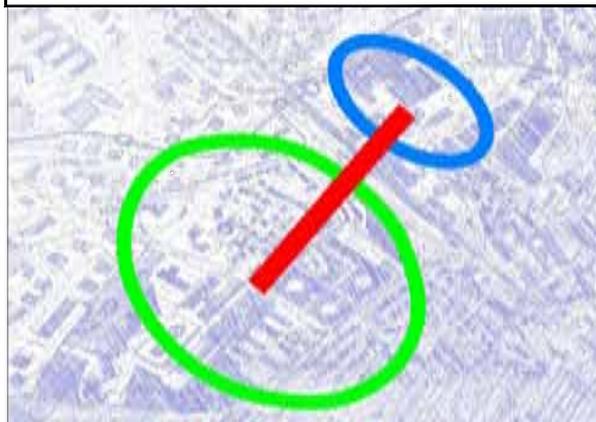




COMUNE DI PERUGIA

Progetto Generale  
SICUREZZA E SVILUPPO PER  
FONTIVEGGE E BELLOCCHIO



BANDO PER LA RIQUALIFICAZIONE URBANA E LA  
SICUREZZA DELLE PERIFERIE DELLE CITTA'  
METROPOLITANE, DEI COMUNI CAPOLUOGO DI  
PROVINCIA E DELLA CITTA' DI AOSTA

D.P.C.M. 25 Maggio 2016

**PROGETTO**

# SISTEMA DI ADDUZIONE DELLE ACQUE ALLE AREE VERDI ED AGLI ORTI URBANI

PROGETTO ESECUTIVO

AREA RISORSE AMBIENTALI - SMART CITY E INNOVAZIONE

Strada S. Lucia, 2 - 06125 PERUGIA

Tel. 075 5773260

RUP Progetto Generale  
Ing. Arch. ENRICO ANTINORO

RUP Intervento  
Dott. VINCENZO PIRO

Progettista:

Data:



Via Roma, 71 - 06083 - Bastia U. (PG)  
tel. 0758011814 - fax 0758003951  
p.iva 03123350542  
mail: info@tecnoprogettigroup.it  
web: www.tecnoprogettigroup.it

Ing. Margherita Giuglietti  
Arch. Letizia Giuglietti  
Geom. Augusto Giuglietti

MARZO 2018

Oggetto:

Tavola:

COMUNE DI PERUGIA  
AREA RISORSE AMBIENTALI - SMART CITY E INNOVAZIONE

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

RG

Dott. Geol. Guendalina Antonini

Scala:

Varie

AGGIORNAMENTI :

Data :

Note :

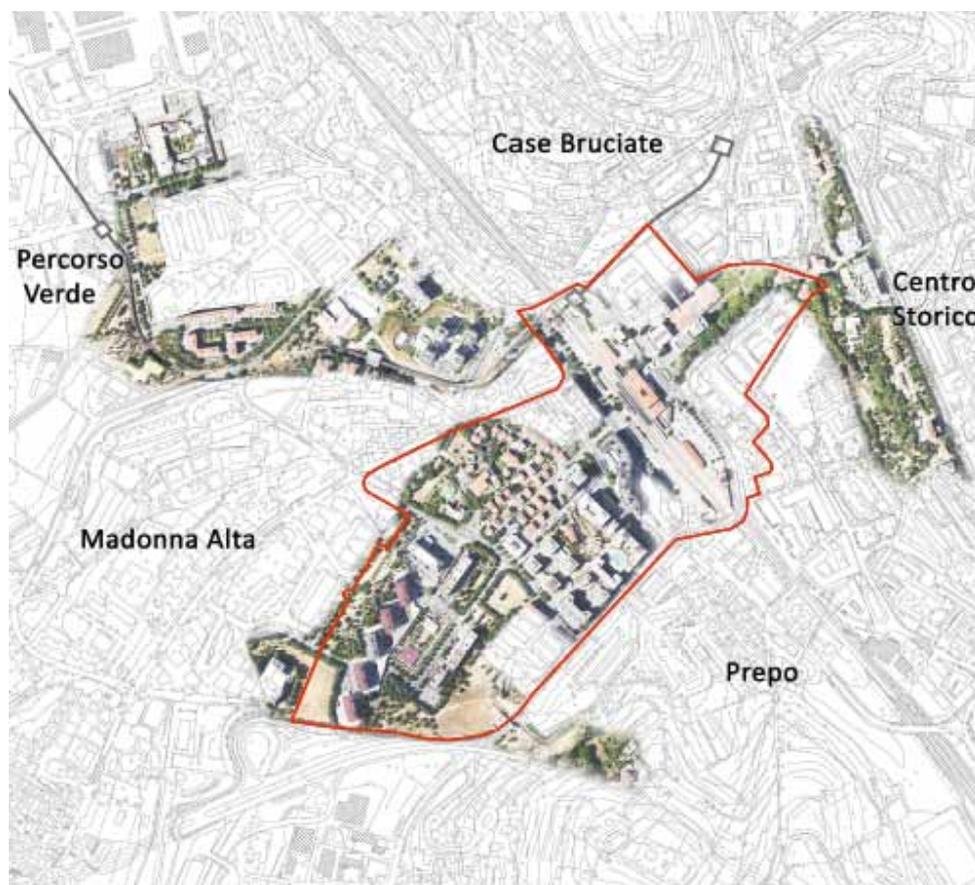


## COMUNE DI PERUGIA

*Area Risorse Ambientali, Smart City e Innovazione*

### PROGETTO ESECUTIVO

## SISTEMA IDRAULICO DI ADDUZIONE DELLE ACQUE



### RELAZIONE GEOLOGICA

Perugia, aprile 2018

Dott.ssa Geol. *Guendalina Antonini*



## **INDICE**

<b>PREMESSA</b> .....	3
<b>IL PROGETTO</b> .....	5
<b>SISTEMA DI ADDUZIONE DELLE ACQUE</b> .....	6
<b>TERRE E ROCCE DA SCAVO</b> .....	7
<b>PIANO REGOLATORE GENERALE</b> .....	7
<b>Quadro normativo</b> .....	10
<b>Studi e indagini geologiche precedenti</b> .....	10
<b>La Zonizzazione di Frana</b> .....	13
<b>GEOLOGIA DI AREA VASTA</b> .....	14
<b>GEOMORFOLOGIA DI AREA VASTA</b> .....	16
<b>IDROGEOLOGIA DI AREA VASTA</b> .....	17
<b>VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO</b> .....	18
<b>GEOLOGIA DI DETTAGLIO</b> .....	20
<b>Indagini Geognostiche</b> .....	20
Sintema di Perugia.....	21
Formazione rocciosa della Marnoso Arenacea MUM1 .....	22
<b>CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE</b> .....	23
<b>MODELLAZIONE SISMICA</b> .....	24
<b>Caratterizzazione sismica dell'area (sismicità storica)</b> .....	24
<b>Pericolosità sismica di base</b> .....	25
<b>Microzonazione Sismica</b> .....	26
<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b> .....	29
<b>Terreno di Riporto</b> .....	29
<b>CONCLUSIONI</b> .....	29

## PREMESSA

Il presente studio è finalizzato alla verifica sulla compatibilità geologica, geomorfologica e idrogeologica ed anche sismica per l'impianto idraulico che garantirà l'apporto dell'acqua per l'irrigazione di tutto il sistema del verde sia esistente, sia di nuova piantumazione nell'area d'intervento del programma straordinario di riqualificazione urbana.



*Stralcio carta topografica 1:25000 IGM*



*foto aerea digitale 2013 in scala 1:10.000*

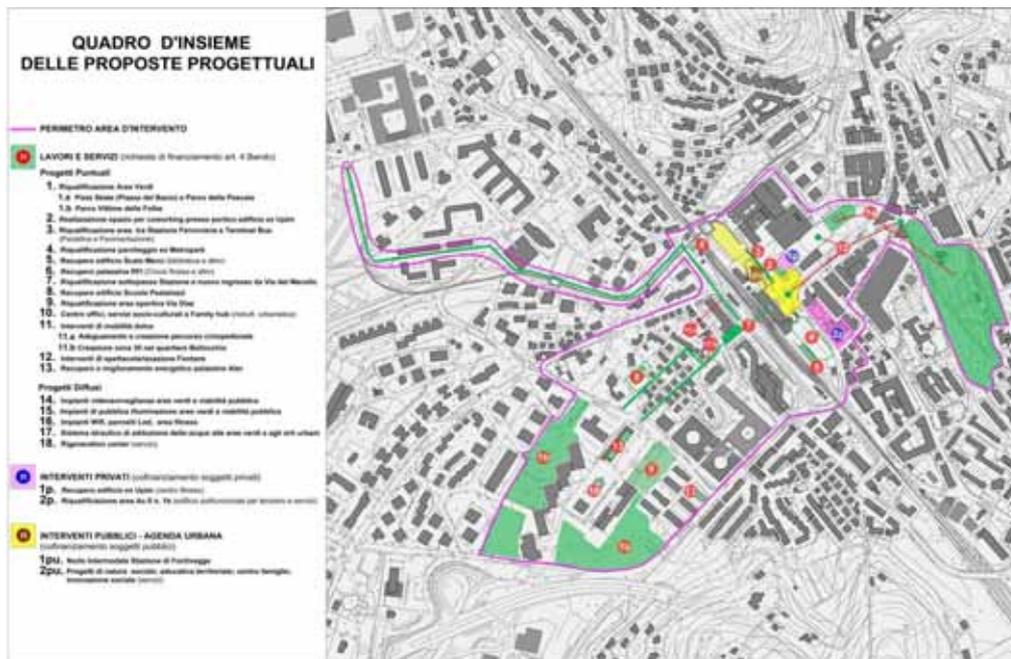
L'area oggetto d'intervento fa parte di un programma straordinario per la riqualificazione urbana delle periferie dei Comuni capoluogo di Provincia. Tali aree allo stato attuale presentano diverse criticità economico-sociali, infrastrutturali e dei servizi. Sono aree degradate e spesso poco utilizzate dai cittadini residenti poiché hanno perso nella maggior parte dei casi la percezione della sicurezza e dell'identità dei luoghi. La proposta progettuale generale si prefigge alcuni importanti obiettivi finalizzati al miglioramento della sicurezza dell'area soggetta, al momento a degrado dell'ambiente urbano; è previsto il recupero di alcuni edifici pubblici, la riqualificazione del verde, la rifunzionalizzazione di alcuni percorsi pedonali e ciclabili, miglioramento delle relazioni tra i vari attori sociali, economici, istituzionali e nuove soluzioni per la sicurezza.

Il complesso delle azioni è funzionale al raggiungimento della sostenibilità ambientale e sociale attraverso la valorizzazione delle potenzialità disponibili. Nell'insieme, il progetto intende soddisfare l'esigenza collettiva di rendere l'area idonea per i fabbisogni della popolazione e più attrattiva da un punto di vista della sua fruibilità.

Tali aree richiedono interventi strutturati e concreti di riqualificazione e rifunzionalizzazione per avviare un processo di rivitalizzazione economica, sociale e culturale di tutto il contesto urbano di

riferimento. Attraverso il recupero di alcuni fabbricati (uffici comunali, proloco e centro anziani; edificio scuola materna Pestalozzi; edificio ex scalo merci e palazzine FFSS) saranno valorizzati la loro qualità architettonica e gli edifici saranno resi più funzionali, a proposito dell' ambiente socio culturale dell'area. Il progetto prevede interventi mirati al miglioramento delle condizioni di vivibilità, oggi caratterizzata da situazioni di marginalità economica e sociale.

Di seguito si riportano, come indicato nella planimetria allegata, le principali proposte progettuali.



L'intero progetto si prefigge il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- riqualificazione del tessuto urbano e del verde
- risparmio energetico
- razionalizzazione della risorsa idrica
- messa in sicurezza sismica di alcuni edifici
- conservazione del patrimonio naturale
- sviluppo della connettività ecologica
- miglioramento delle condizioni ambientali e rifunzionalizzazione degli spazi
- modello teso alla sostenibilità ambientale
- promozione della mobilità sostenibile
- riduzione delle emissioni di polveri sottili
- protezione del paesaggio e promozione del patrimonio storico culturale
- azione coerente con gli obiettivi del Piano Regionale per la Gestione dei Rifiuti
- migliorare il livello di integrazione e inclusione sociale
- sicurezza e controllo del territorio
- promozione della cittadinanza attiva
- rivitalizzazione degli spazi pubblici
- accrescere la cultura del fare condiviso
- promozione della risorsa umana
- valorizzazione del paesaggio urbano
- promozione nel sistema economico locale
- mobilità sostenibile
- potenziamento delle prestazioni urbane
- miglioramento delle capacità competitive
- promozione del consumo di prodotti naturali e biologici
- miglioramento delle capacità comunicative
- installazione di servizi di connessione Wi-Fi libera
- realizzazione di strumenti interattivi per la comunicazione
- promozione di comunicazione didattica ed educativa

## IL PROGETTO

Il progetto prevede il recupero delle acque provenienti dai sistemi di raccolta e regimazione profonda dei pozzi realizzati per la bonifica idrogeologica dell'area di Fontivegge; il sistema è in grado di fornire il giusto apporto alle aree verdi da riqualificare. Le acque saranno captate dai pozzi drenanti di Via Mario Angeloni, nel tratto finale delle opere di drenaggio di consolidamento della frana di Fontivegge che hanno interessato il versante sud-ovest del colle di Perugia..

Attualmente, le acque di drenaggio profondo raggiungono valle nei pressi della stazione ferroviaria di Fontivegge; gli ultimi pozzi drenanti convogliano infine le acque nella pubblica fognatura. Le acque sono quindi perse e non riutilizzate.

Gli interventi prevedono invece la captazione delle acque dai due pozzi P1 e P2, come indicati nella planimetria catastale allegata al progetto e la realizzazione di un sistema di condotte che raggiungono prima il Parco della Pescaia e in seguito, a valle il Parco delle Foibe.

Le due condotte di mandata dai pozzi P1 e P2 confluiranno in piazza delle Fonti di Veggio, in una vasca accumulo, dove sarà posta una pompa di sollevamento fino alla vasca di carico o cisterna al Parco della Pescaia. Questa si trova a una quota superiore all'area verde più distante da riqualificare.

La portata emunta da ognuno dei pozzi in condizioni di minimo, è pari a 1 l/s e ciò consente di approvvigionare giornalmente circa 80 mc di acqua pari a 160 mc totali.

La condotta ha una lunghezza totale di circa 1.997.50 ml, così suddivisi:

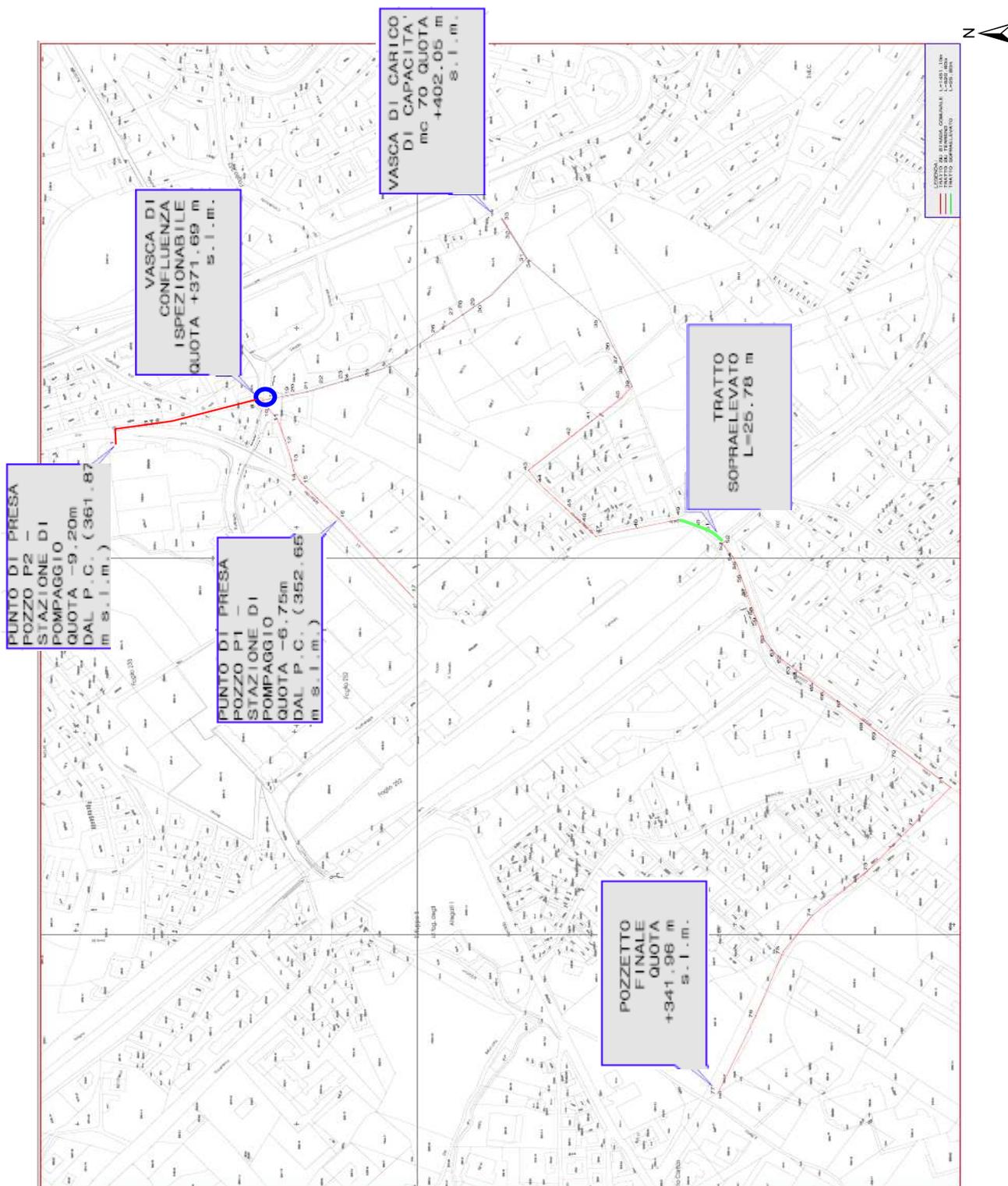
- su strada asfaltata comunale ml 1451.10
- su terreno naturale ml 520.60
- tratto sopraelevato fuori terra ml 25.80

L'intervento di adduzione delle acque per l'irrigazione delle aree verdi è realizzato attraverso la posa in opera di condotte appositamente dimensionate secondo le necessità e le caratteristiche delle specie arboree e arbustive di nuova piantumazione esistente all'interno delle suddette aree.



Schema tipo sistema adduzione acqua

### SISTEMA DI ADDUZIONE DELLE ACQUE



## **TERRE E ROCCE DA SCAVO**

Il piano di posa della tubazione in pressione è posto a circa 80 cm dal piano di campagna, non è pertanto necessario armare le pareti di scavo, se non in condizioni particolari (terreno particolarmente cedevole, infiltrazioni di acqua, presenza d'infrastrutture o elementi pesanti nelle immediate vicinanze. Nel caso di scavi più profondi di 1.50 m sarà necessario sagomare le pareti di scavo con pendenza di sicurezza (inclinazione 3/2: base 3 altezza 2).

Prima dell'inizio delle attività di scavo, il terreno di risulta dovrà essere preventivamente analizzato se riutilizzato in loco o riutilizzato in altro sito. Quest'ultimo dovrà essere preventivamente definito.

In alternativa, il terreno asportato, considerato come rifiuto, potrà essere conferito in discarica o a un impianto di recupero.

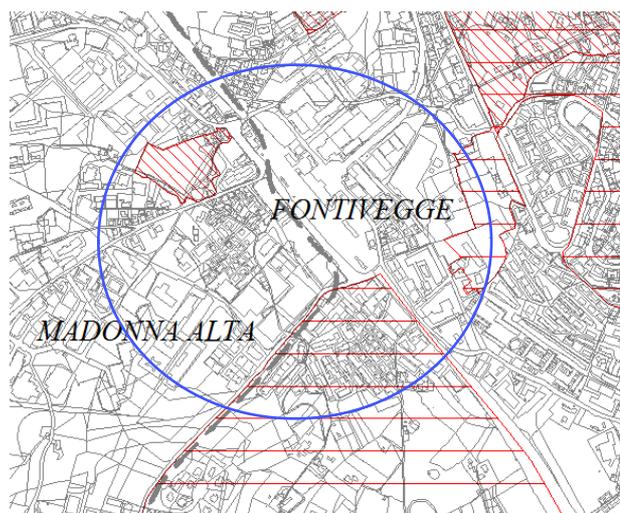
Per l'utilizzo del terreno e/o del rifiuto è necessario fare riferimento alla normativa vigente in materia di terre e rocce da scavo. D.P.R 120/2017e il D.Lgs 152/2006 e s.m.i.

## **PIANO REGOLATORE GENERALE**

Per la valutazione sulla fattibilità "geologica" del progetto, così come riportato anche nella relazione sulla fattibilità ambientale, non si può prescindere dalla verifica sulla compatibilità degli interventi con le prescrizioni dei piani urbanistici, territoriali e paesaggistici, sia di carattere generale sia settoriale.

In linea con i piani sovraordinati, il PRG, adeguato al PTCP per gli aspetti paesaggistico-ambientali, indica nelle proprie carte di vincolo e nella parte strutturale, gli ambiti di tutela.

### **Cartografia dei vincoli di PRG**

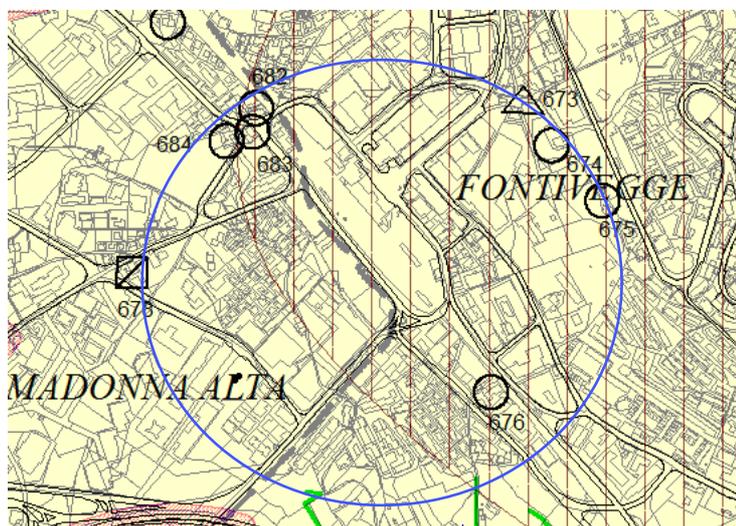


Ricognizione dei vincoli paesaggistici riferiti al D.Lgs. 42/04 "Codice dei beni culturali e del paesaggio" e le componenti della pianificazione paesaggistica locale.



AREE SOTTOPOSTE A VINCOLO PAESAGGISTICO AI SENSI DELL'ART. 136, LETT. c) E d) DEL D.Lgs. N. 42/2004 - Immobili ed aree di notevole interesse pubblico, Complessi caratteristici e bellezze panoramiche (art.80 del TUNA)

Dalla cartografia sopra riportata, non emergono particolari vincoli ostativi in merito alla fattibilità di tutti gli interventi previsti per la riqualificazione dell'area.

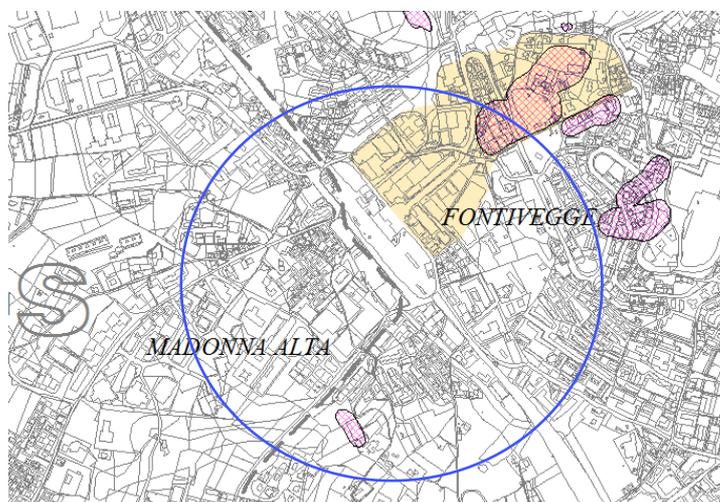


**Allegato A3\_2 "Altre componenti Paesaggistiche"**

**Ricognizione dei vincoli paesaggistici e componenti della pianificazione paesaggistica locale.**

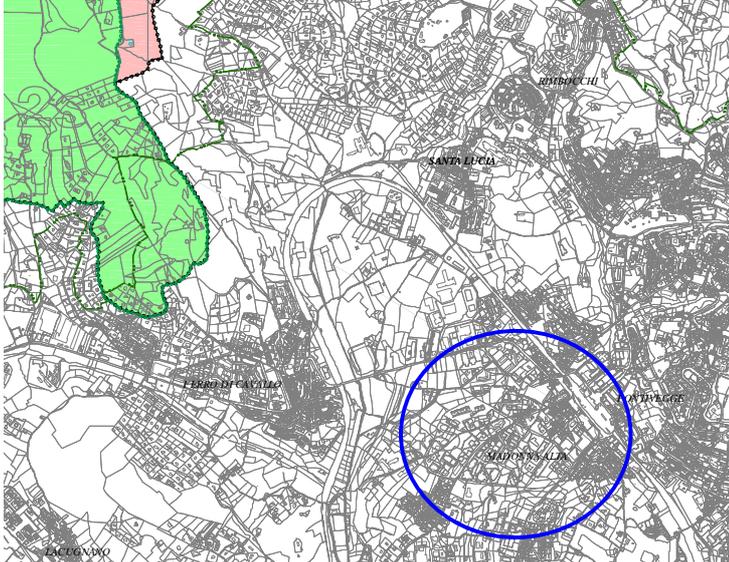
-  GRUPPI FILARI E PIANTE SPARSE (art.50 del TUNA)
-  CORRIDOI DI NATURALITA' (art.51 del TUNA)
-  AREE DI INTERVISIBILITA' DEI CONI VISUALI (art.53 del TUNA)
-  CONI VISUALI (art.53 del TUNA)
-  FASCIA DI RISPETTO DEI CRINALI (art.53 del TUNA)
-  VISUALI AD AMPIO SPETTRO (art.53 del TUNA)

Tutta l'area è caratterizzata da un'intervisibilità; particolare attenzione sarà posta soprattutto durante le fasi di cantiere per la mitigazione dell'impatto visivo.



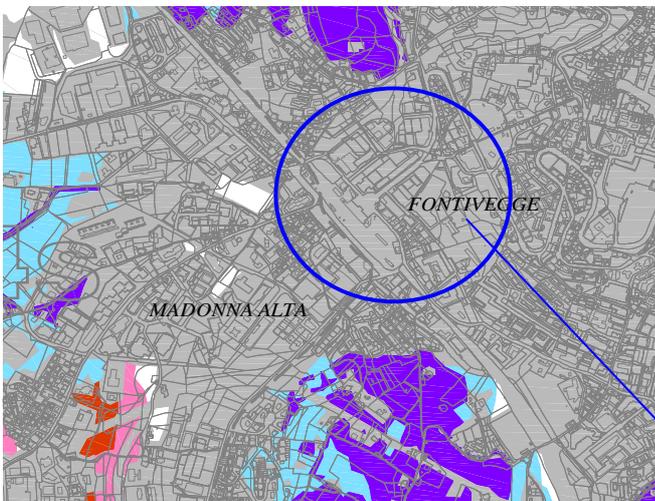
**Ricognizione delle componenti ambientali**

-  AREE AD ELEVATA PERICOLOSITA' GEOLOGICA (art.92 del TUNA)
-  AREE INSTABILI AMMESSE A CONSOLIDAMENTO (L.R. n.65/78) (art.91 del TUNA)



**Allegato A4\_2 "Tutela delle aree e dei siti di interesse naturalistico (art.36 del P.T.C.P.)"**

Non vi sono siti d'interesse naturalistico.



**Allegato A4\_3 "Rete Ecologica"**

-  UNITA' COMUNALI DI CONNESSIONE ECOLOGICA  
( art.137 quater del TUNA )
-  CONNETTIVITA' UNITA' COMUNALI DI CONNESSIONE ECOLOGICA  
( art.137 quater del TUNA )
-  CORRIDOI E PIETRE DI GIUOCO  
( art.137 quater del TUNA )
-  CONNETTIVITA' CORRIDOI E PIETRE DI GIUOCO  
( art.137 quater del TUNA )
-  FRAMMENTI  
( art.137 quater del TUNA )
-  CONNETTIVITA' FRAMMENTI  
( art.137 quater del TUNA )
-  BARRIERE ANTROPICHE

## **Quadro normativo**

- D.G.R.8 marzo 2010 n.377, “Criteri per l’esecuzione degli studi di microzonazione sismica”.
- D.M 14/01/08 *Norme Tecniche per le Costruzioni* (NTC08)
- D.G.R.13 luglio 2015 n°853 “*Piano di bacino del fiume Tevere - Stralcio per l’assetto idrogeologico - PAI - PS6. Disposizioni regionali per l’attuazione del Piano*”.
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152 “*Norme in materia ambientale*”.
- D.G.R.18 giugno 2003 n°852 “*Approvazione classificazione sismica del territorio regionale dell’Umbria*”.
- O.P.C.M.20 marzo 2003 n°3274 “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”.
- D.G.R. del 31 luglio 1998 n° 4363 “*Indagini urgenti di microzonazione sismica*”. *Approvazione della relazione conclusiva, degli elaborati e delle tabelle dei coefficienti di amplificazione per i centri abitati sottoposti ad indagine*”.
- D.M. 11 marzo 1988 “*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle opere di fondazione*”.

## **Studi e indagini geologiche precedenti**

- Piano regolatore Generale (2002)
- Variante del PRG in adeguamento al PTCP (2014)
- Pubblicazione “*Il Colle di Perugia: note di Geologia, idrogeologia e geomorfologia*” (C. Cattuto e L. Gregori – 1988);
- Relazione geologica e geotecnica comparto LI Centro direzionale Fontivegge (Prof. Pietro Sabatini 1962);
- Relazione geologica allegata al progetto della variante n.32 del PRG zona Fontivegge-Via Pievaiola (T.Pannacci - P.C Picchio - A.Boscherini - 1982);
- Relazione geognostica relativa al progetto per la realizzazione del comparto N Fontivegge (A.Grassi – 2002-2004);
- Indagini di microzonazione sismica di livello 1 della città di Perugia (Regione Umbria –Comune di Perugia 2011)
- Prust (V.Piro – D.Vantaggi 2001)
- Relazione geologica percorsi pedonali (R.Chiesa 1992);

Si riporta di seguito solo la parte di relazione tecnica, riguardante le opere di drenaggio e consolidamento, estrapolata dalla pubblicazione dalla Regione dell'Umbria: progetto SCAI (**Studio Centri Abitati Instabili**) 1994-1995. **G. Felicioni, C. Ribaldi**

---

## **Interventi di consolidamento**

*I principali fenomeni di dissesto nell'area di Fontivegge si sono verificati a partire dall'estate 1982 ed hanno coinvolto la fascia edilizia compresa tra Via XX Settembre e Via M. Angeloni. Nei mesi settembre-ottobre 1982 sono iniziati gli studi geologici di carattere generale che si sono conclusi con due relazioni redatte dalla Commissione dei Tecnici Comunali nelle date 19/1/1983 e 10/2/1983.*

*In base a tali indagini venivano approvati dalla Giunta Comunale alcuni interventi con carattere di "urgenza" volti soprattutto all'intercettazione delle acque di superficie con trincee di drenaggio e rifacimento del collettore fognale. Ulteriori approfondimenti-vennero effettuati da una Commissione di Studio formata da tecnici comunali, regionali e consulenti dell'Università di Bologna e Perugia al fine di studiare con maggior riguardo e a mezzo di strumentazione apposita, la situazione idrogeologica della zona. La Commissione elaborava un primo rapporto in data 24/10/83 dove veniva fornito un quadro degli aspetti peculiari del fenomeno franoso ed evidenziata l'esistenza di strati "critici" nel sottosuolo responsabili dei fenomeni di dissesto; venivano inoltre raccomandate opere di sostegno allo sbancamento effettuato nel cantiere SIREPA ed il ripristino di alcune antiche gallerie drenanti nella zona. Nel novembre 1983 si verifica un aggravamento della situazione di dissesto per cui vengono emanate alcune ordinanze di sgombero per alcuni fabbricati e la sospensione dei lavori nei cantieri del Centro Direzionale di Fontivegge presenti a valle della zona in dissesto, subordinandone la ripresa alla presentazione di studi geologici supplementari. Al fine di coordinare le numerose indagini effettuate non solo nell'area in frana, ma anche nelle limitrofe aree edificatorie del Centro Direzionale, viene istituita una Commissione Congiunta Regione-Provincia-Comune alla quale fa parte anche un rappresentante del Servizio Geologico di Stato.*

*Gli studi della Commissione, conclusi in data 16/3/1984, sono stati finalizzati a formulare proposte di bonifica e di controllo del movimento franoso e di esprimere parere riguardo alla fattibilità degli interventi edificatori nell'ambito del Centro Direzionale di Fontivegge.*

*Gli interventi di consolidamento proposti e realizzati hanno avuto come obiettivo principale quello di abbassare la superficie piezometrica, al fine di ripristinare le condizioni di stabilità del versante. Secondo le verifiche di stabilità effettuate viene prospettata come soluzione di maggiore efficacia, l'abbassamento medio della superficie piezometrica di circa 4 metri.*

*Gli **interventi drenanti** realizzati sono di due tipi:*

- pozzi drenanti: hanno un diametro di 100-150 cm, sono allineati secondo alcune direttrici e sono stati spinti fino alla profondità necessaria per ottenere un adeguato abbattimento della falda. Sono inoltre dotati di un collegamento alla base con scarico di fondo. Vengono ubicati in prevalenza a monte di Via XX Settembre allo scopo di costituire una barriera drenante a salvaguardia della fascia edilizia di valle.*
- pozzi drenanti di grandi dimensioni: sono rivestiti da pareti di calcestruzzo armato e corredati a monte da una raggiera di dreni suborizzontali con apertura di 60 gradi e lunghezza di 40-50 metri.*

Questo sistema non ha solo funzione drenante ma anche statica soprattutto se integrato con tiranti. Questo intervento è stato realizzato nella zona a valle di Via XX Settembre, dove sono più evidenti le manifestazioni di instabilità.

Insieme agli interventi è proposta l'installazione di opportune strumentazioni per il controllo delle caratteristiche dinamiche della frana e di eventuali spostamenti degli edifici e per la verifica degli abbassamenti della superficie piezometrica durante i lavori di bonifica.

E' stato pertanto predisposto:

- 1) l'installazione e lettura di tubi inclinometrici per il controllo degli spostamenti del terreno;
- 2) l'installazione e lettura di piezometri per il controllo dei livelli della superficie piezometrica;
- 3) l'impianto di una rete geodetica ad alta precisione su punti caratteristici del terreno e delle costruzioni e di un sistema automatico di controllo con segnalazione di allarme;
- 4) verifica della funzionalità delle aste drenanti.

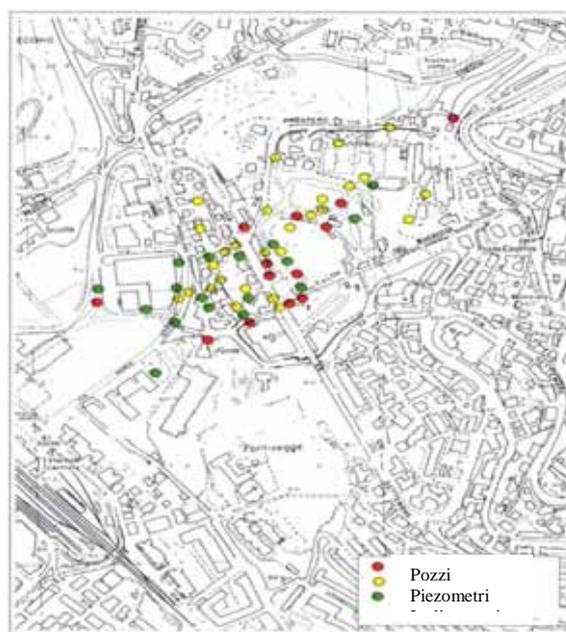
A tutt'oggi, come dimostrato dai risultati delle strumentazioni di controllo, gli obiettivi prefissati nel progetto di bonifica sembrano pienamente raggiunti, garantendo così un deciso miglioramento delle condizioni di stabilità del versante.



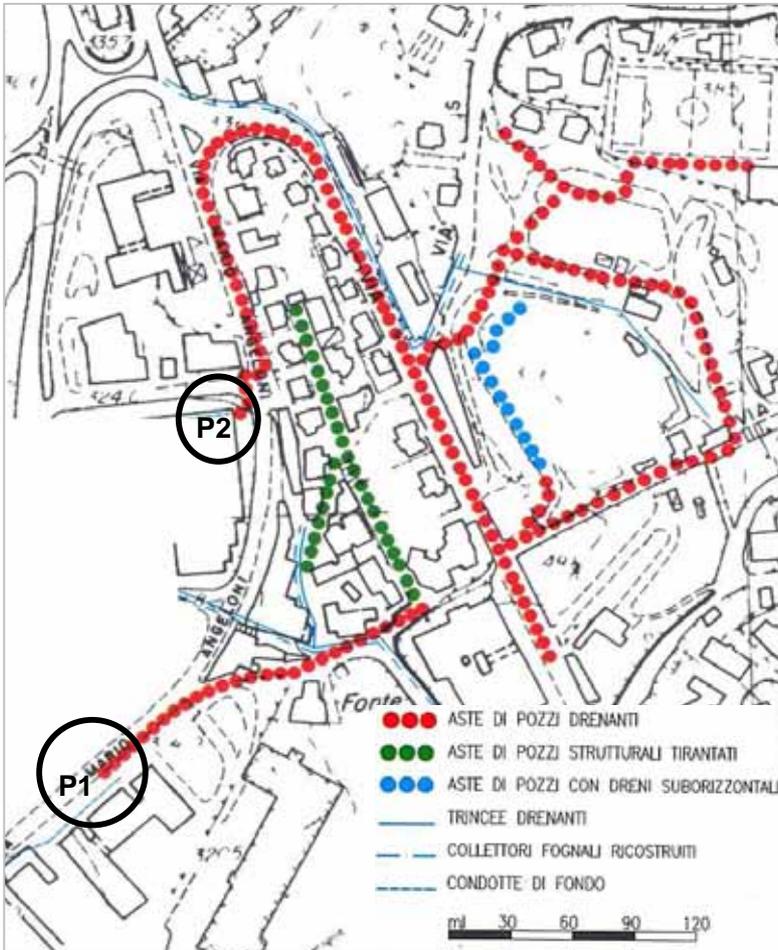
Localizzazione



Perimetrazione dell'area in dissesto



Strumentazione di controllo

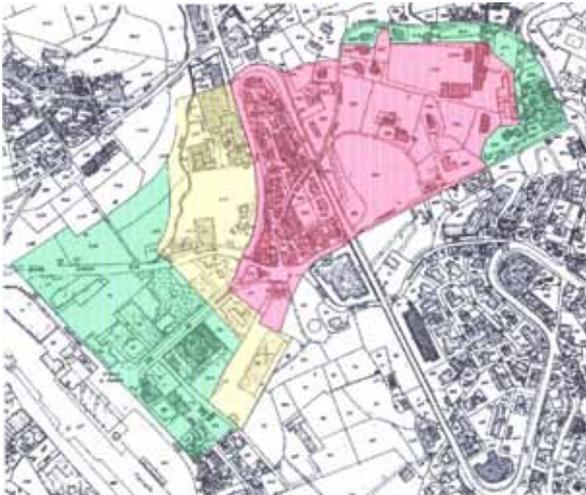


**Opere di consolidamento realizzate**

○ Zona di captazione delle acque dai pozzi drenanti in prossimità della condotta di fondo — Pozzi P1 e P2

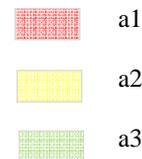
## La Zonizzazione di Frana

La zonizzazione, definita a seguito degli studi svolti, identifica tre ambiti: a1, a2 e a3. La zona **a1** rappresenta l'area oggetto d'interventi di consolidamento terreni, dove sono stati eseguiti i lavori di bonifica del dissesto. La zona **a2** individua la fascia di rispetto all'a1; mentre la zona **a3**, posta nell'area a valle e sommitale del versante, è definita area potenzialmente stabile e morfologicamente ricompresa.



### cartografia di zonizzazione

Approvata con D.G.R 721 e 902 del 1989



Con riferimento alla captazione delle acque, si evidenzia che la condotta ricade in **a3**.

In ogni caso, in applicazione dell'art. 78 del TUNA del PRG, sarà necessaria un'apposita autorizzazione preventiva da parte della Regione dell'Umbria (Servizio Sismico) ai sensi dell'art. 2 della L.64/74. L'unico intervento che sarà realizzato, per l'intero impianto è rappresentato da una trincea per la messa in opera della condotta.

## **GEOLOGIA DI AREA VASTA**

Dal punto di vista geologico-stratigrafico l'insieme dell'apparato collinare di Perugia è caratterizzato da una grande variabilità litologica.

Dall'alto verso il basso, in profondità, si trova la presenza di terreni di riporto o depositi antropici sia antichi sia recenti; si tratta di accumuli di terreno eterogeneo localizzati soprattutto in corrispondenza delle preesistenti incisioni di versante per opera dei corsi d'acqua o delle depressioni morfologiche.

Seguono, in profondità, i sedimenti fluviali in posto, appartenenti al Sistema di Perugia – PGU del Pliocene. – Pleistocene superiore p.p., costituiti prevalentemente da argille, limi argillosi, travertini e calcari micritici prevalenti, con rari livelli sabbiosi e ghiaiosi.

Dai rilievi effettuati in superficie, il deposito deltizio, laddove ben esposto, presenta un'immersione variabile dei livelli sabbioso-conglomeratici tra 200° e 230° Nord e un'inclinazione di circa 20°-30°.

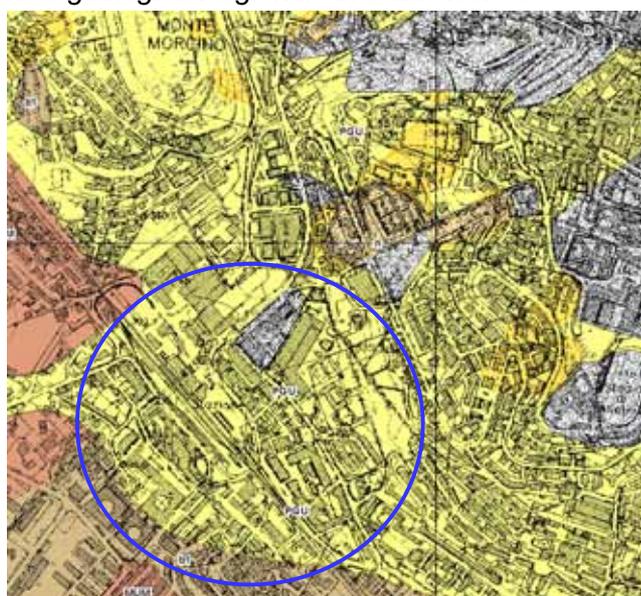
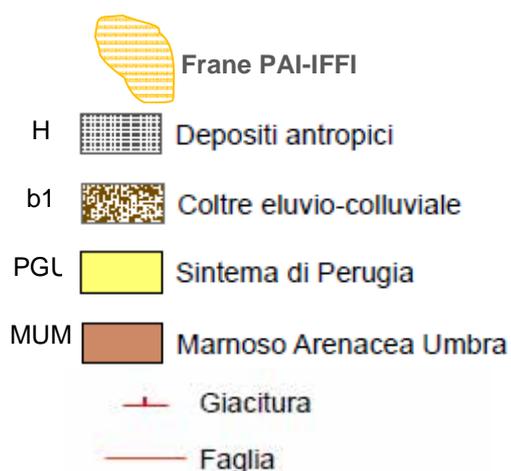
I molteplici dati a disposizione consentono, con sufficiente dettaglio, di caratterizzare la successione geologico-stratigrafica locale.

Di sotto i depositi fluviali deltizi e lacustri, si trova il substrato roccioso miocenico rappresentato dalla formazione della Marnoso Arenacea Umbra MUM che affiora lungo alcuni impluvi e sui bassi versanti nei rilievi collinari limitrofi; la roccia è costituita da un'alternanza di strati arenacei e marnoso-arenacei, con interstrati argillitici di ridotto spessore.

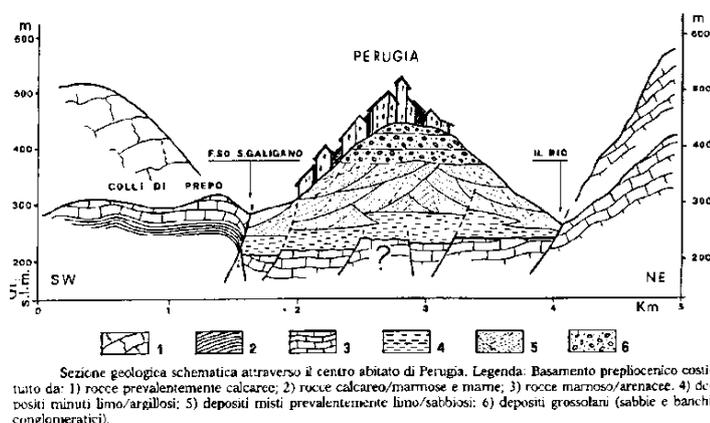
Le numerose indagini svolte dal Comune di Perugia mediante sondaggi a carotaggio continuo confermano in pieno la ricostruzione. Sono presenti anche dislocazioni tettoniche come faglie, che in corrispondenza delle coltri eluvio colluviali e il riporto, sono di difficile individuazione.

In linea con la vigente normativa in materia di costruzioni in zona sismica (D.M. 14.01.2008), è stata fatta la definizione del modello geologico locale al fine di caratterizzare i terreni del sottosuolo. Partendo dalla cartografia geologia ufficiale redatta dalla regione dell'Umbria in scala 1:10.000, si è cercato, attraverso sopralluoghi e indagini geognostiche e sismiche puntali, di definire con maggior dettaglio la situazione litologica locale.

*Carta geologica Regionale in scala 1:10.000*



Geologicamente, la struttura collinare di Perugia trae origine dall'azione di sedimentazione, avvenuta in ambiente deltizio, di un corso d'acqua che possiamo definire Paleo - Tevere (C. Cattuto, 1986). Tale genesi ha determinato la presenza di depositi clastici che, per composizione e caratteristiche litostratigrafiche, differiscono sostanzialmente dalle rocce che costituiscono i rilievi circostanti, formatesi in epoche precedenti; queste rocce, rappresentate dalla formazione rocciosa della Marnoso Arenacea, si ritrova come substrato roccioso ai sedimenti fluviali e lacustri del Colle Perugino.



I sedimenti del Colle di Perugia costituiscono l'apparato deltizio del corso d'acqua del "Paleo Tevere" che sfociava nel lago Tiberino (C.Cattuto & L.Gregori 1988).

La zona del centro storico di Perugia è contraddistinta dai depositi conglomeratici sabbiosi con schema di sedimentazione di tipo Top set, mentre i sedimenti limo sabbiosi con subordinati orizzonti limo-argillosi e ghiaiosi sono caratteristici della zona di Montelucente.

La frazione più fine, rappresentata dai depositi di Bottom Set (Ricci Lucchi 1969), si trova soprattutto alla base dei rilievi e nelle aree più depresse della struttura collinare, come a Fontivegge e nella zona di Piscille.

Le successive modifiche, innalzamento dei rilievi, variazione di tracciato dei corsi d'acqua e svuotamento del lago Tiberino, hanno determinato l'attuale morfologia, che è caratterizzata da profonde incisioni, sviluppatasi all'interno dei sedimenti continentali in funzione dell'azione erosiva dei corsi d'acqua che affluiscono al Tevere.

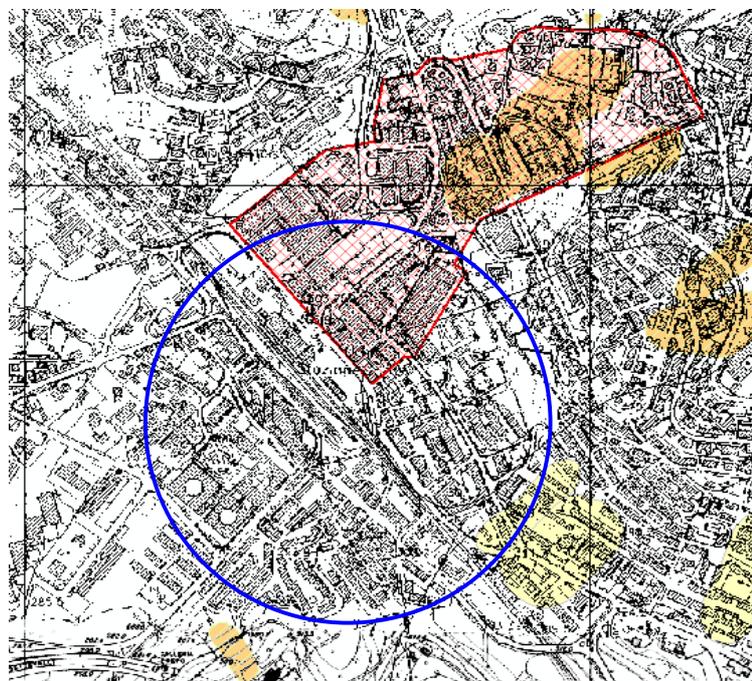
## GEOMORFOLOGIA DI AREA VASTA

Per quanto riguarda l'attuale conoscenza sugli aspetti morfologici legati alla dinamica dei versanti, la carta inventario dei movimenti franosi, redatta dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere (PAI), approvato con D.P.C.M 10 novembre 2006 e la carta Inventario Fenomeni Franosi in Italia (IFFI), indica una serie di dissesti e movimenti franosi superficiali e profondi (scorrimenti), attivi, quiescenti, incerti e relitti. L'impianto di adduzione e irrigazione delle varie aree verdi è ricompreso solo in minima parte nell'area a3 di valle del perimetro della zonizzazione dell'area ammessa a consolidamento, ai sensi dell'art. 2 della L.64/74 e della L.65/78.

Dall'esame della situazione geomorfologica attuale e della distribuzione delle frane, non vi sono al momento elementi ostativi per la realizzazione dell'impianto.

Si può ragionevolmente attestare che nel caso specifico, le acque di raccolta dai drenaggi di consolidamento della frana di Fontivegge, che al momento si riversano nell'impianto fognario, verranno recuperate e riutilizzate ai fini irrigui, per le aree verdi poste a valle della stazione ferroviaria centrale di Perugia (fuori dall'area definita area ammessa a consolidamento).

Carta geomorfologica 1:10.000 ( PAI-IFFI)



## Legenda

### INVENTARIO FRANE PAI

- Movimenti franosi attivi
- Movimenti franosi evento neve 1997
- Movimenti franosi quiescenti
- Movimenti franosi incerti
- Movimenti franosi reitti

### INVENTARIO FRANE IFFI

- Frane IFFI

### Abitati ammessi a consolidamento

- Frane art 61 D.P.R. 380/01 ex art. 2 L. 64/74

## IDROGEOLOGIA DI AREA VASTA

Alle condizioni di sostanziale variabilità dei litotipi presenti nell'area corrispondono caratteri diversi di permeabilità, i quali influenzano sensibilmente le modalità di circolazione e accumulo di acqua nel sottosuolo e contribuiscono alla definizione del complesso idrogeologico locale.

L'esatta definizione degli aspetti geologico-stratigrafici e la verifica dei livelli piezometrici hanno permesso la ricostruzione dei sistemi di accumulo e circolazione idrica nel sottosuolo, in rapporto con la morfologia del sito e le caratteristiche di permeabilità dei terreni.

La distribuzione lenticolare dei sedimenti fluviali e lacustri, la presenza di una spessa coltre di terreno eluviale e colluviale, di quello di riporto, e dell'esistenza di morfologie sepolte, comporta una variabilità areale e verticale dell'assetto idrogeologico. Infatti, la diversa composizione granulometrica, le varie strutture, non consente di definire un modello idrogeologico chiaro, data la complessità delle interconnessioni tra le varie formazioni litostratigrafiche.

In termini generali, si può comunque asserire che:

- all'interno dei *depositi antropici ed eluvio-colluviali*, dallo spessore variabile compreso tra i 2 e i 5 metri, distribuiti sulla parte sud dell'area, si trova una falda freatica di modesto spessore. L'alimentazione è garantita dagli afflussi meteorici e da condizioni di collegamento con le falde più profonde. Dalle letture piezometriche effettuate nei fori di sondaggio, il livello freatico si attesta mediamente attorno ai 4-5 metri dal piano di campagna.

La permeabilità del riporto è molto variabile e indicativamente è di circa  $10^{-4}$  cm/sec.

- Ove è prevalente la presenza di *sedimenti conglomeratici*, di origine fluviale (delta), l'accumulo

e la circolazione idrica sono condizionati dalla geometria degli acquiferi; l'esistenza di sedimenti a più bassa permeabilità (sabbie molto addensate, limi-sabbiosi) determina locali modifiche a tali condizioni, con la formazione di falde sospese spesso in pressione. La permeabilità è indicativamente attorno a  $10^{-4} - 10^{-5}$  cm/sec.

- In corrispondenza dei *sedimenti limo-sabbiosi con argilla* (Sintema di Perugia - parte intermedia dei depositi fluviali e lacustri Plio-Pleistocenici) le possibilità di circolazione idrica sono sostanzialmente limitate dal medio-basso grado di permeabilità, valutato pari a circa  $10^{-5} - 10^{-7}$  cm/sec. La parte più argillosa rappresenta il limite di permeabilità inferiore del complesso idrogeologico analizzato. L'elevato stato di sovra-consolidazione, che caratterizza tali sedimenti, non permette la formazione di accumuli idrici al loro interno, mentre la circolazione avviene per lo più al contatto tra queste e i sovrastanti depositi sabbiosi e conglomeratico-sabbiosi.

Lungo i versanti del Colle, fuori le mura storiche, sono presenti alcune sorgenti per limite di permeabilità le cui fonti erano captate in passato per l'approvvigionamento idrico.

Tra queste si menzionano le fonti di Veggio, la fonte del Don Bosco, la fonte di S Galigano fonte via E dal Pozzo e le emergenze idriche di Villa Fani.

In generale, gli assi di deflusso delle acque sotterranee sono correlabili con i principali assi di drenaggio morfologico. I livelli piezometrici non sono spesso correlabili tra loro, la profondità media del livello del primo acquifero si attesta attorno ai 15 metri dal p.c.

- all'interno della formazione Miocenica della Marnoso-Arenacea si rinvengono accumuli idrici di modesta entità, che, data l'alternanza delle calcareniti e delle arenarie con i livelli marnoso-siltitici impermeabili, sono per lo più in pressione.

Di seguito nella cartografia si riportano i pozzi censiti dagli anni '90 in poi:

● pozzi ad uso domestico



## VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

L'area in oggetto si localizza in un ambito sub pianeggiante e ricade all'interno del bacino idrografico del torrente Genna, che scorre in prossimità dell'area di Pian di Massiano. Le fasce di pericolosità idraulica del Tevere e dei corsi d'acqua secondari, approvate e pubblicate dall'Autorità di bacino del fiume Tevere, con il Piano stralcio di Assetto Idrogeologico, PAI e PAI bis, non interessano la zona.

In riferimento ai corsi d'acqua minori e marginali, non si rileva la presenza di situazioni di pericolosità e di rischio idraulico in corrispondenza dell'area oggetto di intervento; si esclude pertanto la possibilità di fenomeni di alluvionamento da parte dei fossi come la Cupa e S.Galigano che scorrono ormai tombati nell'ambito urbano.

In occasione di eventi meteorici particolarmente intensi, si possono invece verificare allagamenti dovuti alla scarsa capacità di smaltimento delle condutture di raccolta delle acque lungo la viabilità principale.

In considerazione di quanto emerso dalle indagini si ritiene che la zona non presenti elementi di pericolosità di tipo idraulico; dovrà comunque essere sempre garantito l'adeguamento della rete scolante in direzione di valle.

### Carta di pericolosità e rischio idraulico

#### Legenda

##### PERICOLOSITA' E RISCHIO IDRAULICO DEL TEVERE PAI

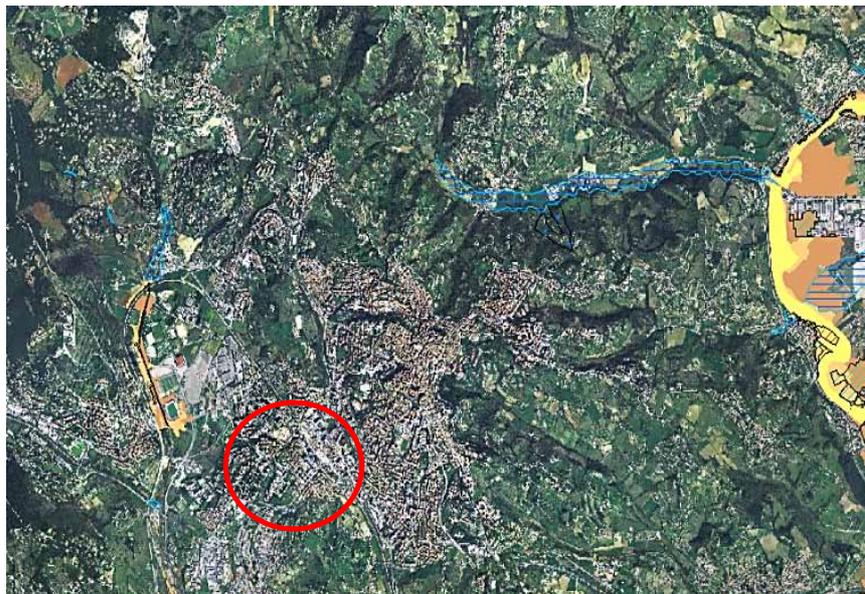
Fasce	Tempi di ritorno	Rischio
A	50 anni	R4
B	200 anni	R3
C	500 anni	R2

##### PERICOLOSITA' CORSI D'ACQUA SECONDARI PAI bis

A	50 anni
B	200 anni
C	500 anni

##### PERICOLOSITA' ALTRI CORSI D'ACQUA -STUDIO REGIONE UMBRIA -STUDIO DEL COMUNE DI PERUGIA

	Area a potenziale pericolosità idraulica (Art. 141 TUNA)
	Specchi acqua
	Reticolo idrografico



## **GEOLOGIA DI DETTAGLIO**

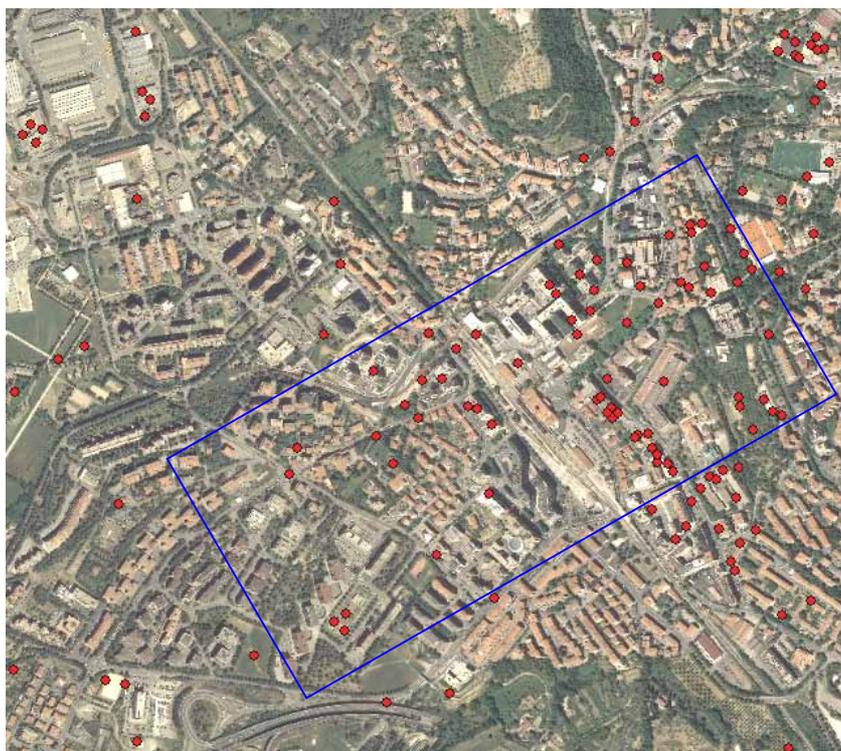
### ***Indagini Geognostiche***

Per la conoscenza geologica della zona, sono state consultate sia le cartografie geologiche più recenti prodotte dalla Regione Umbria, sia i risultati delle molteplici campagne geognostiche e sismiche, e le prove di laboratorio realizzate negli anni sia dall'Amministrazione comunale per i lavori pubblici, sia dai privati.

In particolare, fra tutte le indagini precedenti eseguite in zona, si ritengono utili e sufficientemente esaustivi gli studi, le stratigrafie e i risultati delle prove in sito e in laboratorio effettuati sui terreni che rappresentano il substrato dell'area.

Infatti, data la moltitudine delle informazioni geognostiche, geofisiche e prove geomeccaniche sia in sito sia in laboratorio, non si è ritenuto necessario eseguire nuove prospezioni per la valutazione della fattibilità geologica degli interventi proposti.

### *Stralcio della carta delle indagini geologiche*



La cartografia allegata riporta le ubicazioni delle indagini geognostiche eseguite in passato e raccolte in un archivio georeferenziato.

Nelle aree oggetto d'intervento, sono presenti punti d'indagine a cui corrispondono relazioni geologiche, corredate da sondaggi, stratigrafie, analisi e prove in sito e in laboratori. Sono anche disponibili i dati riguardanti le indagini geofisiche, svolte in occasione della Microzonazione Sismica M.S. della città di Perugia; queste consentono, in relazione al grado di approfondimento, di attribuire uno spettro di risposta sismica locale e la categoria di sottosuolo, secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni: D.M.14/01/2008 (NTC08).

Presso l'Area Risorse Ambientali, Smart City e Innovazione è stato creato un archivio GIS contenente tutte le relazioni geologiche comprensive delle indagini geognostiche e sismiche che negli anni sono state effettuate dall'Amministrazione comunale per lavori pubblici ed alcuni lavori privati; dall'archivio sono stati estrapolati i punti di indagine a disposizione (geognostiche, geofisiche e di laboratorio) più vicini al sito in oggetto.

Le suddette relazioni, unitamente agli studi di Microzonazione Sismica eseguiti per la città di Perugia, sono sufficientemente complete e corredate da indagini geognostiche e sismiche; consentono di accertare la stratigrafia locale, di determinare i parametri fisico-meccanici dei terreni e di conoscere la risposta sismica locale.

Come visibile nella cartografia delle indagini geologiche, nella zona sono stati realizzati molteplici sondaggi a carotaggio continuo; tutte le stratigrafie raccolte evidenziano la presenza, nei primi metri di profondità, di una coltre clastica di riporto antropico. Questa copertura è dovuta all'urbanizzazione dell'area che ha portato alla movimentazione dei terreni e al colmamento delle originarie depressioni.

Dalle stratigrafie raccolte, sotto il riporto antropico, si ritrovano i sedimenti fluviali e lacustri appartenenti al Sintema di Perugia caratterizzati nell'area da alternanze di argille limose sovraconsolidate, sabbie fini addensate nella parte più sommitale. Alla base, in alcuni sondaggi profondi, hanno raggiunto il substrato roccioso della formazione Miocenica della Marnoso Arenacea Umbra MUM.

Di seguito si riporta nel dettaglio la successione tipo:

Terreni di riporto. Rappresentano accumuli localizzati di materiali eterogenei risultanti dall'attività di urbanizzazione della zona di Fontivegge. Lo spessore di tali materiali raggiunge valori considerevoli in corrispondenza di preesistenti incisioni del versante, a tergo di opere di sostegno e in corrispondenza di consistenti lavori colmamento.

Depositi eluviali e colluviali. Dall'analisi delle stratigrafie ottenute da perforazioni limitrofe, si è osservata la loro presenza un po' in tutta la zona di Fontivegge; si tratta di depositi clastici recenti provenienti dal disfacimento meccanico dei sedimenti fluviali e lacustri e dal trasporto verso valle operato da fenomeni fluviali e in parte gravitativi. La composizione è molto variabile con prevalenza di ciottoli arenacei e calcarei in matrice argillosa. Localmente si ritrovano consistenti spessori di materiale limo-sabbioso. Alla base del versante i materiali colluviali si rinvengono frammisti alle alluvioni dei corsi d'acqua.

## **Sintema di Perugia**

Depositi fluviali e lacustri conglomeratico-sabbiosi. Costituiti da lenti conglomeratiche poligeniche in matrice argillo-sabbiosa e lenti sabbiose, si rinvengono nella parte più alta del Colle di Perugia e rappresentano i materiali depositati al top del delta. Lungo il versante, a monte della stazione ferroviaria, sono presenti in maniera rilevante nella zona del Don Bosco e di Villa Fani, mentre sono stati incontrati solo intercalati ai depositi limo-sabbiosi nella fascia a valle di via XX Settembre.

Depositi fluviali e lacustri limo-sabbiosi. Si ritrovano a quote inferiori a quelle in cui affiorano i termini conglomeratici. Si tratta di sedimenti a prevalente composizione limo-sabbiosa, disposti in lenti di varia estensione e spessore, intercalati a depositi limo-argillosi o ghiaiosi. Nell'area di Fontivegge sono stati ritrovati spesso alla base degli spessori di materiale colluviale e di riporto.

Depositi fluviali e lacustri limo-argillosi. Rappresentano il termine più basso dei depositi continentali, coincidenti con la parte più distale dei sedimenti deltizi, su cui progressivamente andavano a depositarsi materiali più grossolani. Nell'ambito della struttura collinare di Perugia sono presenti in affioramento nella zona ai piedi del Colle e sono costituiti essenzialmente da lenti di argille e limi, con rari depositi sabbiosi, di colore grigio-azzurro.

### **Formazione rocciosa della Marnoso Arenacea MUM1**

Questa formazione rocciosa, indicata in marrone nella carta geologica - Membro di Spertaglia, è caratterizzata da un'alternanza di strati marnoso-siltosi e arenacei di colorazione giallastra, con rapporto: arenaria/marna spostato nettamente a favore di quest'ultima, in rapporto 1/10 e la giacitura si presenta con andamento sub-orizzontale, caratterizzata da una leggera pendenza verso Nord Ovest.

Il contatto tra la formazione rocciosa e la copertura clastica di tipo fluviale e di alterazione appare di tipo trasgressivo anche se, in altre situazioni limitrofe, il ricoprimento è legato a una serie di faglie distensive. L'ammasso roccioso, localmente molto fratturato, è costituito da un'alternanza di strati arenacei e marnoso-siltitici, con interstrati argillitici di ridotto spessore. L'unico sondaggio più profondo che ha raggiunto la formazione rocciosa Miocenica, è stato realizzato a monte della stazione ferroviaria di Fontivegge, in Via Canali.

## **CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE**

Le modifiche antropiche al modellato superficiale hanno significativamente trasformato la modalità di scorrimento delle acque superficiali e le aliquote di infiltrazione idrica. L'idrografia superficiale è rappresentata da un insieme di corsi d'acqua, orientati NE-SO, i quali drenano le acque da fosso di S Galigano in direzione del torrente Genna, principale collettore drenante dell'area.

Lungo i versanti dei rilievi circostanti si denota una bassa densità di drenaggio, con un reticolo idrografico superficiale non ben delineato.

Le acque meteoriche, non sempre raccolte da impluvi naturali, non danno origine però a forme erosive vere e proprie.

Il deflusso è rappresentato quasi esclusivamente dalle acque piovane e bianche provenienti dalle impermeabilizzazioni antropiche.

I terreni del sottosuolo possono essere divisi, dal punto di vista idrogeologico, secondo la loro permeabilità; i depositi continentali hanno una permeabilità primaria per porosità, mentre il substrato roccioso presenta invece una permeabilità secondaria per fratturazione.

La particolare successione litostratigrafica, la presenza di una spessa coltre clastica e l'esistenza di morfologie sepolte contribuiscono alla definizione di un modello idrogeologico molto complesso.

I depositi fluviali e lacustri presentano invece una certa permeabilità, seppur non elevata, e le condizioni stratigrafiche locali consentono comunque una circolazione superficiale di modesta importanza.

All'interno della coltre clastica superficiale è quindi possibile la presenza di una falda temporanea e una limitata circolazione idrica legata all'andamento pluviometrico.

Su questi depositi sono stati rinvenuti due acquiferi di cui uno tra i - 3 / -8 m a pelo libero e uno a -20 m; quest'ultimo in pressione.

Le falde sopra citate hanno carattere stagionale in quanto, si trova una buona corrispondenza tra gli afflussi meteorici e la loro alimentazione.

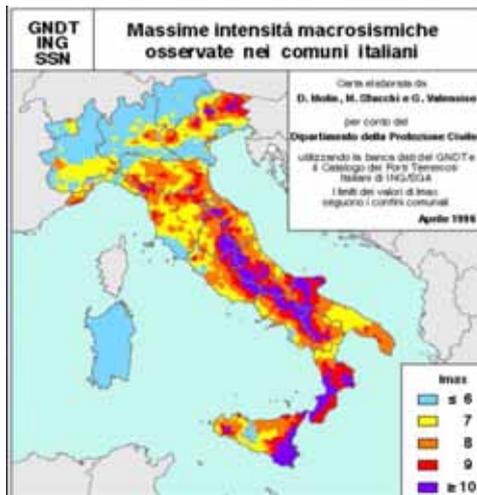
Per quanto riguarda le caratteristiche idrogeologiche locali, l'assetto stratigrafico consente di ritenere che la formazione rocciosa della Marnoso Arenacea, prevalentemente impermeabile, rappresenta il letto degli acquiferi superficiali impostati sui sedimenti clastici fluvio-lacustri.

Infatti, le rocce Mioceniche sono per gran parte costituite da materiali a permeabilità molto bassa e quindi la circolazione idrica avviene in misura indotta e limitatamente alle bancate arenacee, in corrispondenza di livelli particolarmente fratturati.

La permeabilità media del complesso roccioso è valutabile, in prima approssimazione, attorno a  $K=10^{-7}$  cm/sec mentre per la copertura clastica è ipotizzabile un valore di  $K=10^{-5}$  cm/sec.

## MODELLAZIONE SISMICA

### Caratterizzazione sismica dell'area (sismicità storica)



*Catalogo dei terremoti italiani*



*Epicentri negli ultimi 25 anni*

Come visibile dalle cartografie del catalogo dei terremoti italiani, dell'ING/SGA, tutto il territorio italiano è da considerarsi molto sismico; per quanto riguarda la Regione Umbria, sono state raccolte le mappe di localizzazione dei principali terremoti che dal 1279 al 1997 hanno interessato l'Italia centrale.

La documentazione, relativa ai dati storici, è stata consultata direttamente nei siti web degli enti di ricerca nazionali, deputati all'analisi del rischio sismico, quali l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), il Gruppo Nazionale di Difesa dai Terremoti (GNDT) e il Dipartimento della Protezione civile (DPC); si sono aggiunte quelle trovate da fonti archivistiche, bibliografiche e cronachistiche, di carattere più strettamente locale, recuperate presso l'Archivio di Stato di Perugia, l'Archivio Storico di San Pietro in Perugia e la Biblioteca Augusta di Perugia.

Tutte le informazioni raccolte sono state trasferite in un archivio digitale, redatto per il censimento dei danni da sisma. Lo studio ha avuto come obiettivo primario l'approfondimento delle conoscenze storiche, relative ad eventi sismici verificatisi nel territorio e soprattutto in merito alle inagibilità attribuite, per lesioni e danni strutturali, sugli edifici pubblici e privati, a seguito degli eventi sismici.

Le azioni sismiche di progetto si definiscono con pericolosità di base del sito oggetto d'intervento. La pericolosità sismica di base è definita in termini di accelerazione massima attesa ( $a_g$ ), in condizioni di campo libero sul sito di riferimento rigido (tipo A), con superficie topografica orizzontale, e in funzione dello spettro di risposta elastico in accelerazione a esso corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza ( $P_{vr}$ ) nel periodo di riferimento ( $V_r$ ).

Sulla base dell'elenco delle zone sismiche 1, 2 e 3 previste dalla Delibera della Giunta Regionale 852/2003 "Approvazione classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria", il comune di Perugia è stato dichiarato di Zona 2.

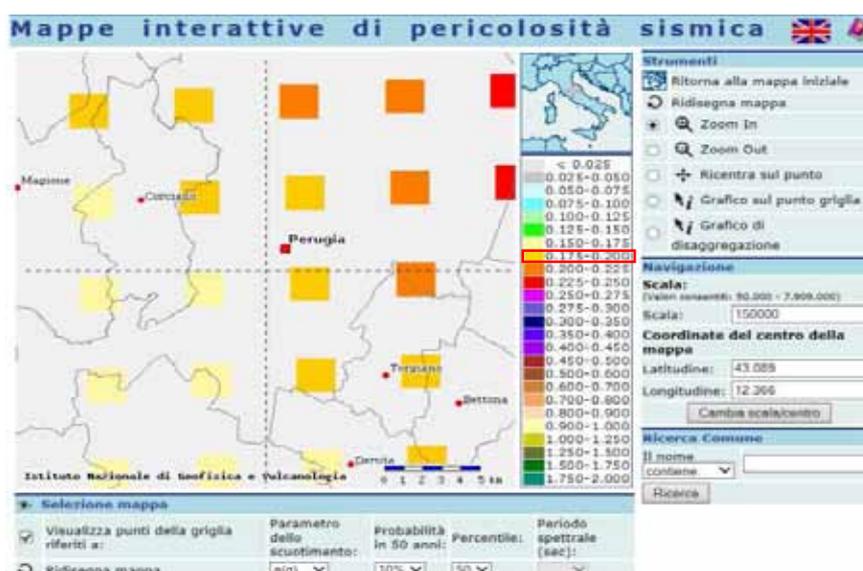
Per i terreni ricadenti nella classe di sismicità sopra indicata sono stati verificati, oltre a quanto già sopra detto, la possibilità d'innescio di cedimenti differenziali, i fenomeni gravitativi e la liquefazione dei terreni.

Nel caso in esame, i probabili fenomeni derivanti da un evento sismico che possono compromettere la stabilità delle opere in progetto, riguardano l'instabilità gravitativa dovuta alla decisa acclività del versante, unitamente alla presenza di terreno di riporto molto eterogeneo e avente basso grado di addensamento. Inoltre l'indagine di microzonazione sismica di dettaglio, attraverso gli studi morfologici, stratigrafici, litologici e sismici ha portato alla classificazione dell'area come a media amplificazione sismica.

### Pericolosità sismica di base

Ai sensi del D.M 14/01/08, le azioni sismiche di progetto sono determinate dalla pericolosità di base del sito oggetto d'intervento.

La pericolosità sismica di base è definita in termini di accelerazione massima attesa ( $a_g$ ), in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (tipo A), con superficie topografica orizzontale, e in funzione dello spettro di risposta elastico in accelerazione a esso corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza ( $P_{vr}$ ), nel periodo di riferimento ( $V_r$ ). Il quadro della pericolosità sismica di base assegna alla zona oggetto di variante un valore di accelerazione massima al suolo, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni), compreso tra **0,175 g e 0,200 g** come da cartografia allegata.



### Microzonazione Sismica

La fase sismica, che dal settembre del 1997 ha interessato il territorio dell'Umbria e delle Marche, ha posto l'esigenza di sviluppare una corretta attività di studio, tesa alla determinazione delle cause dei fenomeni calamitosi e all'identificazione del rischio sismico. Nel territorio comunale, sono state quindi identificate numerose situazioni che, per le specifiche condizioni geologiche, possono dar luogo a significativi incrementi della fase sismica e/o dare origine a possibili fenomeni d'instabilità locale. Per la definizione degli elementi suscettibili di amplificazioni e deformazioni del moto sismico, è stato necessario acquisire tutti gli elementi geomorfologici e litologici che condizionano, di fatto, il comportamento sismico del terreno.

La carta delle zone suscettibili di amplificazioni o instabilità dinamiche locali è, infatti, una carta derivata ed è stata realizzata per sovrapposizione di situazioni "tipo", individuate dalle cartografie geologica e geomorfologia. La cartografia di M.S. di livello 1, di seguito riportata e redatta dalla Regione dell'Umbria, indica le zone a diversa pericolosità e/o suscettibilità sismica.

Inoltre, in occasione della redazione delle carte geologiche e di Microzonazione Sismica di livello 1 della città di Perugia, sono state effettuate indagini di maggior dettaglio e di approfondimento rispetto al livello 1, raggiungendo in alcune zone particolari, il livello 3 che ha portato alla definizione dello spettro di risposta del sito specifico e del fattore di amplificazione sismica locale.

Questi studi sono stati condotti dalla Regione dell'Umbria nell'ambito di un programma Operativo POR-FESR 2007/13 che ha visto la collaborazione dell'INOGS di Trieste e del CNR-IDPA di Milano.

Le considerazioni sulle condizioni di pericolosità sismica relative al territorio comunale hanno portato alla valutazione della risposta sismica in funzione della stratigrafia tipo e del relativo spettro di risposta. Le amplificazioni del moto sismico e le deformazioni permanenti si hanno in presenza di terreni liquefacibili, di morfologie particolari, e di coltri rimaneggiate, dotate di scarsa capacità di resistenza al taglio o interessate direttamente da una falda idrica.

Carta delle zone suscettibili di amplificazioni o instabilità dinamiche locali di livello 1

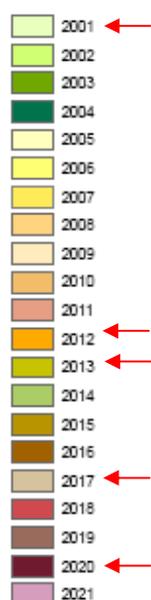
**Legenda**

**MS livello 1 aggiornato 2017**

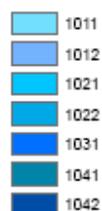
**Zone di attenzione per le instabilità**



**Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**



**Zone stabili**

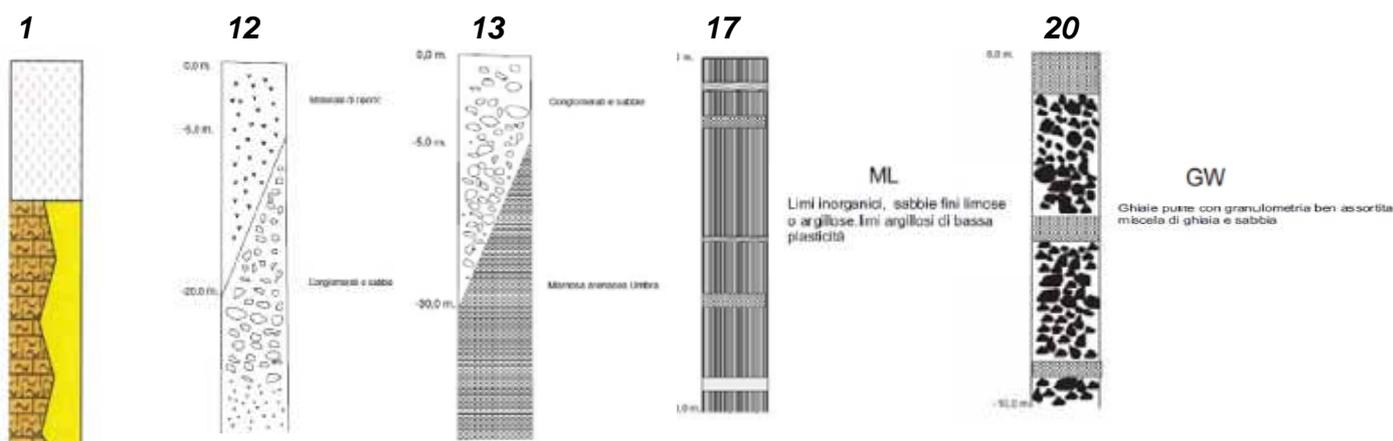


Attraverso gli studi di Microzonazione Sismica di livello 1, tutto il territorio comunale, nelle aree urbanizzate (perimetrazioni ISTAT) è stato suddiviso in tre principali categoria: Zone stabili (1000), zone stabili suscettibili di amplificazioni sismiche locali (2000) e zone instabili (3000).

Gli interventi andranno ad interessare le zone stabili suscettibili si amplificazioni sismiche locali (zone 2000 contraddistinte dalla tipologia stratigrafica specifica riportata di seguito). Con riferimento

all'area interessata dall'intervento di cui all'oggetto, la Regione dell'Umbria ha identificato le seguenti MOPS

*MOPS Stratigrafia tipo:*



Ai sensi dell'O.P.C.M 3274/2003 e del D.M 14/01/2008, si procede alla definizione dell'azione sismica attraverso l'individuazione della categoria di sottosuolo di riferimento. Le NTC08 suddividono i terreni in n. 5 categorie di suolo di fondazione (A, B, C, D, E) e n.2 categorie speciali (S1-S2), ai fini dell'azione sismica di progetto. La categoria di sottosuolo valutata dalle diverse indagini sismiche è di tipo B.

Nella specifica situazione, la morfologia locale gioca un ruolo fondamentale per l'amplificazione sismica; in generale, il versante si presenta molto acclive e la condizione topografica, per effetto della geometria superficiale del terreno, condiziona la riflessione e la rifrazione delle onde sismiche.

Per la zona oggetto d'intervento si attribuisce una categoria topografica T1 per la quale il valore del coefficiente di amplificazione topografico ST è pari a 1.

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

La maggior parte delle indagini geognostiche effettuate nella zona, siano esse sondaggi o prove penetrometriche, ha consentito di ricavare le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni attraversati.

Di seguito si riportano i valori dei parametri fisico meccanici che meglio rappresentano i terreni di riporto che saranno interessati dai lavori di scavo (trincea) per la posa in opera delle condutture idrauliche.

### Terreno di Riporto

Per la caratterizzazione geomeccanica dei terreni di riporto, nei quali non sono state eseguite specifiche prove di laboratorio, si è fatto riferimento alle prove penetrometriche standard SPT, eseguite a diverse profondità, durante la realizzazione di sondaggi. I risultati di tali prove ( $N_{SPT}$  = numero di colpi per piede d'infissione) consentono una sufficiente definizione delle caratteristiche geotecniche dei terreni investigati. I valori di  $N_{SPT}$  si aggirano tra i 3 e i 14 colpi; tali valori sono da ritenersi bassi. Localmente possono esserci dei picchi fino a 25 colpi dovuti, con tutta probabilità, alla presenza di un trovante anche di grosse dimensioni.

Si tratta di accumuli di materiali eterogenei risultanti dall'attività storica di urbanizzazione o di discarica, costituiti da pietrame, laterizi e clasti eterogenei ed eterometrici, immersi in una matrice argillo-sabbiosa.

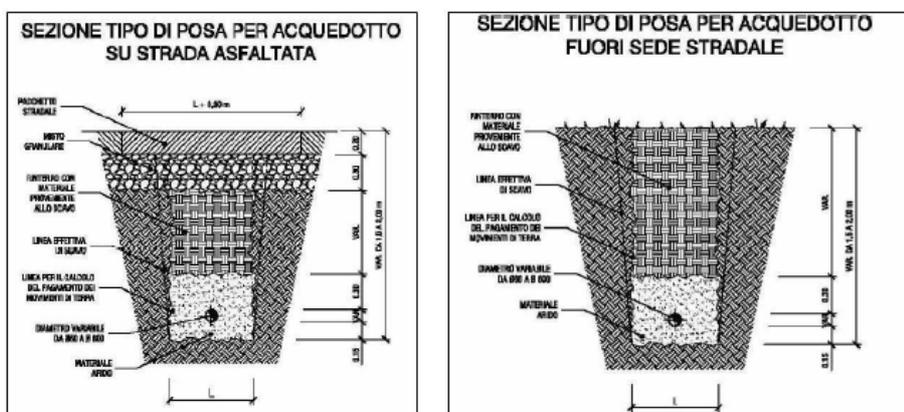
Vista la loro sostanziale variabilità composizionale, sono di difficile caratterizzazione geotecnica. Nel caso in questione i parametri sono stati ricavati da formule di correlazione di Meyerhof e Peck-Hanson & Thornburn con i risultati delle prove SPT.

$$\gamma = 1,7 \div 1,85 \text{ t/m}^3 \quad \text{Peso di volume saturo}$$

$$c' = 0 \text{ t/m}^2 \quad \text{Coesione}$$

$$\phi = 26^\circ \div 30^\circ \quad \text{Angolo d'attrito}$$

Le opere di scavo, a sezione trapezia, saranno realizzate per tratti con un escavatore che raggiungerà la profondità massima di 1,5 m.



## CONCLUSIONI

L'analisi condotta consente di attestare la fattibilità geologica degli interventi previsti dal progetto di adduzione delle acque da 2 pozzi appartenenti al sistema di recupero delle acque dall'area della frana di Fontivegge ammessa a consolidamento con L.R 65/78.

Numerosi sono stati i dati consultati che hanno permesso di definire in maniera esaustiva le caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche, geotecniche e sul comportamento sismico dei terreni.

Infatti, la geologia della zona è stata sufficientemente definita grazie alla realizzazione d'indagini geognostiche e geofisiche, eseguite in passato sia in occasione degli studi di "Microzonazione Sismica della città di Perugia", sia per progetti di opere pubbliche.

Il progetto non altera in alcun modo le condizioni attuali di stabilità locale sia dal punto di vista geologico sia per quanto concerne l'aspetto geomorfologico locale, poiché non sono previste modificazioni topografiche dei luoghi.

Le informazioni di carattere geologico raccolte e le indagini realizzate hanno permesso di definire il modello geologico e la caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni fondali.

Rischio idrogeologico: data la tipologia dell'intervento, si ritiene che non vi siano problematiche legate al dissesto idrogeologico; per la messa in opera della tubazione in PEAD, il piano di posa della condotta è previsto a circa 80 cm dal piano di campagna. Nel caso di scavi più profondi, come riportato nella relazione generale del progettista, si rende necessaria l'armatura delle pareti.

Rischio sismico: dal punto di vista del rischio sismico la copertura clastica superficiale può dare origine a possibili amplificazioni o instabilità dinamica locale con deformazioni del moto sismico, proprio in funzione della specificità della situazione geologico-stratigrafica locale.

Le indagini eseguite in precedenza nella zona hanno permesso di definire con sufficiente dettaglio il modello geologico dell'area investigata, considerando che non vi sono opere di particolare rilievo.

Rischio idraulico: La possibilità che la zona sia soggetta ad alluvionamento, è stata valutata sia dall'Autorità di Bacino del F. Tevere sia dal Nuovo PRG; gli studi condotti rilevano che non vi sono rischi di alluvionamento nell'area.

Perugia, aprile 2018

Dott. Geol. Guendalina Antonini

