408.042	1.997	13.22	1282.75	0.00	0.00	25.00	122.50
410.039	1.074	13.22	686.01	0.00	0.00	25.00	122.50
411.113	1.997	13.78	1267.70	0.00	0.00	25.00	122.50
413.111	1.997	13.78	1257.39	0.00	0.00	25.00	122.50
415.108	1.997	13.78	1247.07	0.00	0.00	25.00	122.50
417.105	1.385	13.78	858.74	0.00	0.00	25.00	122.50
418.490	1.997	14.28	1229.26	0.00	0.00	25.00	122.50
420.488	1.997	14.28	1218.24	0.00	0.00	25.00	122.50
422.485	1.997	14.28	1207.22	0.00	0.00	25.00	122.50
424.482	1.938	14.28	1160.83	0.00	0.00	25.00	122.50
426.420	1.580	16.51	937.79	0.00	0.00	25.00	122.50
428.000	1.997	16.51	1174.06	0.00	0.00	25.00	122.50
429.997	1.997	16.51	1162.57	0.00	0.00	25.00	122.50
431.995	1.260	16.51	727.57	0.00	0.00	25.00	122.50
433.255	1.997	19.19	1141.88	0.00	0.00	25.00	122.50
435.252	1.997	19.19	1126.48	0.00	0.00	25.00	122.50
437.249	1.997	19.19	1111.07	0.00	0.00	25.00	122.50
439.246	0.522	19.19	287.73	0.00	0.00	25.00	122.50
439.768	1.997	22.13	1089.42	0.00	0.00	25.00	122.50
441.765	1.997	22.13	1069.58	0.00	0.00	25.00	122.50
443.763	1.997	22.13	1049.74	0.00	0.00	25.00	122.50
445.760	0.149	22.13	77.72	0.00	0.00	25.00	122.50
445.909	1.997	24.89	1026.25	0.00	0.00	25.00	122.50
447.907	1.997	24.89	1002.06	0.00	0.00	25.00	122.50
449.904	1.997	24.89	977.87	0.00	0.00	25.00	122.50
451.901	0.675	24.89	325.25	0.00	0.00	25.00	122.50
452.577	1.997	28.30	942.69	0.00	0.00	25.00	122.50
454.574	1.997	28.30	912.86	0.00	0.00	25.00	122.50
456.571	1.997	28.30	883.03	0.00	0.00	25.00	122.50
458.568	0.934	28.30	402.84	0.00	0.00	25.00	122.50
459.503	1.997	30.90	836.97	0.00	0.00	25.00	122.50
461.500	1.997	30.90	802.58	0.00	0.00	25.00	122.50
463.497	1.997	30.90	768.20	0.00	0.00	25.00	122.50
465.495	1.997	30.90	733.82	0.00	0.00	25.00	122.50
467.492	0.198	30.90	70.72	0.00	0.00	25.00	122.50
467.689	1.997	32.99	694.11	0.00	0.00	25.00	122.50
469.687	1.997	32.99	655.89	0.00	0.00	25.00	122.50
471.684	1.997	32.99	617.67	0.00	0.00	25.00	122.50
473.681	1.997	32.99	579.45	0.00	0.00	25.00	122.50
475.678	1.997	32.99	541.23	0.00	0.00	25.00	122.50
477.676	1.997	32.99	503.01	0.00	0.00	25.00	122.50
479.673	0.084	32.99	20.26	0.00	0.00	25.00	122.50
479.757	1.997	33.96	462.26	0.00	0.00	25.00	122.50
481.754	1.997	33.96	422.20	0.00	0.00	25.00	122.50
483.751	1.997	33.96	382.14	0.00	0.00	25.00	122.50
485.748	1.997	33.96	342.08	0.00	0.00	25.00	122.50
487.746	1.254	33.96	194.35	0.00	0.00	25.00	122.50
489.000	1.997	33.96	276.94	0.00	0.00	25.00	122.50
490.997	1.997	33.96	237.03	0.00	0.00	25.00	122.50
492.995	1.997	33.96	197.13	0.00	0.00	25.00	122.50

494.992	0.565	33.96	48.55	0.00	0.00	25.00	122.50
495.557	1.997	33.96	148.01	0.00	0.00	22.00	25.00

-----

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio

dx(m) : Larghezza concio

alpha(°) : Angolo pendenza base concio

W(kN/m) : Forza peso concio

ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale

U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio

phi'(°) : Angolo di attrito efficace base concio

c'/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

-----

X	ht	yt	yt'	E(x)	T(x)	E'	rho(x)	FS_FEM	FS_p-qFEM
(m)	(m)	(m)	(--)	(kN/m)	(kN/m)		(kN)	(--)	(--)
227.051	0.000	215.955	-0.427	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000		2.1321074858E+000		
0.175	37.165	45.699							
229.049	0.328	215.098	-0.427	1.2702652729E+001	1.3304768737E-002		1.0587965158E+001		
0.175	37.165	45.699							
231.046	0.663	214.248	-0.453	4.2293860508E+001	2.5500774619E-001		2.3856636041E+001		
0.175	19.789	24.517							
233.043	0.889	213.290	-0.419	1.0799851193E+002	1.5090327449E+000		3.3218839483E+001		
0.175	12.544	15.713							
235.040	1.359	212.575	-0.352	1.7498724799E+002	3.9949016101E+000		3.0760253692E+001		
0.175	10.821	13.687							
236.000	1.604	212.250	-0.343	2.0322340167E+002	6.3776217896E+000		3.1126947217E+001		
0.175	10.608	13.462							
237.997	2.099	211.560	-0.346	2.7246884360E+002	1.5696669679E+001		5.1558118888E+001		
0.175	10.730	13.570							
239.995	2.592	210.869	-0.371	4.0917344550E+002	3.2514833661E+001		1.0433234542E+002		
0.175	11.106	13.815							
241.992	2.987	210.079	-0.376	6.8922670008E+002	6.4087525175E+001		1.5305772552E+002		
0.222	11.157	13.736							
243.989	3.461	209.368	-0.356	1.0205659082E+003	1.0190136292E+002		1.9393788797E+002		
0.293	11.077	13.338							
245.986	3.935	208.657	-0.342	1.4639158740E+003	1.5376482006E+002		2.3231301535E+002		
0.369	10.846	12.546							
247.984	4.465	208.002	-0.322	1.9485453754E+003	2.1223716406E+002		2.4561877325E+002		
0.433	10.400	11.684							

249.981	5.020	207.372	-0.307	2.4450454847E+003	2.7410283053E+002	2.5811487750E+002
0.487	9.611	10.885				
251.978	5.610	206.777	-0.292	2.9795909503E+003	3.4284301642E+002	2.7897287499E+002
0.535	8.720	10.130				
253.705	6.142	206.284	-0.284	3.4784242728E+003	4.0745266276E+002	3.0283022753E+002
0.574	7.948	9.519				
253.960	6.215	206.215	-0.275	3.5559174455E+003	4.1746794499E+002	3.0509233384E+002
0.579	7.840	6.416				
255.957	6.783	205.665	-0.263	4.1683134119E+003	4.9626704425E+002	3.1508571851E+002
0.635	7.035	6.235				
257.954	7.402	205.165	-0.247	4.8145343022E+003	5.7789514327E+002	3.2125651046E+002
0.683	6.364	6.052				
259.951	8.032	204.677	-0.240	5.4515796334E+003	6.5722999279E+002	3.1282085667E+002
0.722	5.822	5.862				
261.949	8.679	204.206	-0.236	6.0641041184E+003	7.3271705191E+002	2.8858225292E+002
0.753	5.390	5.674				
262.000	8.696	204.194	-0.222	6.0788834584E+003	7.3453461938E+002	2.8871083388E+002
0.753	5.381	5.669				
263.997	9.371	203.751	-0.218	6.7016638491E+003	8.1064828365E+002	3.0338654263E+002
0.780	5.054	5.485				
265.754	9.981	203.377	-0.212	7.2216832911E+003	8.7409930209E+002	2.8894110155E+002
0.800	4.826	5.325				
267.752	10.517	202.956	-0.204	7.7828157802E+003	9.4269129118E+002	
2.7233882031E+002	0.819	4.641	5.156			
269.749	11.081	202.562	-0.191	8.3095467195E+003	1.0076360975E+003	
2.6212373433E+002	0.836	4.537	4.999			
271.746	11.670	202.193	-0.178	8.8298748223E+003	1.0717065721E+003	
2.6039368795E+002	0.850	4.473	4.851			
273.460	12.202	201.903	-0.157	9.2759172467E+003	1.1265915059E+003	
2.5684054043E+002	0.862	4.456	4.734			
275.000	12.551	201.683	-0.130	9.6667564188E+003	1.1745196664E+003	
2.5015839317E+002	0.871	4.465	4.638			
276.997	13.047	201.442	-0.112	1.0157099506E+004	1.2344567368E+003	
2.3951075972E+002	0.880	4.512	4.526			
278.995	13.578	201.234	-0.101	1.0623487435E+004	1.2914242336E+003	
2.2567734584E+002	0.888	4.609	4.425			
279.495	13.717	201.189	-0.080	1.0735376452E+004	1.3050872576E+003	
2.2290590604E+002	0.890	4.641	4.401			
281.492	14.026	201.034	-0.066	1.1174124488E+004	1.3588106208E+003	
2.1451961792E+002	0.897	4.795	4.317			
283.489	14.383	200.927	-0.042	1.1592279801E+004	1.4102346092E+003	
2.0362988837E+002	0.904	4.986	4.246			
285.486	14.787	200.867	-0.028	1.1987528571E+004	1.4592094661E+003	
1.9053236812E+002	0.910	5.234	4.183			
285.809	14.856	200.861	-0.009	1.2048610625E+004	1.4668342449E+003	
1.8833232389E+002	0.911	5.277	4.174			
287.806	15.091	200.846	-0.001	1.2412261075E+004	1.5127644745E+003	
1.7607316165E+002	0.916	5.553	4.120			
289.804	15.353	200.858	-0.007	1.2751938755E+004	1.5562517632E+003	
1.6363563786E+002	0.922	5.831	4.075			
291.104	15.482	200.824	0.014	1.2959289075E+004	1.5831433866E+003	
1.5521027231E+002	0.925	6.010	4.050			

293.101	15.591	200.903	0.040	1.3256294815E+004	1.6223374837E+003
1.4048397857E+002		0.930	6.201	4.018	
295.099	15.700	200.983	0.040	1.3520455428E+004	1.6580595910E+003
1.2264471146E+002		0.935	6.271	3.992	
297.096	15.809	201.062	0.040	1.3746201822E+004	1.6894319613E+003
1.0307160757E+002		0.939	6.244	3.970	
297.133	15.812	201.064	0.090	1.3749982057E+004	1.6899691130E+003
1.0279452572E+002		0.939	6.242	3.969	
299.130	15.852	201.246	0.091	1.3945091742E+004	1.7182786509E+003
9.1887292905E+001		0.943	6.122	3.953	
301.127	15.893	201.429	0.091	1.4117027877E+004	1.7441989492E+003
7.9135481217E+001		0.947	5.932	3.941	
303.124	15.933	201.611	0.091	1.4261200169E+004	1.7672586989E+003
6.0806705386E+001		0.951	5.725	3.934	
303.800	15.947	201.673	0.117	1.4299680923E+004	1.7739067987E+003
5.5158753610E+001		0.952	5.650	3.932	
305.797	15.942	201.924	0.123	1.4399224719E+004	1.7920624055E+003
4.4314613368E+001		0.956	5.463	3.930	
307.794	15.925	202.165	0.118	1.4476696624E+004	1.8078712926E+003
3.3859461939E+001		0.959	5.312	3.932	
309.792	15.897	202.394	0.116	1.4534477087E+004	1.8217606562E+003
2.4561537597E+001		0.962	5.192	3.937	
311.789	15.875	202.630	0.118	1.4574808228E+004	1.8338399651E+003
1.6660007205E+001		0.965	5.111	3.945	
312.440	15.869	202.707	0.121	1.4584905041E+004	1.8374859636E+003
1.3770460009E+001		0.966	5.091	3.948	
314.437	15.847	202.951	0.127	1.4601760724E+004	1.8471162703E+003
4.0710536404E+000		0.969	5.041	3.960	
316.435	15.844	203.215	0.131	1.4601166955E+004	1.8551269810E+003 -
3.4418141806E+000		0.972	5.003	3.974	
318.432	15.838	203.475	0.129	1.4588012321E+004	1.8618723797E+003 -
9.5741703654E+000		0.975	4.980	3.989	
320.294	15.827	203.713	0.131	1.4564990373E+004	1.8669948307E+003 -
1.5723762782E+001		0.977	4.959	4.004	
322.292	15.818	203.982	0.134	1.4526382692E+004	1.8708126800E+003 -
2.1748793311E+001		0.980	4.936	4.021	
324.289	15.810	204.250	0.131	1.4478114338E+004	1.8735454098E+003 -
2.6046336903E+001		0.982	4.914	4.038	
326.286	15.788	204.505	0.127	1.4422340025E+004	1.8753160285E+003 -
3.0015788147E+001		0.985	4.892	4.054	
327.622	15.770	204.673	0.130	1.4380376112E+004	1.8756240414E+003 -
3.2565421162E+001		0.986	4.879	4.065	
329.619	15.746	204.937	0.132	1.4311895857E+004	1.8754067299E+003 -
3.5619969666E+001		0.988	4.859	4.082	
331.617	15.721	205.201	0.129	1.4238091357E+004	1.8744243911E+003 -
3.7899677345E+001		0.989	4.840	4.097	
333.614	15.685	205.453	0.126	1.4160504759E+004	1.8726476039E+003 -
3.9558782320E+001		0.991	4.822	4.111	
334.710	15.663	205.589	0.127	1.4116697254E+004	1.8713928263E+003 -
4.0761426981E+001		0.992	4.812	4.118	
336.708	15.618	205.845	0.127	1.4032333706E+004	1.8686362671E+003 -
4.2810653792E+001		0.993	4.794	4.131	

338.705	15.572	206.098	0.126	1.3945689153E+004	1.8652869724E+003	-
4.3774611604E+001		0.994	4.777	4.144		
340.702	15.521	206.348	0.124	1.3857475054E+004	1.8614252787E+003	-
4.6129098013E+001		0.995	4.761	4.154		
341.611	15.496	206.459	0.128	1.3814752332E+004	1.8594582992E+003	-
4.7311253305E+001		0.996	4.754	4.159		
343.608	15.445	206.719	0.130	1.3718986995E+004	1.8548190731E+003	-
4.8240659783E+001		0.997	4.739	4.169		
345.500	15.397	206.966	0.131	1.3627189328E+004	1.8500951619E+003	-
4.8756927226E+001		0.997	4.725	4.178		
347.497	15.347	207.227	0.129	1.3529304411E+004	1.8448963756E+003	-
4.9438783417E+001		0.997	4.711	4.187		
348.508	15.317	207.354	0.130	1.3479111956E+004	1.8421868239E+003	-
5.0144368312E+001		0.997	4.704	4.192		
350.505	15.260	207.619	0.133	1.3377033270E+004	1.8364946539E+003	-
5.2010810926E+001		0.997	4.691	4.201		
352.503	15.205	207.886	0.134	1.3271353624E+004	1.8303792156E+003	-
5.3266054559E+001		0.997	4.678	4.210		
354.500	15.152	208.154	0.132	1.3164260840E+004	1.8238782610E+003	-
5.3815720290E+001		0.996	4.666	4.219		
355.449	15.120	208.275	0.134	1.3113085839E+004	1.8206988380E+003	-
5.4396847760E+001		0.996	4.660	4.224		
357.446	15.061	208.550	0.138	1.3002390406E+004	1.8135521249E+003	-
5.5920606317E+001		0.996	4.647	4.234		
359.444	15.005	208.826	0.141	1.2889709743E+004	1.8059710770E+003	-
5.6497582829E+001		0.995	4.634	4.245		
361.441	14.960	209.114	0.143	1.2776709564E+004	1.7980744604E+003	-
5.6468983840E+001		0.994	4.619	4.256		
362.480	14.933	209.260	0.147	1.2718068327E+004	1.7938795560E+003	-
5.7161395648E+001		0.993	4.612	4.262		
364.478	14.890	209.559	0.150	1.2601028132E+004	1.7850313048E+003	-
5.8830150785E+001		0.992	4.595	4.274		
366.475	14.845	209.858	0.148	1.2483069991E+004	1.7757222958E+003	-
5.9080163884E+001		0.991	4.577	4.287		
368.472	14.797	210.152	0.144	1.2365031114E+004	1.7659795224E+003	-
5.8690054901E+001		0.989	4.557	4.300		
369.658	14.758	210.317	0.144	1.2295711715E+004	1.7600564669E+003	-
5.9251480305E+001		0.988	4.544	4.308		
371.656	14.688	210.609	0.149	1.2174663252E+004	1.7491038331E+003	-
6.0761382118E+001		0.986	4.521	4.323		
373.653	14.629	210.913	0.151	1.2052999033E+004	1.7375693978E+003	-
6.0856091576E+001		0.983	4.499	4.338		
375.650	14.565	211.212	0.146	1.1931572251E+004	1.7254661000E+003	-
6.0011794704E+001		0.980	4.477	4.352		
376.615	14.523	211.345	0.143	1.1874021747E+004	1.7195207487E+003	-
6.0287107260E+001		0.979	4.467	4.359		
378.612	14.431	211.637	0.144	1.1750907126E+004	1.7060967201E+003	-
6.1797147160E+001		0.975	4.446	4.374		
380.610	14.332	211.920	0.142	1.1627171678E+004	1.6919137812E+003	-
6.2772112975E+001		0.971	4.431	4.389		
381.000	14.311	211.975	0.139	1.1602605083E+004	1.6890046586E+003	-
6.2734035068E+001		0.970	4.429	4.392		

382.997	14.205	212.252	0.138	1.1479334797E+004	1.6737835608E+003	-
6.1410418514E+001		0.966	4.426	4.407		
383.481	14.177	212.317	0.140	1.1449635375E+004	1.6699895111E+003	-
6.1543730059E+001		0.964	4.427	4.410		
385.479	14.054	212.599	0.141	1.1325000580E+004	1.6534065745E+003	-
6.2839770169E+001		0.959	4.443	4.425		
387.476	13.933	212.882	0.142	1.1198620526E+004	1.6356720850E+003	-
6.3696636024E+001		0.953	4.469	4.440		
389.473	13.813	213.166	0.142	1.1070562962E+004	1.6166748078E+003	-
6.4360611794E+001		0.946	4.506	4.454		
390.278	13.763	213.279	0.144	1.1018672757E+004	1.6086146891E+003	-
6.4488334148E+001		0.943	4.524	4.460		
392.276	13.628	213.569	0.145	1.0889727199E+004	1.5880402765E+003	-
6.5349322804E+001		0.935	4.582	4.473		
392.549	13.607	213.607	0.148	1.0871847633E+004	1.5851176621E+003	-
6.5639624232E+001		0.934	4.591	5.442		
394.546	13.479	213.905	0.152	1.0738082728E+004	1.5625353353E+003	-
6.7330319885E+001		0.930	4.654	5.467		
396.543	13.362	214.214	0.154	1.0602895185E+004	1.5388652940E+003	-
6.8177619431E+001		0.924	4.708	5.493		
397.152	13.326	214.307	0.159	1.0561274763E+004	1.5313695765E+003	-
6.8485535841E+001		0.922	4.722	5.500		
399.150	13.199	214.628	0.165	1.0423455763E+004	1.5061292418E+003	-
7.1183046128E+001		0.916	4.763	5.526		
401.147	13.088	214.965	0.167	1.0276932514E+004	1.4785369103E+003	-
7.4184241669E+001		0.909	4.797	5.551		
403.144	12.971	215.295	0.164	1.0127125172E+004	1.4497535939E+003	-
7.5306930293E+001		0.901	4.824	5.578		
404.047	12.913	215.439	0.163	1.0058979276E+004	1.4363810578E+003	-
7.6267755700E+001		0.897	4.832	5.590		
406.045	12.772	215.767	0.169	9.9030097250E+003	1.4055310945E+003	-
8.0276120049E+001		0.888	4.843	5.616		
408.042	12.650	216.115	0.178	9.7383145427E+003	1.3726041288E+003	-
8.3539040346E+001		0.878	4.848	5.644		
410.039	12.543	216.477	0.180	9.5693111846E+003	1.3385537008E+003	-
8.4281385275E+001		0.867	4.855	5.671		
411.113	12.483	216.669	0.182	9.4789650224E+003	1.3201762643E+003	-
8.6033798188E+001		0.861	4.860	5.685		
413.111	12.359	217.035	0.184	9.2999544207E+003	1.2838679740E+003	-
9.1132784225E+001		0.849	4.872	5.713		
415.108	12.237	217.402	0.186	9.1149331044E+003	1.2463576091E+003	-
9.3990710018E+001		0.836	4.883	5.743		
417.105	12.125	217.780	0.187	8.9245064551E+003	1.2078661098E+003	-
9.5372542094E+001		0.822	4.895	5.775		
418.490	12.039	218.033	0.192	8.7923859350E+003	1.1812106145E+003	-
9.7814021836E+001		0.813	4.902	5.798		
420.488	11.925	218.428	0.202	8.5900512166E+003	1.1409140375E+003	-
1.0201854502E+002		0.798	4.912	5.833		
422.485	11.828	218.840	0.208	8.3848706053E+003	1.1004686603E+003	-
1.0318936256E+002		0.783	4.918	5.870		
424.482	11.740	219.260	0.213	8.1778590303E+003	1.0602115759E+003	-
1.0408175374E+002		0.767	4.921	5.910		

426.420	11.665	219.677	0.220	7.9753403918E+003	1.0214890313E+003	-
1.0787409065E+002		0.752	4.918	5.951		
428.000	11.553	220.034	0.229	7.8005512320E+003	9.8884949689E+002	-
1.1231764898E+002		0.739	4.916	5.988		
429.997	11.424	220.497	0.231	7.5719445270E+003	9.4706248724E+002	-
1.1466113883E+002		0.723	4.914	6.037		
431.995	11.291	220.956	0.237	7.3425347823E+003	9.0608787525E+002	-
1.1549309531E+002		0.707	4.912	6.089		
433.255	11.231	221.269	0.247	7.1965010046E+003	8.8045048666E+002	-
1.1580105167E+002		0.696	4.910	6.125		
435.252	11.028	221.762	0.248	6.9655013003E+003	8.4093730612E+002	-
1.1674743875E+002		0.681	4.913	6.186		
437.249	10.833	222.261	0.250	6.7301507838E+003	8.0157970954E+002	-
1.1747311721E+002		0.666	4.920	6.251		
439.246	10.635	222.759	0.253	6.4962523409E+003	7.6355631713E+002	-
1.2481673188E+002		0.651	4.932	6.321		
439.768	10.594	222.900	0.268	6.4300743434E+003	7.5307418444E+002	-
1.2645132869E+002		0.646	4.936	6.340		
441.765	10.317	223.435	0.271	6.1804146543E+003	7.1414749619E+002	-
1.2573054465E+002		0.632	4.955	6.421		
443.763	10.053	223.982	0.277	5.9278409078E+003	6.7563605173E+002	-
1.2581547022E+002		0.617	4.981	6.512		
445.760	9.802	224.543	0.281	5.6778419817E+003	6.3854277525E+002	-1.2699053938E+002
0.602	5.012	6.609				
445.909	9.784	224.586	0.300	5.6588505056E+003	6.3576699045E+002	-1.2711207483E+002
0.601	5.015	6.616				
447.907	9.458	225.187	0.314	5.4053635740E+003	5.9924169408E+002	-1.2843723150E+002
0.587	5.058	6.723				
449.904	9.184	225.839	0.332	5.1458051497E+003	5.6276043024E+002	-1.3000812912E+002
0.573	5.111	6.840				
451.901	8.930	226.511	0.339	4.8860432329E+003	5.2706474394E+002	-1.2748539148E+002
0.558	5.175	6.968				
452.577	8.851	226.746	0.346	4.8005152836E+003	5.1555470483E+002	-1.2720886926E+002
0.553	5.201	7.013				
454.574	8.467	227.437	0.354	4.5429386179E+003	4.8139577750E+002	-1.3054216151E+002
0.540	5.284	7.164				
456.571	8.113	228.159	0.369	4.2790617382E+003	4.4727078858E+002	-1.3179159593E+002
0.527	5.397	7.327				
458.568	7.791	228.912	0.381	4.0164941792E+003	4.1198357748E+002	-1.3281192437E+002
0.511	5.530	7.504				
459.503	7.652	229.276	0.407	3.8918163084E+003	3.9541041350E+002	-1.3478614612E+002
0.502	5.601	7.591				
461.500	7.285	230.105	0.420	3.6168768189E+003	3.5972034334E+002	-1.3988065018E+002
0.485	5.759	7.784				
463.497	6.941	230.955	0.431	3.3330599640E+003	3.2398743307E+002	-1.4426985586E+002
0.466	5.942	7.990				
465.495	6.618	231.828	0.431	3.0405876954E+003	2.8819960103E+002	-1.4709266535E+002
0.445	6.151	8.207				
467.492	6.271	232.676	0.426	2.7454950658E+003	2.5308749772E+002	-1.4585414403E+002
0.421	6.375	8.425				
467.689	6.240	232.764	0.443	2.7167177331E+003	2.4972064159E+002	-1.4591911092E+002
0.419	6.398	8.446				

469.687	5.828	233.648	0.450	2.4201835354E+003	2.1550161516E+002	-1.4883828122E+002
0.394	6.642	8.700				
471.684	5.443	234.559	0.455	2.1221799338E+003	1.8201049017E+002	-1.4257813613E+002
0.366	6.898	9.010				
473.681	5.053	235.466	0.458	1.8506520238E+003	1.5240489307E+002	-1.3385629112E+002
0.339	7.140	9.338				
475.678	4.678	236.387	0.470	1.5874880246E+003	1.2446348596E+002	-1.2744184386E+002
0.309	7.354	9.658				
477.676	4.338	237.344	0.472	1.3415827658E+003	9.9172154577E+001	-1.1834427681E+002
0.278	7.532	9.981				
479.673	3.969	238.271	0.463	1.1147591989E+003	7.6741031207E+001	-9.8448683918E+001
0.245	7.661	10.240				
479.757	3.951	238.307	0.482	1.1065643146E+003	7.5960972914E+001	-9.8113245464E+001
0.243	7.664	10.248				
481.754	3.573	239.275	0.486	8.9638210303E+002	5.6470901771E+001	-9.9610117381E+001
0.210	7.718	10.425				
483.751	3.201	240.247	0.481	7.0866950228E+002	4.0336028043E+001	-8.6015217891E+001
0.177	7.738	10.420				
485.748	2.805	241.196	0.504	5.5279241673E+002	2.8373560398E+001	-7.6762466703E+001
0.175	7.672	10.255				
487.746	2.524	242.260	0.547	4.0204013482E+002	1.7978331916E+001	-7.2861982066E+001
0.175	7.496	9.900				
489.000	2.396	242.976	0.520	3.1271319353E+002	1.2311262718E+001	-6.2486955071E+001
0.175	7.376	9.669				
490.997	2.026	243.951	0.523	2.1567900811E+002	6.9584745773E+000	-4.5297225317E+001
0.175	7.158	9.245				
492.995	1.793	245.064	0.508	1.3177242725E+002	3.0927208559E+000	-3.3091123661E+001
0.175	7.010	8.889				
494.992	1.364	245.980	0.425	8.3495784295E+001	1.3708519698E+000	-1.5011070737E+001
0.175	7.002	8.768				
495.557	1.156	246.152	0.425	7.6475131621E+001	1.1724071237E+000	-1.8125869470E+001
0.175	2.243	2.740				

-----  
 -----  
**LEGENDA SIMBOLI**

X(m) : Ascissa sinistra concio

ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio

yt(m) : coordinata Y linea di trust

yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di trust

E(x)(kN/m) : Forza Normale interconcio

T(x)(kN/m) : Forza Tangenziale interconcio

E' (kN) : derivata Forza normale interconcio

Rho(x) (-) : fattore mobilizzazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)

FS\_FEM(x) (-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM

FS\_SRM(x) (-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by SRM Procedure

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X	dx	dl	alpha	TauStress	TauF	TauStrength	TauS
(m)	(m)	(m)	(°)	(kPa)	(kN/m)	(kPa)	(kN/m)
227.051	1.997	2.322	-30.679	-5.300	-12.307	126.839	294.558
229.049	1.997	2.322	-30.679	-15.899	-36.921	135.786	315.335
231.046	1.997	2.322	-30.679	-26.498	-61.535	145.774	338.530
233.043	1.997	2.322	-30.679	-37.097	-86.149	156.054	362.403
235.040	0.960	1.116	-30.679	-44.942	-50.146	165.738	184.927
236.000	1.997	2.322	-30.679	-53.443	-124.110	178.463	414.444
237.997	1.997	2.322	-30.679	-65.352	-151.766	198.139	460.137
239.995	1.997	2.322	-30.679	-77.260	-179.422	227.455	528.219
241.992	1.997	2.322	-30.679	-89.169	-207.077	245.460	570.030
243.989	1.997	2.322	-30.679	-101.078	-234.733	273.839	635.936
245.986	1.997	2.322	-30.679	-112.987	-262.389	292.332	678.882
247.984	1.997	2.322	-30.679	-124.896	-290.044	306.552	711.905
249.981	1.997	2.322	-30.679	-136.804	-317.700	325.398	755.670
251.978	1.727	2.009	-30.679	-147.909	-297.079	342.376	687.672
253.705	0.254	0.291	-29.244	-149.138	-43.442	353.882	103.081
253.960	1.997	2.289	-29.244	-156.509	-358.251	273.458	625.949
255.957	1.997	2.289	-29.244	-169.849	-388.787	291.545	667.350
257.954	1.997	2.289	-29.244	-183.189	-419.322	302.753	693.004
259.951	1.997	2.289	-29.244	-196.529	-449.858	311.872	713.878
261.949	0.051	0.059	-29.244	-203.371	-11.956	312.862	18.393
262.000	1.997	2.289	-29.244	-209.987	-480.663	327.127	748.797
263.997	1.757	2.014	-29.244	-222.102	-447.237	334.749	674.068
265.754	1.997	2.215	-25.616	-212.418	-470.497	353.217	782.363
267.752	1.997	2.215	-25.616	-222.695	-493.261	361.516	800.743
269.749	1.997	2.215	-25.616	-232.973	-516.026	373.313	826.875
271.746	1.714	1.900	-25.616	-242.521	-460.901	385.169	731.999
273.460	1.540	1.642	-20.279	-206.446	-338.997	408.220	670.321
275.000	1.997	2.129	-20.279	-212.544	-452.556	415.783	885.298
276.997	1.997	2.129	-20.279	-219.463	-467.287	423.851	902.478
278.995	0.500	0.533	-20.279	-223.788	-119.321	428.286	228.357
279.495	1.997	2.050	-13.075	-149.810	-307.173	447.382	917.320
281.492	1.997	2.050	-13.075	-153.024	-313.764	454.030	930.952
283.489	1.997	2.050	-13.075	-156.239	-320.354	460.551	944.322
285.486	0.323	0.331	-13.075	-158.105	-52.362	464.042	153.684
285.809	1.997	2.013	-7.144	-83.656	-168.389	470.612	947.291
287.806	1.997	2.013	-7.144	-84.790	-170.674	475.127	956.378
289.804	1.300	1.311	-7.144	-85.727	-112.356	478.751	627.464
291.104	1.997	1.997	-0.852	0.904	1.806	476.140	951.081
293.101	1.997	1.997	-0.852	0.910	1.818	478.030	954.856

295.099	1.997	1.997	-0.852	0.916	1.830	479.631	958.055
297.096	0.037	0.037	-0.852	0.919	0.034	480.461	17.655
297.133	1.997	2.002	4.063	70.673	141.508	471.198	943.475
299.130	1.997	2.002	4.063	70.771	141.704	471.603	944.287
301.127	1.997	2.002	4.063	70.869	141.900	471.961	945.004
303.124	0.676	0.677	4.063	70.934	48.044	472.049	319.720
303.800	1.997	2.014	7.338	116.573	234.748	463.038	932.445
305.797	1.997	2.014	7.338	116.339	234.278	462.225	930.808
307.794	1.997	2.014	7.338	116.106	233.808	461.391	929.128
309.792	1.997	2.014	7.338	115.872	233.338	460.552	927.438
311.789	0.651	0.656	7.338	115.718	75.961	459.980	301.948
312.440	1.997	2.015	7.600	119.114	240.010	458.678	924.217
314.437	1.997	2.015	7.600	118.841	239.460	457.724	922.294
316.435	1.997	2.015	7.600	118.568	238.909	456.747	920.327
318.432	1.863	1.879	7.600	118.304	222.298	455.806	856.482
320.294	1.997	2.016	7.900	122.069	246.140	454.077	915.601
322.292	1.997	2.016	7.900	121.747	245.491	452.962	913.351
324.289	1.997	2.016	7.900	121.426	244.843	451.837	911.083
326.286	1.336	1.349	7.900	121.158	163.398	450.936	608.150
327.622	1.997	2.018	8.213	125.022	252.290	449.182	906.429
329.619	1.997	2.018	8.213	124.648	251.534	447.904	903.852
331.617	1.997	2.018	8.213	124.273	250.778	446.630	901.280
333.614	1.097	1.108	8.213	123.983	137.364	445.633	493.728
334.710	1.997	2.020	8.544	128.012	258.543	443.796	896.325
336.708	1.997	2.020	8.544	127.578	257.667	442.355	893.415
338.705	1.997	2.020	8.544	127.145	256.791	440.906	890.488
340.702	0.909	0.919	8.544	126.829	116.528	439.861	404.134
341.611	1.997	2.021	8.851	130.445	263.673	438.036	885.416
343.608	1.892	1.915	8.851	129.967	248.868	436.473	835.781
345.500	1.997	2.021	8.851	129.500	261.762	434.931	879.139
347.497	1.011	1.023	8.851	129.147	132.115	433.764	443.734
348.508	1.997	2.023	9.155	132.630	268.315	431.861	873.668
350.505	1.997	2.023	9.155	132.102	267.246	430.200	870.308
352.503	1.997	2.023	9.155	131.573	266.177	428.533	866.937
354.500	0.949	0.962	9.155	131.184	126.138	427.292	410.857
355.449	1.997	2.025	9.454	134.498	272.327	425.347	861.227
357.446	1.997	2.025	9.454	133.909	271.134	423.553	857.594
359.444	1.997	2.025	9.454	133.320	269.942	421.741	853.925
361.441	1.040	1.054	9.454	132.872	140.024	420.352	442.976
362.480	1.997	2.026	9.743	135.936	275.474	418.353	847.789
364.478	1.997	2.026	9.743	135.286	274.157	416.432	843.896
366.475	1.997	2.026	9.743	134.636	272.840	414.507	839.995
368.472	1.186	1.203	9.743	134.118	161.397	412.955	496.947
369.658	1.997	2.030	10.291	140.099	284.389	410.213	832.698
371.656	1.997	2.030	10.291	139.327	282.822	408.069	828.347
373.653	1.997	2.030	10.291	138.554	281.254	405.923	823.991
375.650	0.965	0.981	10.291	137.982	135.341	404.291	396.555
376.615	1.997	2.034	10.863	144.004	292.862	401.478	816.488
378.612	1.997	2.034	10.863	143.095	291.013	399.120	811.693
380.610	0.390	0.397	10.863	142.552	56.663	397.763	158.106
381.000	1.997	2.034	10.863	141.956	288.697	396.183	805.720
382.997	0.484	0.493	10.863	141.326	69.681	394.528	194.522

383.481	1.997	2.038	11.448	147.225	300.015	391.639	798.082
385.479	1.997	2.038	11.448	146.056	297.634	388.832	792.363
387.476	1.997	2.038	11.448	144.888	295.253	386.052	786.697
389.473	0.805	0.821	11.448	144.069	118.331	384.128	315.504
390.278	1.997	2.042	12.030	149.506	305.308	380.841	777.719
392.276	0.273	0.279	12.030	148.750	41.543	379.148	105.890
392.549	1.997	2.042	12.030	148.226	302.694	430.252	878.621
394.546	1.997	2.042	12.030	147.362	300.929	428.839	875.736
396.543	0.609	0.623	12.030	146.798	91.427	427.980	266.550
397.152	1.997	2.047	12.633	152.525	312.190	426.198	872.348
399.150	1.997	2.047	12.633	151.527	310.148	425.066	870.032
401.147	1.997	2.047	12.633	150.529	308.105	423.540	866.908
403.144	0.903	0.926	12.633	149.804	138.672	422.405	391.016
404.047	1.997	2.052	13.217	154.967	317.931	420.730	863.175
406.045	1.997	2.052	13.217	153.832	315.603	419.388	860.420
408.042	1.997	2.052	13.217	152.698	313.276	417.697	856.952
410.039	1.074	1.103	13.217	151.825	167.538	416.125	459.192
411.113	1.997	2.056	13.776	156.377	321.577	414.722	852.842
413.111	1.997	2.056	13.776	155.105	318.961	412.928	849.152
415.108	1.997	2.056	13.776	153.833	316.345	411.047	845.285
417.105	1.385	1.426	13.776	152.756	217.837	409.111	583.410
418.490	1.997	2.061	14.278	156.352	322.229	407.483	839.791
420.488	1.997	2.061	14.278	154.951	319.341	405.138	834.958
422.485	1.997	2.061	14.278	153.549	316.453	402.655	829.840
424.482	1.938	2.000	14.278	152.169	304.291	400.141	800.160
426.420	1.580	1.648	16.507	170.413	280.835	396.469	653.367
428.000	1.997	2.083	16.507	168.781	351.590	394.310	821.391
429.997	1.997	2.083	16.507	167.130	348.150	391.448	815.429
431.995	1.260	1.314	16.507	165.784	217.883	389.277	511.610
433.255	1.997	2.115	19.191	185.652	392.613	383.056	810.081
435.252	1.997	2.115	19.191	183.147	387.317	379.771	803.134
437.249	1.997	2.115	19.191	180.642	382.020	375.768	794.668
439.246	0.522	0.552	19.191	179.063	98.930	375.036	207.203
439.768	1.997	2.156	22.125	197.798	426.458	367.333	791.979
441.765	1.997	2.156	22.125	194.196	418.692	363.086	782.822
443.763	1.997	2.156	22.125	190.594	410.926	358.117	772.109
445.760	0.149	0.161	22.125	188.659	30.424	356.008	57.412
445.909	1.997	2.202	24.888	202.926	446.788	347.921	766.028
447.907	1.997	2.202	24.888	198.143	436.258	343.273	755.794
449.904	1.997	2.202	24.888	193.360	425.728	338.021	744.232
451.901	0.675	0.745	24.888	190.160	141.603	333.581	248.402
452.577	1.997	2.268	28.297	202.859	460.148	323.045	732.766
454.574	1.997	2.268	28.297	196.440	445.588	317.661	720.554
456.571	1.997	2.268	28.297	190.021	431.027	313.376	710.834
458.568	0.934	1.061	28.297	185.310	196.636	309.577	328.497
459.503	1.997	2.328	30.899	189.594	441.302	300.297	698.978
461.500	1.997	2.328	30.899	181.805	423.172	294.485	685.450
463.497	1.997	2.328	30.899	174.016	405.043	288.686	671.950
465.495	1.997	2.328	30.899	166.227	386.913	282.163	656.769
467.492	0.198	0.230	30.899	161.947	37.286	277.885	63.978
467.689	1.997	2.381	32.988	162.625	387.231	270.883	645.008
469.687	1.997	2.381	32.988	153.670	365.908	263.914	628.413

471.684	1.997	2.381	32.988	144.715	344.585	253.664	604.007
473.681	1.997	2.381	32.988	135.760	323.262	245.722	585.096
475.678	1.997	2.381	32.988	126.805	301.939	236.756	563.746
477.676	1.997	2.381	32.988	117.850	280.617	227.571	541.876
479.673	0.084	0.100	32.988	113.185	11.305	220.350	22.009
479.757	1.997	2.408	33.955	109.777	264.329	216.614	521.578
481.754	1.997	2.408	33.955	100.264	241.422	206.692	497.687
483.751	1.997	2.408	33.955	90.750	218.514	195.904	471.710
485.748	1.997	2.408	33.955	81.237	195.607	187.877	452.381
487.746	1.254	1.512	33.955	73.492	111.130	181.241	274.060
489.000	1.997	2.408	33.955	65.767	158.358	172.181	414.588
490.997	1.997	2.408	33.955	56.290	135.539	164.263	395.524
492.995	1.997	2.408	33.955	46.814	112.721	155.650	374.783
494.992	0.565	0.682	33.955	40.734	27.764	150.500	102.578
495.557	1.997	2.408	33.955	35.148	84.632	46.646	112.316

---

#### LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio

dx(m) : Larghezza concio

dl(m) : lunghezza base concio

alpha(°) : Angolo pendenza base concio

TauStress(kPa) : Sforzo di taglio su base concio

TauF (kN/m) : Forza di taglio su base concio

TauStrength(kPa) : Resistenza al taglio su base concio

TauS (kN/m) : Forza resistente al taglio su base concio

---