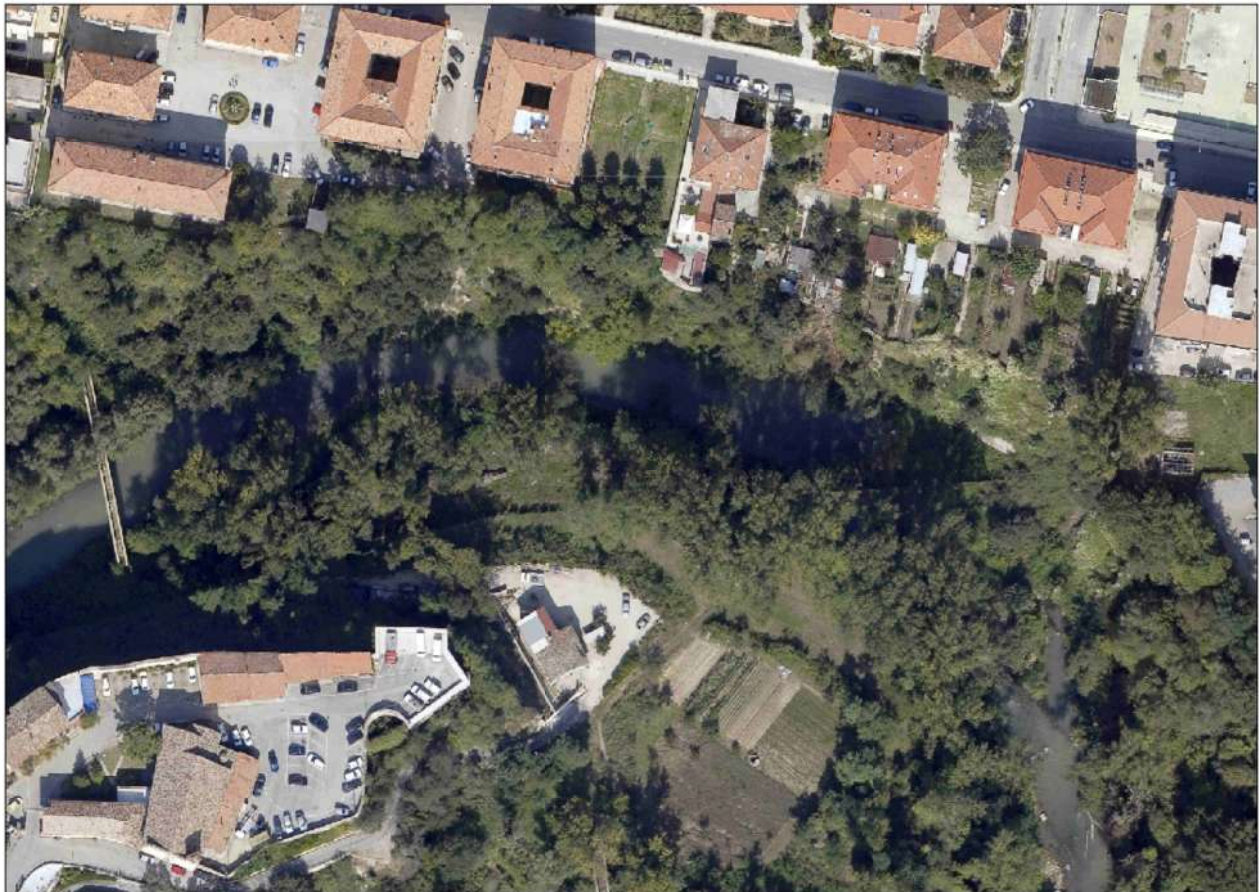




**Comune di Ascoli Piceno**

MEDAGLIA D'ORO AL VALOR MILITARE PER ATTIVITÀ PARTIGIANA

**VARIANTE PARZIALE AL P.R.G. E AL PERIMETRO DEL P.P.E. CENTRO  
STORICO PER AMPLIAMENTO DEL PARCO FLUVIALE  
IN ZONA "SAN PIETRO IN CASTELLO"**



ELABORATO

**G-01**

SCALA

DATA

Gennaio 2020

OGGETTO

**RELAZIONE SUGLI ASPETTI  
GEOLOGICO-GEOTECNICI**

Sindaco:	Marco Fioravanti
Assessore Urbanistica:	Giovanni Silvestri
Segretario Generale:	Vincenzo Pecoraro
Dirigente Urbanistica:	Loris Scognamiglio
Progettazione:	Maurizio Piccioni
	Francesca Acciaccaferri (aspetti geologici)



## **INDICE**

1. PREMESSA
2. RIFERIMENTI NORMATIVI
3. BIBLIOGRAFIA
4. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO
6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO
7. MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO E PARAMETRI CARATTERISTICI
8. CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO
9. STRALCIO VERIFICA IDRAULICA DEL TRONTO - VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO CON LE DINAMICHE FLUVIALI DEL TRONTO
10. CONCLUSIONI

## **ALLEGATI**

- Stralcio della Carta Geologica - PRG vigente scala 1:10000 (Tavola SF-GEO-01);
- Sezione geologica n.3 - PRG vigente Comune di Ascoli Piceno - scala 1:10.000;
- Stralcio dello schema idrogeologico del PRG vigente (Tavola SF-GEO-03);
- Stralcio della Carta delle pericolosità geologiche - PRG vigente scala 1:10000 (Tavola SF-GEO-04)
- Carta ubicazione sondaggi geognostici;
- Sondaggi geognostici reperiti;
- Stralcio carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (anno 2018);
- Carta di Microzonazione Sismica relativa al fattore FA ottenuto nel periodo di riferimento 0.1-0.5 s;
- Carta di Microzonazione Sismica relativa al fattore FA ottenuto nel periodo di riferimento 0.4-0.8 s;
- Carta di Microzonazione Sismica relativa al fattore FA ottenuto nel periodo di riferimento 0.7-1.1 s;
- Relazione Idraulica del progetto relativo alla “pista ciclo pedonale tratto San Pietro in Castello – Via Caltanissetta” del Comune di Ascoli Piceno.

## **1. Premessa**

La presente relazione, redatta ai sensi del D.M. 11/03/1988 “Norme tecniche riguardanti indagini sui terreni e sulle rocce ....” e del D.M. 17/01/2018 “Norme tecniche per le costruzioni 2018” valuta gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici ed idraulici dell’area interessata dalla variante urbanistica che si pone l’obiettivo di modificare la destinazione da “Centro storico” a “Parco fluviale delle aree protette del Tronto e del Castellano”.

Lo studio geologico, ai sensi della normativa di riferimento, è stato condotto attraverso un rilevamento geologico dell’area e delle zone strettamente limitrofe, con l’analisi della bibliografia scientifica edita e inedita disponibile.

Al fine della ricostruzione del modello geologico e sismico del sottosuolo dell’area vista la particolare conformazione geomorfologica, i diffusissimi affioramenti rocciosi e la possibilità di osservare direttamente la stratigrafia, nonché gli innumerevoli studi svolti nell’area del centro storico non si è reso necessario effettuare approfondimenti geognostici. Cionondimeno si allegano alla presente due sondaggi in possesso dell’amministrazione, effettuati in una zona limitrofa e contigua a quella di studio che presenta le stesse caratteristiche geologico-geomorfologiche dell’area studiata.

Il presente lavoro ha inoltre svolto una sintesi delle informazioni ottenute dagli studi di piano svolti negli ultimi anni per la redazione del PRG Comunale approvato definitivamente con Delibera di C.C di adozione definitiva N.2 del 26/01/2016 e nell’ambito degli studi di Microzonazione Sismica di Livello III° del Comune di Ascoli ai sensi dell’Ordinanza del Commissario Straordinario n.24 registrata il 15 maggio 2017 al n.1065.

## **2. Riferimenti normativi**

Per la redazione dello studio geologico si è tenuto conto delle seguenti norme:

- D.M. 11/03/1988 “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, esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- D.P.R. 380/2001 “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3271 del 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- P.A.I. Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico del fiume Tronto, approvato con Delibera n.3 del 07/06/2007 del Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Tronto;
- D.M. 17/01/2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- Circolare n. 617 del 02/02/2009 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni";
- Microzonazione Sismica di Livello III del Comune di Ascoli ai sensi dell’Ordinanza del Commissario Straordinario n.24 registrata il 15 maggio 2017 al n.1065;
- L. 22/2011 della Regione Marche “Norme in materia di riqualificazione urbana sostenibile e assetto idrogeologico....”



### 3. Bibliografia

- CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., DI LORITO L., LEONELLI M., MICARELLI A., PESARESI A., POTETTI M., TADDEI L. & VENANZINI D. (1980) - *Analisi tettonico-sedimentaria dei «bacini minori» torbidity del Miocene medio-superiore nell'Appennino umbro-marchigiano e laziale-abruzzese: 9) Il bacino della Laga tra il F. Fiastrone-T. Fiastrella ed il T. Fluvione*. Studi Geol. Camerti, **6**, 81-133.
- Centamore E., Deiana G. (1986), "la geologia delle Marche", Studi Geologici Camerti, Volume speciale;
- AA.VV. "L'Ambiente Fisico delle Marche", 1991;
- D. Spallarossa, S. Barani Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova - Convenzione INGV-DPC 2004 – 2006 / Progetto S1 Proseguimento della assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di ulteriori sviluppi - Disaggregazione della pericolosità sismica in termini di M-R-ε;
- ADAMOLI L., 1988 "Geologia e geomorfologia dei monti della Laga, in "Notizie dell'economia teramana: organo ufficiale della Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Teramo";
- Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

### 4. Inquadramento topografico

L'area in variante, si trova nel piazzale della chiesa di San Pietro in Castello, attualmente sconosciuta, nella zona nord del centro storico della città di Ascoli Piceno ad una quota di circa 144 m s.l.m.. E' ubicata lungo la sponda destra del fiume Tronto nel tratto compreso tra i ponti di Porta Solestà ed il Ponte Nuovo di Campo Parignano.

L'area è inquadrata nella tavoletta I.G.M. foglio 326 II Ascoli Piceno (serie 25), Foglio 133 IV SO "Ascoli Piceno Ovest" (serie 25V) e nella sezione 326110 della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10000.

Dal punto di vista catastale ricade nel Foglio n.71 particella n.194 del N.C.E.U. del Comune di Ascoli Piceno.

### 5. Inquadramento geologico e geomorfologico

Il centro storico di Ascoli Piceno, che comprende l'area di studio, insiste su un terrazzo alluvionale del III° ordine del fiume Tronto generatosi a seguito di alterni periodi di incisione e di sedimentazione connessi ad alterne condizioni climatiche e in un contesto di generalizzato sollevamento tettonico. I depositi alluvionali sono depositi sciolti di natura sabbiosa, limoso sabbiosa, sabbioso ghiaiosa e ghiaiosa ed hanno un andamento prevalentemente suborizzontale.

La formazione della Laga, sopra alla quale giacciono i suddetti depositi, è il bed rock dell'area ed è costituita da sabbie cementate in strati, da medi a spessi, intercalati a sottili livelli marnoso-sabbiosi di colore grigio scuro con giacitura rovesciata e immersione a sud-ovest di 15°-20° nella zona in esame.

La morfologia della zona, caratterizzata dal fiume incassato nella formazione di base e dalle ripide sponde, evidenzia le ottime caratteristiche geotecniche della "Formazione della Laga", che affiora diffusamente nei dintorni dell'area indagata e ne caratterizza il paesaggio.

Dal punto di vista geologico la formazione di base che si osserva nell'area nella litofacies arenacea (Messiniano sup.), è relativa al membro evaporitico messa in posto durante la crisi di salinità avvenuta nel Mediterraneo nel Miocene superiore e risulta costituita da una successione torbidityca di forma lenticolare e di notevole spessore (fino anche a 4000 m nella porzione ad est del Monte Vettore), caratterizzato da un insieme di litofacies variabili da quella arenacea e pelitico-arenacea a quella marnosa.

Si ritiene che l'apparato torbidityco della Formazione della Laga, interpretabile come un sistema di conoidi sottomarine profonde, costituisca il riempimento di un profondo bacino a circolazione ristretta ed in forte subsidenza, formatosi nel Miocene superiore a seguito del sollevamento e corrugamento del Gran Sasso.

L'assetto strutturale della formazione di base è strettamente connesso all'evoluzione tettonica dell'area. I sedimenti e le rocce marine furono, dal miocene superiore in poi, piegate e sollevate (fase compressiva), poi, nel Pliocene (fase distensiva) la catena fu interessata da una tettonica a faglie. Localmente, infatti, si possono osservare giaciture che variano rispetto all'andamento generale della monoclinale immergente a NE ed una intensa fratturazione.

I terreni affioranti mostrano strati costituiti da banconi a comportamento litico e competente con struttura a reggipoggio.

Dal punto di vista geomorfologico si osserva che il fiume Tronto, nel tratto in esame, presenta un tracciato "a meandri" caratterizzato da una doppia curva a concavità opposta.

L'andamento a meandri, generalmente molto dinamico, si imposta per l'interazione di fattori morfologici, sedimentologici ed idrodinamici e l'evoluzione avviene attraverso processi erosivi in corrispondenza della sponda esterna e processi prevalentemente deposizionali nella parte interna. Infatti l'asse fluviale viene spostato verso l'esterno del meandro e la potenza erosiva della corrente si concentra lungo la sponda esterna della curva del fiume mentre il nucleo interno del meandro, in questo caso dalla sponda destra del fiume, tende ad avere range energetici bassi con prevalenti fenomeni deposizionali.

Il meandro del fiume Tronto risulta "incastrato" all'interno delle arenarie della Formazione della Laga, materiale molto resistente che il fiume stesso ha scavato successivamente al Miocene superiore (Messiniano) per incisione verticale.

Le caratteristiche geotecniche, strutturali ed idrodinamiche determinano in generale buone condizioni di stabilità del versante roccioso testimoniate anche dall'intensa vegetazione che ha avuto tempo e modo di ricoprire la sponda proteggendola dalle acque di diretta precipitazione meteorica.

## **6. Inquadramento idrogeologico**

La valle del fiume Tronto ha orientazione preferenziale W-E sebbene, nel tratto in esame, mostri dei bruschi cambiamenti di direzione legati all'andamento meandriforme del letto del fiume.

L'approfondimento del tracciato fluviale, in questo tratto ha interessato la formazione di base ed il fiume ha seguito obbligatoriamente, la direzione Est del gradiente topografico. Come tutti i principali fiumi delle Marche, il fiume Tronto per effetto della sua comparsa in uno stadio più recente dell'evoluzione del reticolo, ha subito un condizionamento da parte delle direttrici tettoniche che hanno costituito linee di fragilità nella formazione di base e che nel tratto in esame avevano andamento prevalentemente N-S.

Il deflusso superficiale nei tratti di reticolo secondario segue prevalentemente l'andamento dei versanti secondo la direzione di massima pendenza e le acque di ruscellamento vengono naturalmente convogliate verso il fiume Tronto.

La circolazione idrica sotterranea avviene prevalentemente a media profondità e si concentra nei tratti dove il fiume Tronto, intercettando l'acquifero basale, determina la formazione di sorgenti cosiddette lineari. Falde più superficiali sono pressoché assenti a causa della scarsa permeabilità primaria del substrato, anche se localmente possono formarsi piccole falde sospese, per la presenza di corpi arenacei fratturati al contatto con livelli più marnosi.

## **7. Modello geologico-geotecnico e parametri caratteristici**

Le unità litotecniche e i parametri geotecnici dei terreni sono stati desunti da quattro sondaggi geognostici effettuati in via di Porta Tufilla all'imbocco di Lungo Tronto Bartolomei e facenti parte integrante di una "Relazione geologica e geotecnica" redatta nel 2005 su incarico dell'Amministrazione Comunale. (in allegato l'ubicazione e le colonne litostratigrafiche dei sondaggi geognostici)

La stratigrafia individuata dai saggi è la seguente:

- 1° strato, da m 0,00 a m 1,00 in media in profondità dal p.c.:  
terreno di riporto eterogeneo;

- 2° strato, da m 1,00 a 3,50 m in media di profondità dal p.c.:  
sabbie limose e limi sabbiosi di copertura di colore nocciola chiaro mediamente addensati con sottili intercalazioni prevalentemente sabbiose ossidate;

- 3° strato, da m 3,50 a m 8,00 in media di profondità dal p.c.:  
alternanze di banche di arenarie e sottili livelli marnosi, di colore nocciola chiaro, intensamente fratturate ed alterate (formazione di base alterata);

- 4° strato, da m 8,00 in poi:  
Alternanze di banchi di arenarie e sottili livelli marnosi, di colore grigio azzurro (formazione di base compatta).

### **Parametri geotecnici**

1° strato: da m 0,00 a m 1,00 in media in profondità dal p.c.:  
caratteristiche geotecniche scadenti

2° strato: da m 1,00 a 3,50 m in media di profondità dal p.c.:  
sabbie limose e limi sabbiosi di copertura di colore nocciola chiaro mediamente addensati con sottili intercalazioni prevalentemente sabbiose ossidate:

$\gamma$  = peso di volume = 1,8 Kg/dmc

$C_u$  = coesione non drenata = 0,5-1,0 kg/cmq = 4,91 - 9,81 KPa

$\Phi$  = angolo di attrito interno = 30°-35°

$D_r$  = densità relativa = 50-60%

3° strato: da m 3,50 a m 8,00 in media di profondità dal p.c.:

alternanze di banche di arenarie e sottili livelli marnosi, di colore nocciola chiaro, intensamente fratturate ed alterate (formazione di base alterata);

$\gamma$  = peso di volume = 2,0 Kg/dmc

$C_u$  = coesione non drenata = 2,5 kg/cmq = 24,5 KPa

$\Phi$  = angolo di attrito interno =  $30^\circ$ - $35^\circ$

C = resistenza alla compressione semplice  $\geq 70$ - $80$  kg/cmq = 686,7-784,8 KPa  
(per i livelli arenacei)

RQD = Rock Quality Designation (indice di qualità della roccia) = 40-70 %

4° strato: da m 8,00 in poi:

alternanze di banche di arenarie e sottili livelli marnosi, di colore di colore grigio azzurro  
compatte (formazione di base);

$\gamma$  = peso di volume = 2,2 Kg/dmc

Cu = coesione non drenata = 4,0 kg/cmq = 39,2 KPa

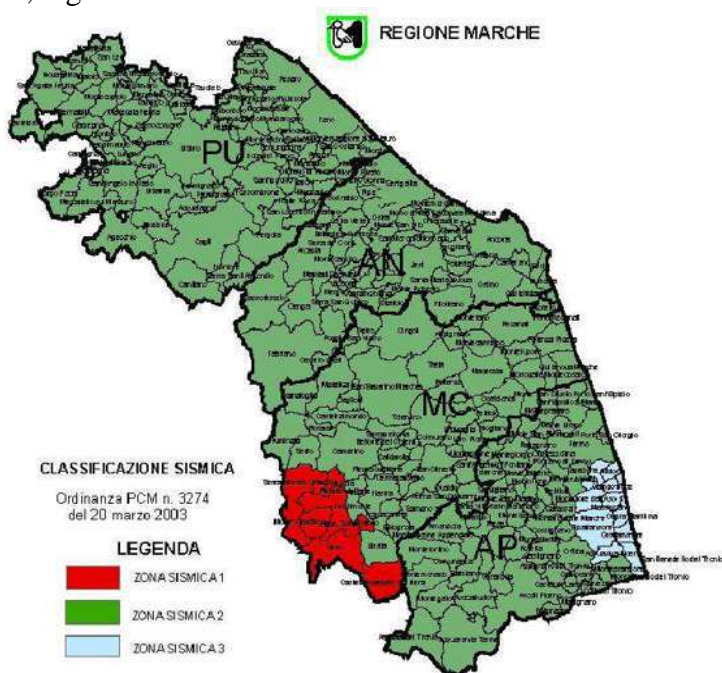
$\Phi$  = angolo di attrito interno =  $35^\circ$

C = resistenza alla compressione semplice  $\geq 120$  kg/cmq = 1177,2 KPa  
(per i livelli arenacei)

RQD = Rock Quality Designation (indice di qualità della roccia) = 90 - 100 %

## 8. Caratteristiche sismiche del sito

Il territorio comunale di Ascoli Piceno risulta classificato in zona sismica 2 (media sismicità) ai sensi della dell'Ordinanza P.C.M. n.3274 del 20.03.2003, integrata dalla Ordinanza P.C.M. n.3519 del 28.04.2006, e del DM 14/01/2008. L'accelerazione massima di riferimento per la zona di studio è pari a 0,25g.



Zona	Peak ground acceleration Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g$ )
1	$0,25g < PGA < 0,35g$
2	$0,15g < PGA < 0,25g$
3	$0,05g < PGA < 0,15g$
4	$PGA < 0,05g$

Definizione delle zone sismiche in base ai valori dell'accelerazione orizzontale ai sensi della OPCM n.3274 del 20 marzo 2003

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica viene definita mediante l'approccio "sito dipendente" e non attraverso il criterio "zona dipendente".

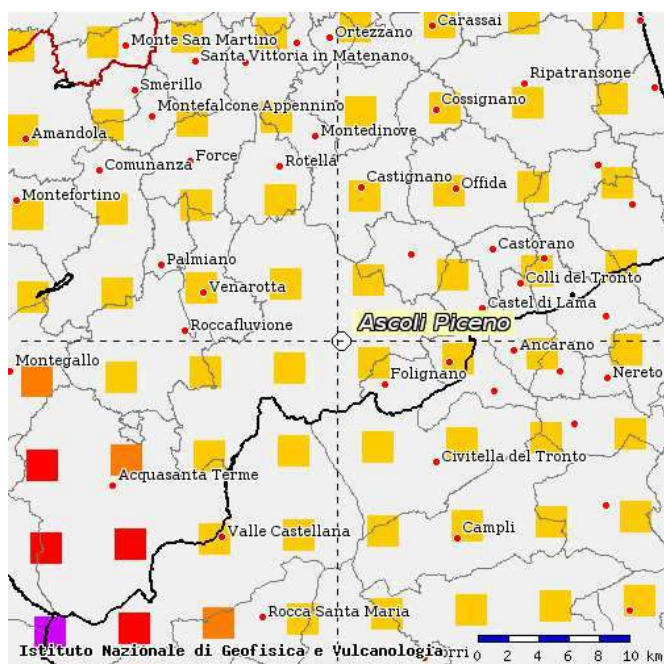
La definizione della "pericolosità sismica di base" è desumibile da un reticolo a maglia quadrata di punti di riferimento che, costruito per l'intero territorio nazionale, si basa sullo studio congiunto delle principali strutture sismo genetiche individuate e dei dati provenienti dai terremoti registrati.

Tale reticolo ed i dati associati a ciascun vertice sono forniti dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it>.

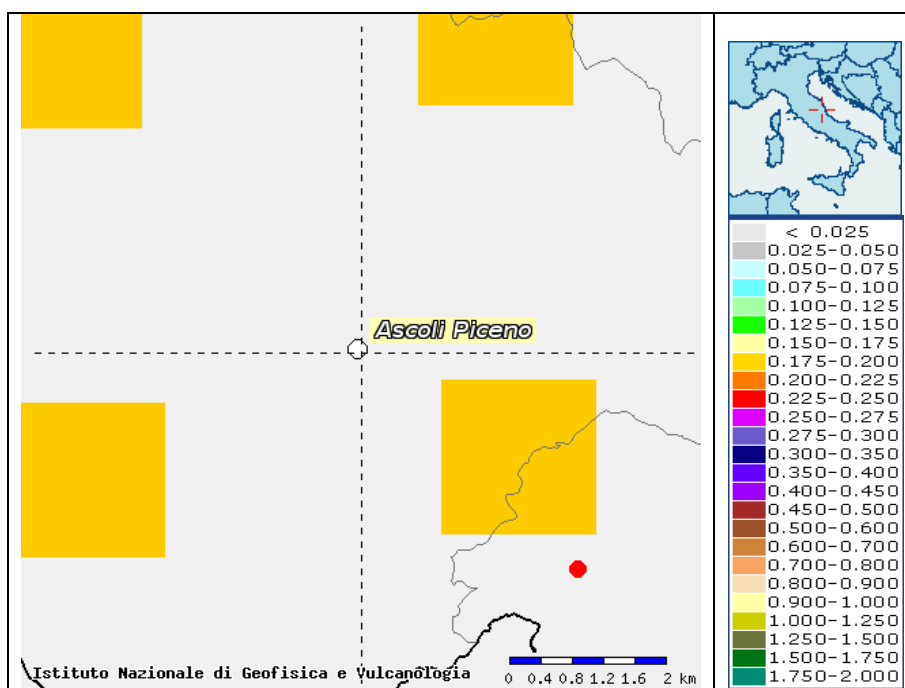
L'azione sismica di progetto viene pertanto definita partendo dalla pericolosità sismica di base del sito oggetto di intervento, che ne costituisce l'elemento essenziale.

### Stima della pericolosità sismica di base

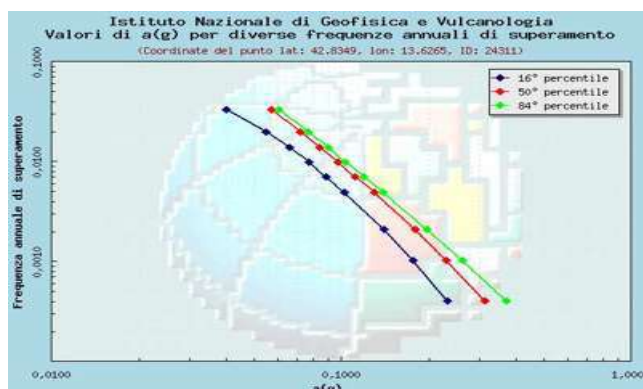
Di seguito si riportano alcune immagini ed alcuni dati tratti dalle mappe interattive della pericolosità sismica del territorio prossimo alla zona in studio (Coordinate WGS84: 42.849 - 13.602; ID 24311) tratte dal sito dell'INGV. I valori espressi in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno ( $a_g$ ), con probabilità d'eccedenza del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi orizzontali ( $V_{s30} > 800$  m/s) sono di 0,175 - 0,200 g.



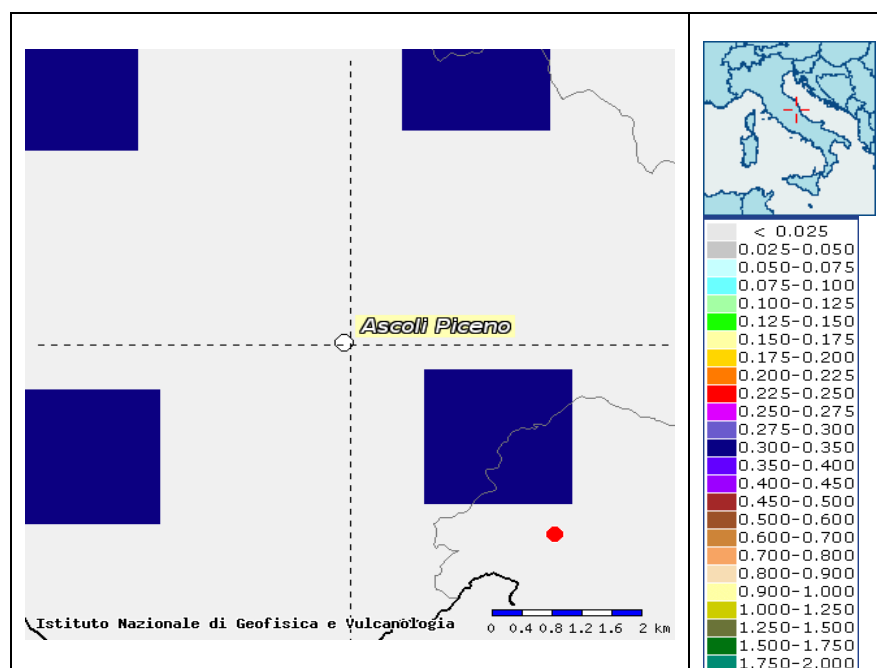




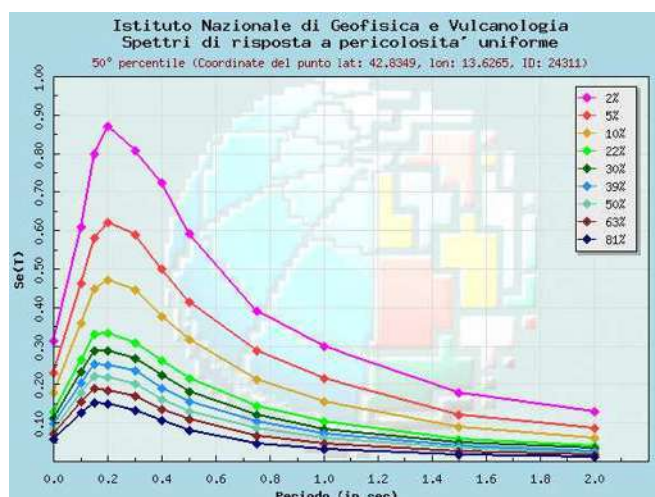
Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale con indicata l'area in esame/punto griglia di coordinate WGS84: 42.8349 - 13.6265, (O.P.C.M del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b) espressi in termini di accelerazione massima del suolo (ag) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s; cat A, punto 3.2.1. del D.M. 14.09.2005). (fonte INGV:<http://esse1.mi.ingv.it>).



Curve di hazard: grafico del parametro di scuotimento  $a_g$  per le diverse probabilità annuali di superamento riferita al nodo (ID:24311; coordinate: 42.8349 - 13.6265) più vicino all'area in studio.



Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale con indicata l'area in esame/punto griglia, ID 24311 (O.P.C.M del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b) espressi in termini di Spettro di risposta Elastico in funzione del periodo T ( $Se(T)$ ), in accelerazione con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ( $Vs30 > 800$  m/s; cat A, punto 3.2.1. del D.M. 14.09.2005). (fonte INGV: <http://esse1.mi.ingv.it/>).



Spettri ad hazard uniforme: grafico del parametro di scuotimento  $Se(T)$  per i diversi periodi spettrali e le diverse probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita al nodo (ID:24311; coordinate: 42.8349 - 13.6265) più vicino all'area in studio.

Di seguito si indicano i valori della disaggregazione dei valori di  $a(g)$ , per ogni nodo della griglia di calcolo, tratti dal sito (<http://esse1.mi.ingv.it/d14.html>). Questi dati consentono di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. Il processo di disaggregazione in M-R indica il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso.

Questo tipo di analisi è utile nell'individuazione della sorgente sismogenetica che contribuisce maggiormente a produrre il valore di scuotimento stimato in termini probabilistici ed è utile in analisi di microzonazione.

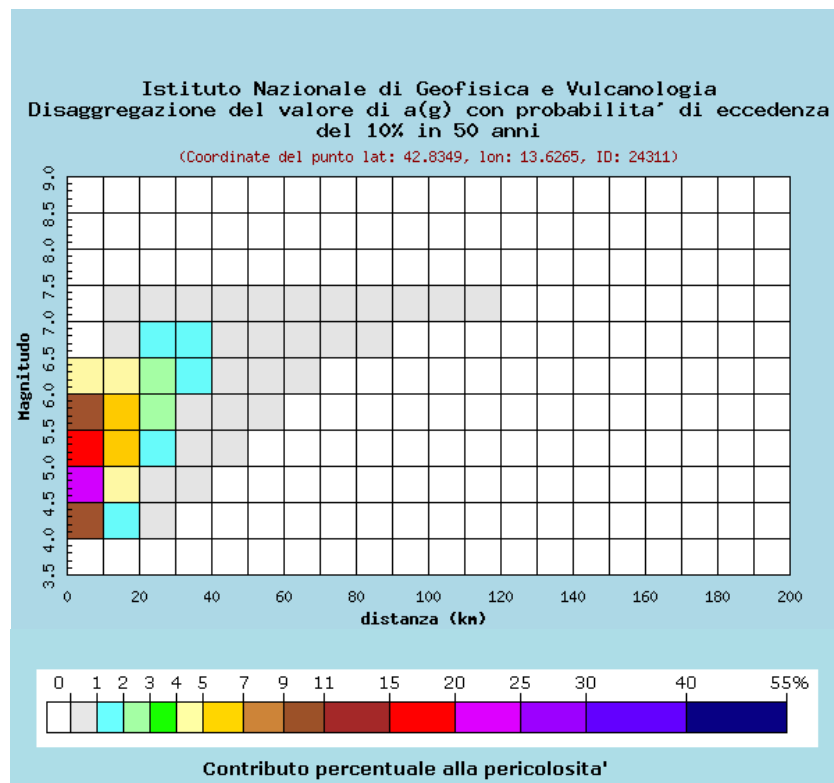


Grafico della disaggregazione dei valori di ag ossia la valutazione del contributo percentuale alla stima di pericolosità fornito da tutte le possibili coppie di magnitudo (M) e distanza (D) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita al nodo più vicino all'area in studio (ID:24311; coordinate: 42.8349 - 13.6265).

Dal grafico e dalle tabelle ad esso associate, visionabili al seguente indirizzo web “<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>” si può desumere come il sito in esame sia caratterizzato da terremoti con magnitudo  $M_w = 5,350$ , originati da sorgenti sismiche distanti circa 11,500 Km con deviazione standard  $\mathcal{E}=0,898$ .

### **Categoria Topografica**

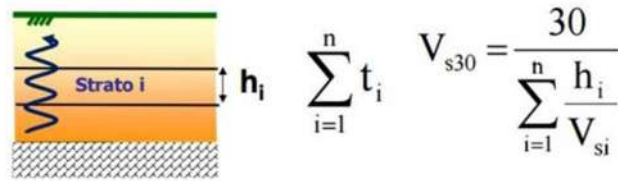
L'area in oggetto insiste su sulla parte sommitale di una sponda fluviale molto ripida. La pendenza immediatamente a valle dell'area indagata è sub verticale. Questa morfologia definisce un'area incardinata nella categoria topografica “T4” la cui descrizione prevede “Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $i \geq 30^\circ$ ” cui corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica  $St=1,4$ .

### **Amplificazione sismica e categorie di sottosuolo e Vs30**

Il DM 14/01/2018 “Nuove norme tecniche per le costruzioni” definisce l'azione sismica a cui gli edifici sono soggetti sulla base di vari parametri, il più importante dei quali è la categoria di appartenenza del sottosuolo.

La microzonazione Sismica di Livello III° del Comune di Ascoli ai sensi dell'Ordinanza del Commissario Straordinario n.24 registrata il 15 maggio 2017 al n.1065 ha attribuito attraverso analisi numeriche monodimensionali (1D), ad ognuna delle 14 MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica) del territorio comunale, la categoria di sottosuolo in relazione alle Vs30.

Rimane necessario, ai sensi della stessa normativa, la caratterizzazione geotecnica del volume significativo coinvolto dal progetto ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, ed anche la definizione puntuale dei valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità calcolata utilizzando la seguente formula:



$h_i$  = spessore dello strato in metri

$V_i$  = velocità delle onde di taglio dello strato  $i$ esimo, per un totale di “ $n$ ” strati presenti

$n$  = numero di strati

#### Zona 2001

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria
0.00	2.00	SM	350.00	538	B
2.00	14.00	SFLPS	450.00		
16.00	10.00	LPS	720.00		
26.00	Half-Space	Bedrock	800.00		

La variante ricade all'interno della MOPS 2001 identificata come “Zona stabile suscettibile di amplificazione locale” che rientra nella categoria di sottosuolo B ( $V_s$  30 compreso tra 360m/s e 800 m /s).

### 9. Stralcio verifica idraulica del Tronto - valutazione della compatibilità dell'intervento con le dinamiche fluviali del Tronto.

Il presente paragrafo ha la finalità di dimostrare la compatibilità degli interventi con le dinamiche fluviali. Il tratto di fiume studiato non intercetta aree a rischio idrogeologico relative al PAI Tronto.

Nell'ambito della progettazione della pista ciclopedonale del Parco Fluviale del Tronto nel tratto da San Pietro in Castello al ponte di San Filippo, è stata svolta dall'Amministrazione in collaborazione con la Scuola di Scienze e Tecnologie – Sezione di Geologia dell'Università degli studi di Camerino una verifica idraulica che ha riguardato anche il tratto di interessato dal presente studio.

Si allega alla presente la relazione idraulica ed i risultati grafici e tabellari della modellazione idraulica relativi al tratto fluviale studiato.

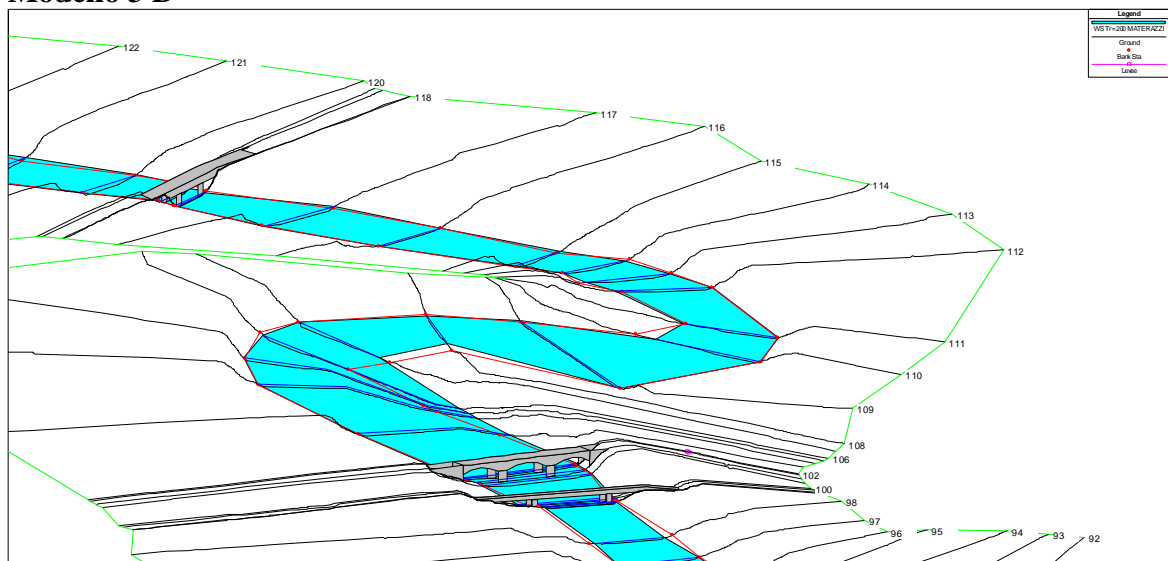
I risultati ottenuti attraverso la modellazione con il software Hec Ras hanno evidenziato che in caso di portata duecentennale, l'area di variante non risulti interessata e dunque non interferisca con le naturali dinamiche fluviali.

Il piazzale di San Pietro in Castello, interessato dalla variante urbanistica, è ubicato ad una quota di circa 144 m s.l.m.. La piena è stata simulata inserendo nel modello idraulico la portata calcolata con tempi di ritorno duecentennali, pari, nel tratto in esame a 381 m<sup>3</sup>/sec.

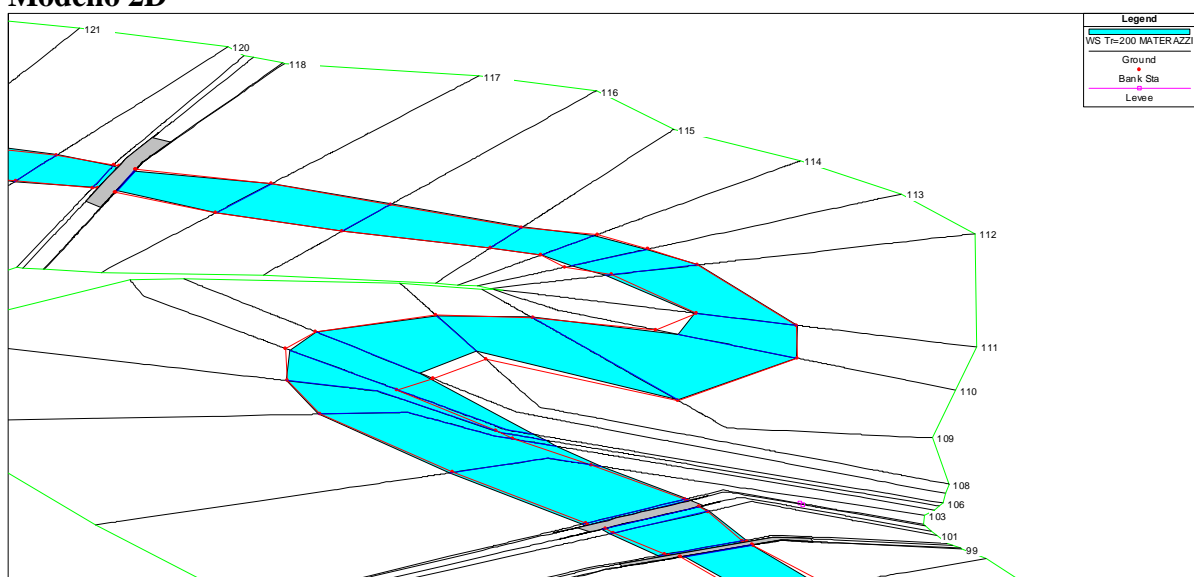
Il tratto fluviale è stato modellato attraverso l'inserimento delle sezioni da 110 – 115 ed i risultati indicano nelle stesse sezioni, alla suddetta portata, quote del pelo libero dell'acqua di 119,32 m s.l.m..

Conseguentemente alle valutazioni idrauliche svolte non risulta necessario utilizzare particolari accorgimenti tecnico costruttivi e la variante risulta conforme e compatibile con le dinamiche fluviali. Con particolare riferimento alla Legge regionale 22/2011 che prevede misure compensative rivolte al perseguimento “dell’invarianza idraulica”, si osserva che l’area non è interessata da trasformazioni territoriali che possano determinare una variazione di permeabilità superficiale e delle modalità di risposta del suolo agli eventi meteorici e pertanto non è soggetta alla normativa sull’invarianza idraulica di cui alla DGR 53/2014.

### Modello 3 D

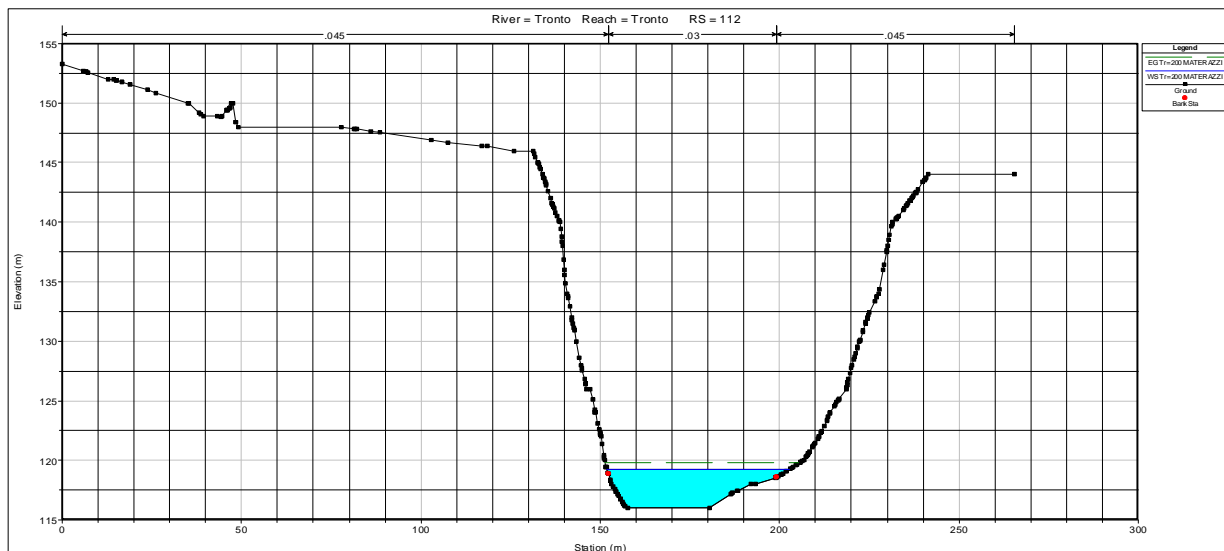
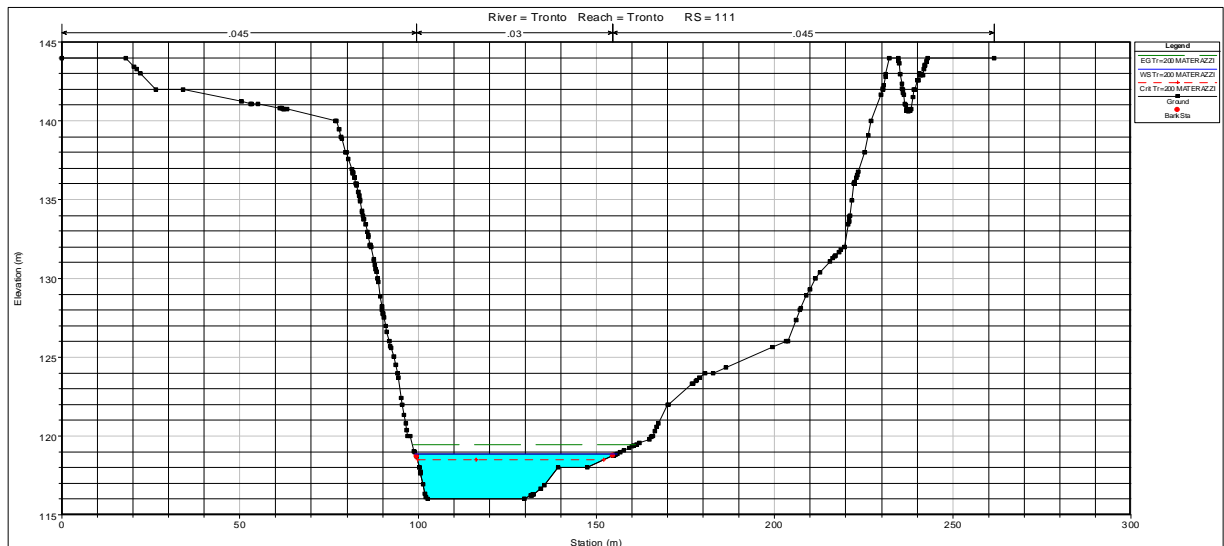
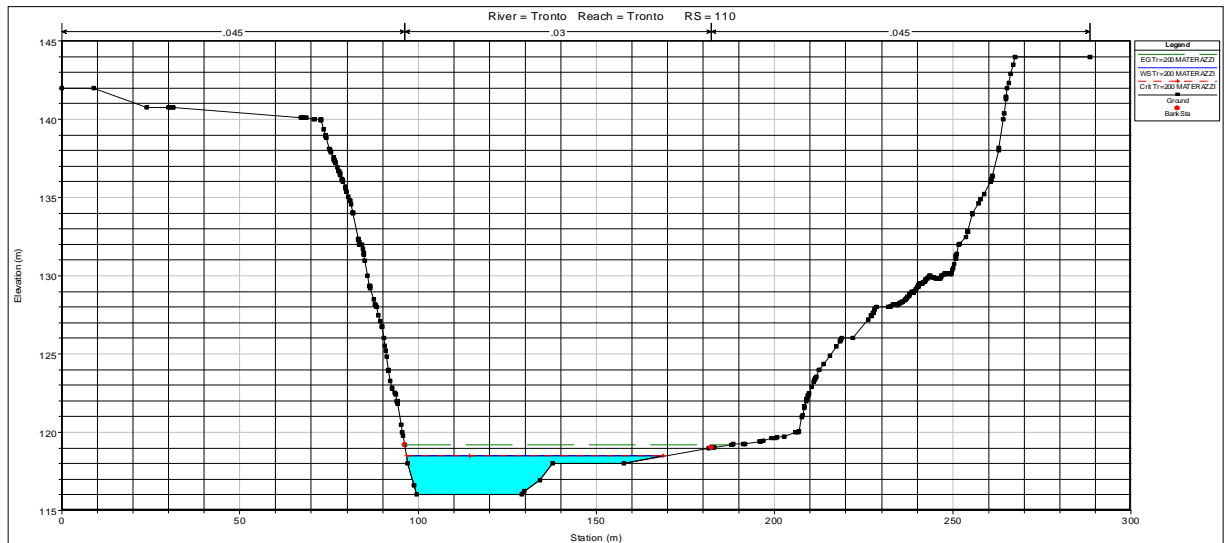


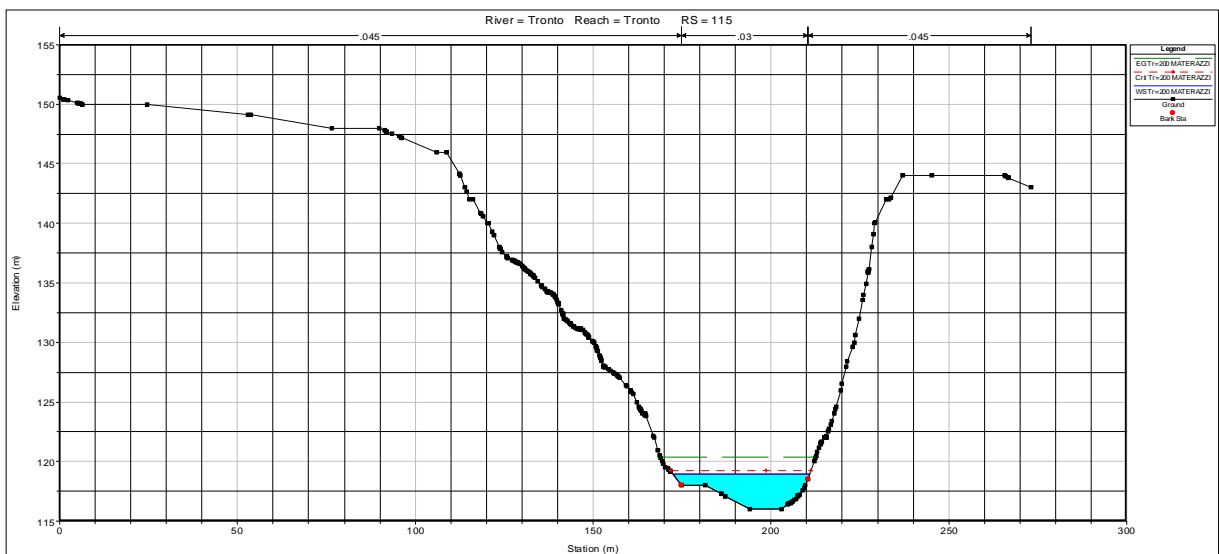
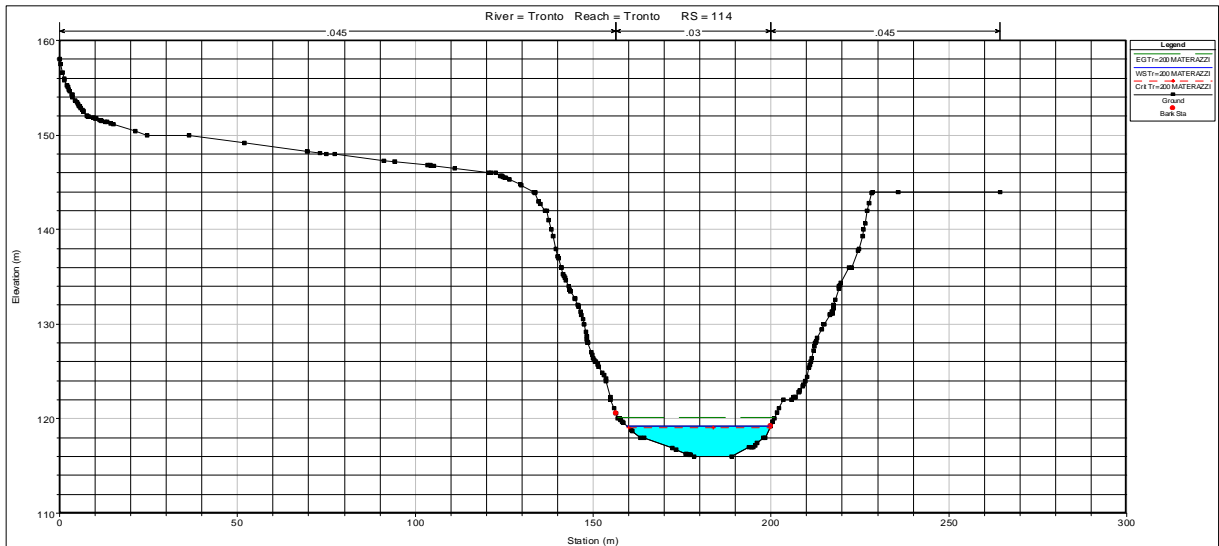
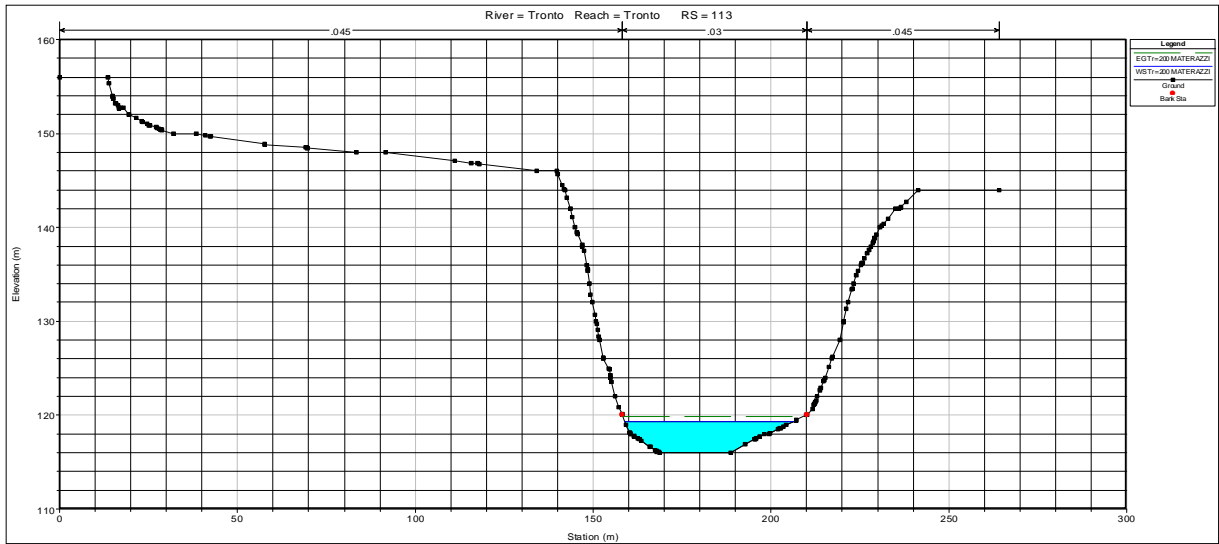
### Modello 2D





# Sezioni





Risultati studio idraulico in forma tabellare:

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tronto	Tronto	110	Tr=200 MATERAZZI	381.00	116.00	118.47	118.47	119.18	0.008088	3.74	101.92	72.02	1.00
Tronto	Tronto	111	Tr=200 MATERAZZI	381.00	116.00	118.88	118.47	119.45	0.004014	3.36	113.39	56.61	0.75
Tronto	Tronto	112	Tr=200 MATERAZZI	381.00	116.00	119.23		119.77	0.002899	3.25	118.23	50.76	0.66
Tronto	Tronto	113	Tr=200 MATERAZZI	381.00	116.00	119.32		119.88	0.003159	3.33	114.51	47.32	0.68
Tronto	Tronto	114	Tr=200 MATERAZZI	381.00	116.00	119.23	119.03	120.11	0.005417	4.16	91.63	40.52	0.88
Tronto	Tronto	115	Tr=200 MATERAZZI	381.00	116.00	118.91	119.20	120.38	0.010737	5.38	71.69	38.34	1.22

## 11. Conclusioni

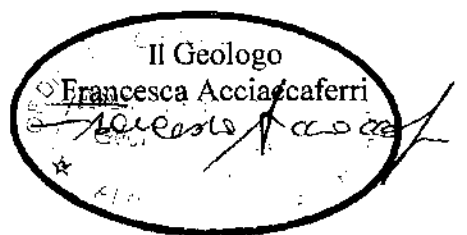
L'indagine effettuata ha evidenziato che:

- l'area di variante non ricade all'interno di perimetrazioni individuate nel PAI Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Tronto adottato con Delibera n.3 del 07/06/2007 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Tronto;
- il modello geologico-geomorfologico relativo al sito in esame prevede uno strato di coperture sabbioso-limose sopra al terrazzo alluvionale del III° ordine che a sua volta poggia sulla "Formazione della Laga", basamento litico della zona;
- la struttura litostratigrafica e l'assetto tettonico delle formazioni arenacee e marnose che costituiscono le sponde del tratto fluviale in analisi assicurano buone garanzie per la stabilità dell'area anche in relazione all'interazione con la dinamica fluviale;
- i terreni affioranti mostrano strati costituiti da banconi a comportamento litico e competente, con struttura a reggipoggio. Queste caratteristiche determinano in generale buone condizioni di stabilità del versante roccioso testimoniate anche dall'intensa vegetazione che con il perdurare di condizioni stabili ha ricoperto la sponda proteggendola inoltre dall'azione erosiva delle acque di diretta precipitazione meteorica;
- la classificazione sismica nazionale inquadra l'area nella zona sismica 2 con accelerazione orizzontale massima convenzionale  $0,15 < a_g \leq 0,25$  g;
- l'area con la sua morfologia rientra nella categoria topografica "T4" ovvero "Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $i \geq 30^\circ$ " con coefficiente di amplificazione topografica  $St=1,4$ ;
- la variante, con riferimento agli Studi di Microzonazione Sismica di III° Livello, ricade all'interno della MOPS 2001 identificata come "Zona stabile suscettibile di amplificazione locale" alla quale è associata una categoria di sottosuolo B ( $V_s$  30 compreso tra 360m/s e 800 m/s);
- la disaggregazione della pericolosità sismica caratterizza l'area con una magnitudo  $M_w = 5,350$ , originati da sorgenti sismiche distanti circa 11,500 Km con deviazione standard  $\epsilon=0,889$ .
- la pericolosità geologica da frana è assente limitatamente all'area di sedime;
- l'area non è interessata da trasformazioni territoriali e pertanto non è soggetta alla normativa sull'invarianza idraulica di cui alla DGR 53/2014;
- dal punto di vista idrodinamico le zone di massima velocità di scorrimento dell'acqua si concentrano nella sponda esterna dell'alveo mentre il nucleo interno del meandro, ovvero la sponda destra del fiume lungo la quale insiste la nostra area di studio, si instaurano correnti lente, fenomeni deposizionali ed in generale condizioni più stabili;

- la verifica idraulica svolta del tratto in esame, ha dimostrato la compatibilità della variante con le dinamiche fluviali.

La redazione della presente relazione ha finalità esclusivamente urbanistico - pianificatorie e non deve in alcun modo essere considerato sostitutivo delle indagini e degli studi previsti dalla normativa vigente per la progettazione e l'esecuzione delle opere.

Ascoli Piceno, 02 ottobre 2019







COMUNE DI ASCOLI PICENO

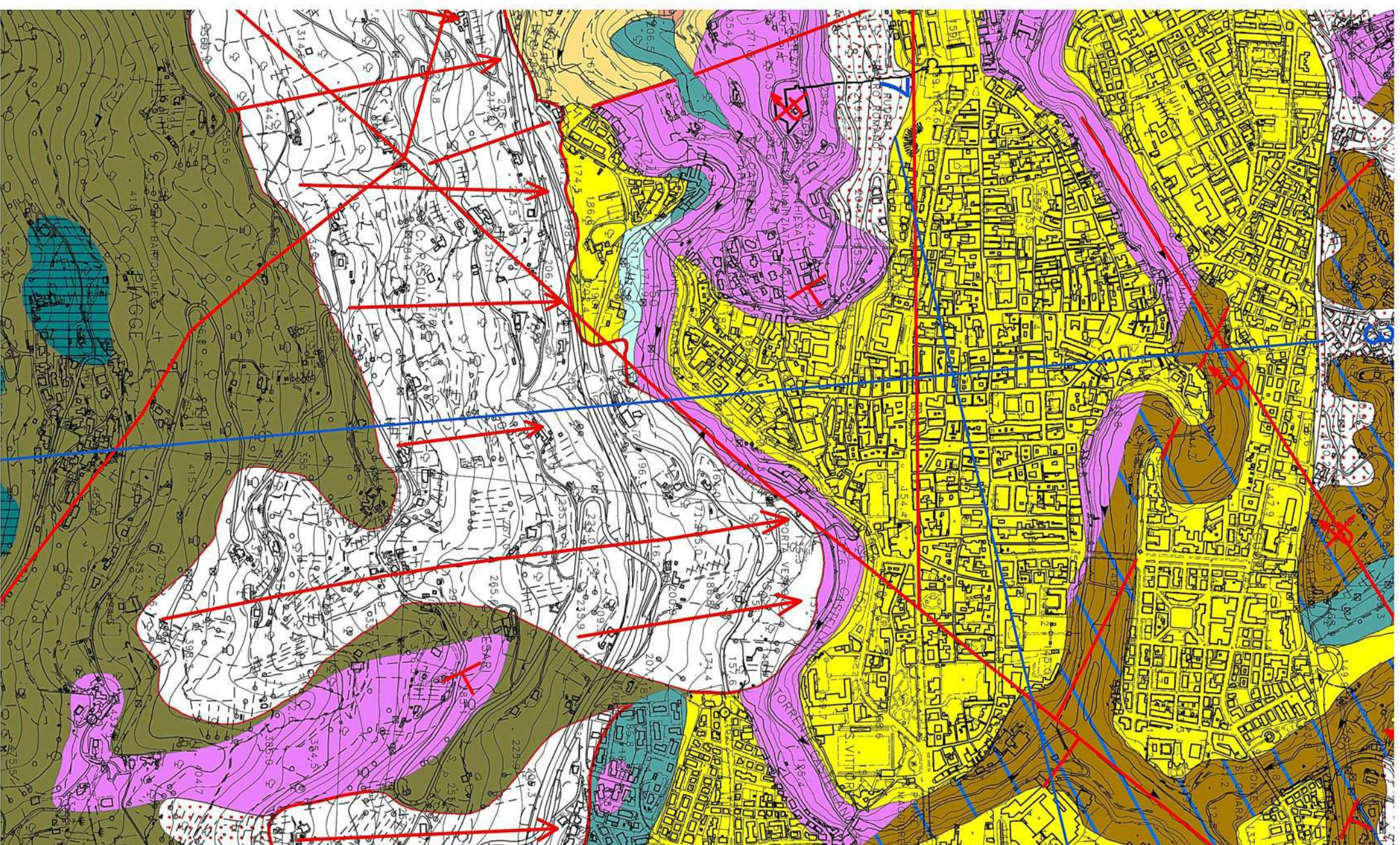
Medaglia d'Ono al Valor Militare per Avvizia Partigiana

# PIANO REGOLATORE GENERALE

## IN ADEGUAMENTO AL PIANO

### PAESISTICO AMBIENTALE REGIONALE

# CARTA GEOLOGICA



### Legenda

- Movimenti gravitativi (OLOCENE)
- Conoidi alluvionali (OLOCENE)
- Alluvione attuali e recenti (OLOCENE)
- Detrito di falda - detrito eluvo-colluviale (OLOCENE)
- Detrito di distacco del travertino (PLEISTOCENE SUP.-OLOCENE)
- Detrito in distacco dei conglomerati dell'Ascensione (PLEISTOCENE SUP.-OLOCENE)
- Travertino (PLEISTOCENE SUP.-MEDIO)
- Alluvioni terrazzate del terzo ordine (PLEISTOCENE SUP.)
- Alluvioni terrazzate del secondo ordine (PLEISTOCENE SUP.)
- Alluvioni terrazzate del primo ordine (PLEISTOCENE MEDIO)
- Conglomerati dell'Ascensione con orizzonti sabbiosi e sabbiosi arenacei (PLEISTOCENE INF.-MEDIO)
- Associazione arenaceo-pellica (PLOCENE INF.-MEDIO)
- Associazione pellica (PLOCENE)
- Associazione arenacea con intercalazioni gessarene (MIOCENE)
- Associazione arenacea. Al tetto 10-20 m. di associazione arenaceo-pellica - membro evaporitico; presenza di gessarene (MESSINIANO)
- Associazione arenaceo-pellica (MESSINIANO)
- Associazione pellico-arenacea con intercalazioni di corpi arenaceo-pellici (MESSINIANO)
- Marna a pteropodi: marna di tetto; depositi marnosi e marnoso-argillosi sottilmente stratificati (MIOCENE INF.-MEDIO)
- Marna con Cerrognana: marna e marna calcareae con intercalazioni di torbiditi carbonatiche (TORTONIANO MEDIO-BURDIGALLIANO)
- Bisciaro: calcari e calcari marnosi con noduli di selce alternati a marni argillose (BURDIGALLIANO-AQUITANIANO)
- Scaglia chierrea: marna e marna grigio-verdastre, marna calcareae e calcari marnosi (CATTIANO-PRABONIANO)
- Gruppo Scaglie: Sc. Variegata, Sc. Rossa e Sc. Bianca (PRABONIANO-CENOMANIANO)

N — N Sezione geologica

Faglia, Faglia probabile

MISURE STRATI

Fino a 20°

da 20° a 45°

da 45° a 75°

Verticali e sub-verticali

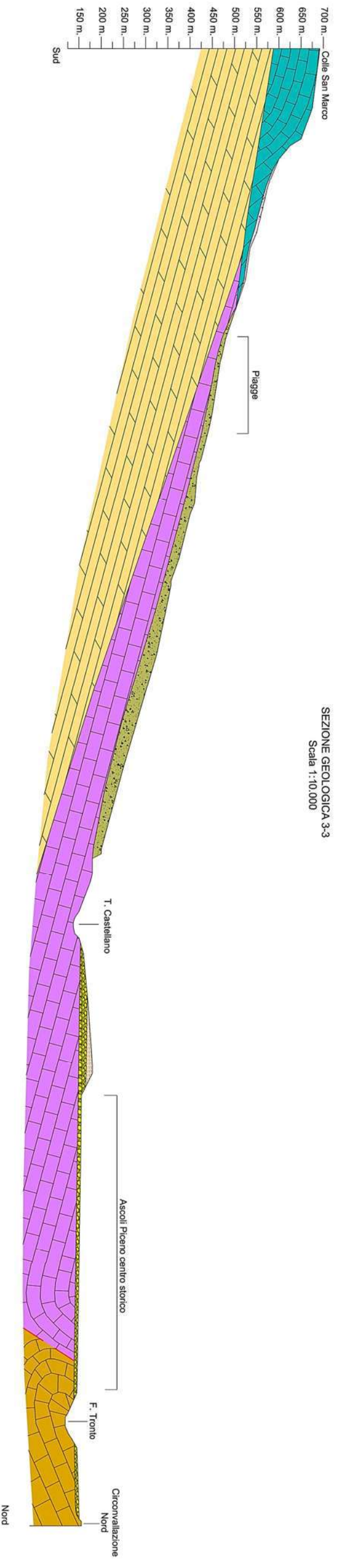
Rovesciali





COMUNE DI ASCOLI PICENO

# PIANO REGOLATORE GENERALE IN ADEGUAMENTO AL PIANO PAESISTICO AMBIENTALE REGIONALE



SEZIONE GEOLOGICA 3-3  
Scala 1:10.000

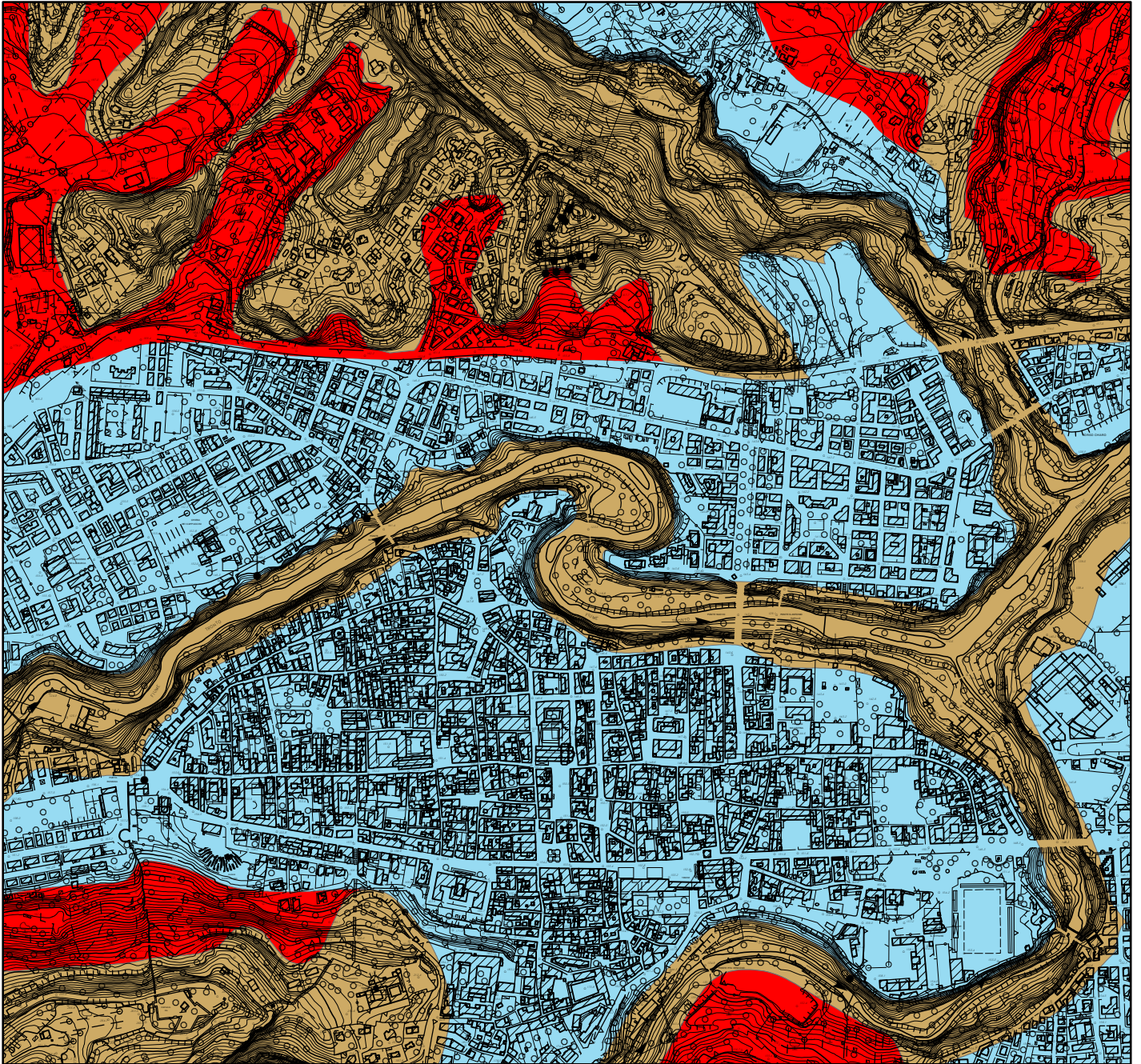
## LEGENDA

- Detrito di distacco del travertino (Pleistocene sup. - Olocene)
- Detrito di distacco dei conglomerati dell'Ascensione (Pleistocene sup. - Olocene)
- Travertino (Pleistocene sup. - medio)
- Alluvioni terrazzate del III° ordine
- Alluvioni terrazzate del II° ordine
- Conglomerati dell'Ascensione con orizzonti sabbiosi e sabbioso-arenacei (Pleistocene inf. - medio)
- Associazione arenaceo-pellica (Pliocene inf. - medio)
- Associazione pellica (Pliocene)
- Associazione arenacea con intercalazioni gessoarenitiche (Miocene)
- Associazione arenacea. Al tetto associazione arenaceo pellica - membro evaporitico: presenza di gessareniti (Messiniano)
- Associazione pellico-arenacea con intercalazioni di corpi arenaceo-pellici (Messiniano)
- Marne con Cerrognà: marne e marne calcaree con intercalazioni di torbiditi carbonatiche (Tortoniano medio - Burdigalliano)
- Scaglia cinerea: marne e marne grigio-verdastre, marne calcaree e calcari marnosi (Cattiano-Priaboniano)
- Faglia, faglia probabile






# Schema Idrogeologico PRG Vigente Tavola SF-GEO-03

scala 1:10000



## Legenda

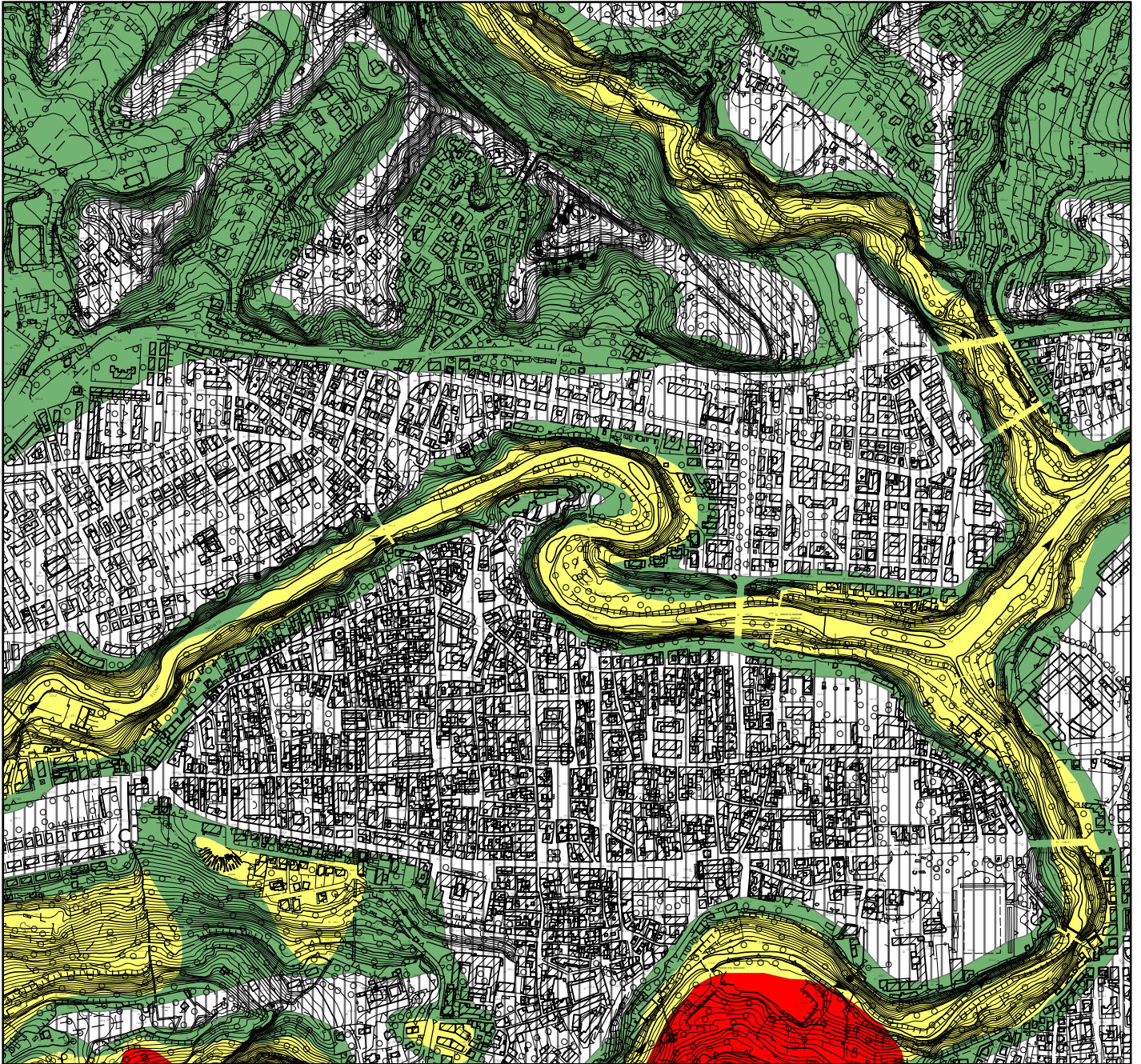
-  AREE\_ALTA\_PERM\_I
-  AREE\_BASSA\_PERM
-  AREE\_MEDIA\_PERM









**Carta della Pericolosità Geologica  
PRG Vigente  
Tavola SF-GEO-04**

scala 1:10000

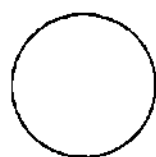
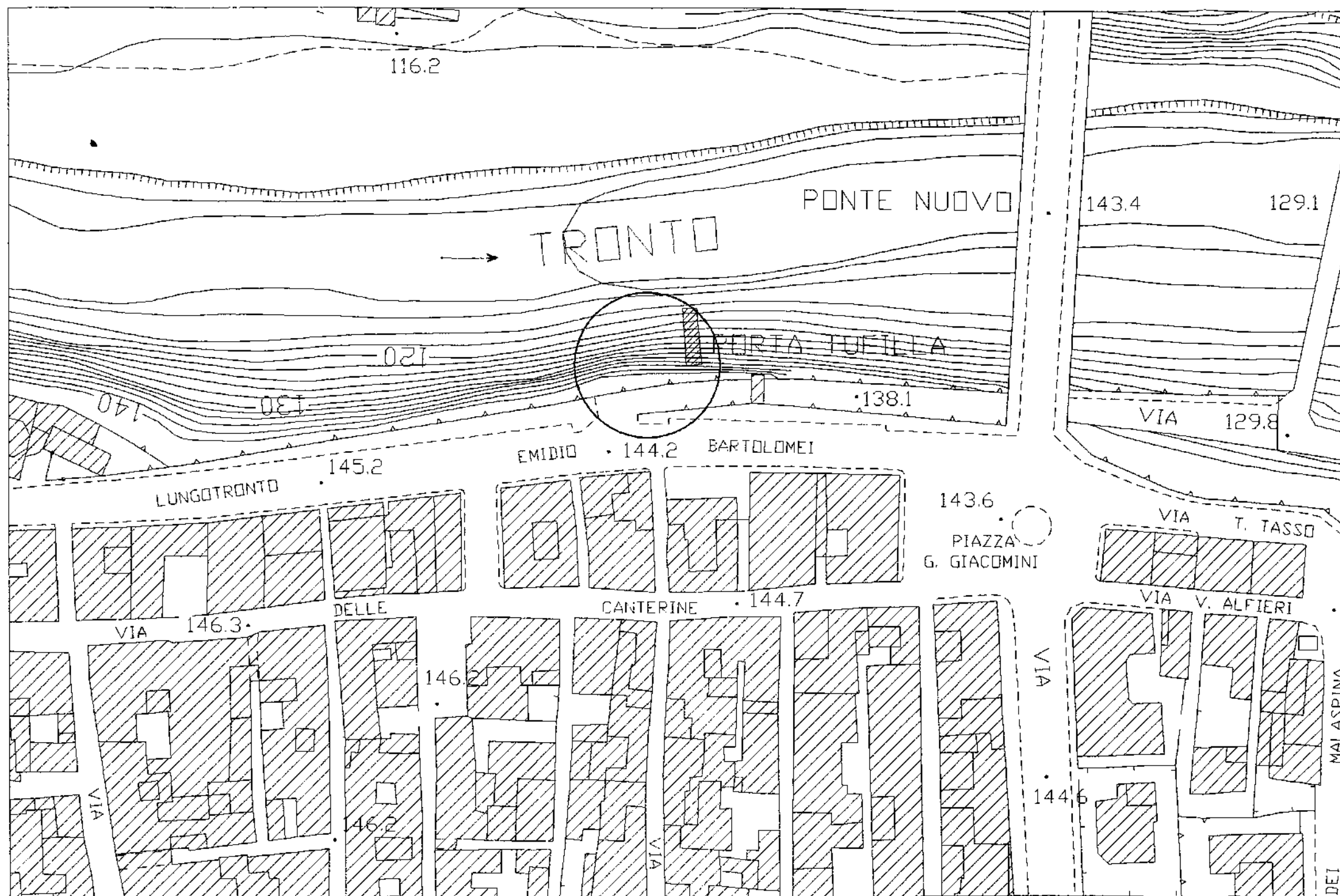


**Legenda**

-  PERICOLOSITA' ELEVATA
-  PERICOLOSITA' MEDIA
-  PERICOLOSITA' LIEVE
-  AREE STABILI

# PLANIMETRIA GENERALE

Scala 1:1000

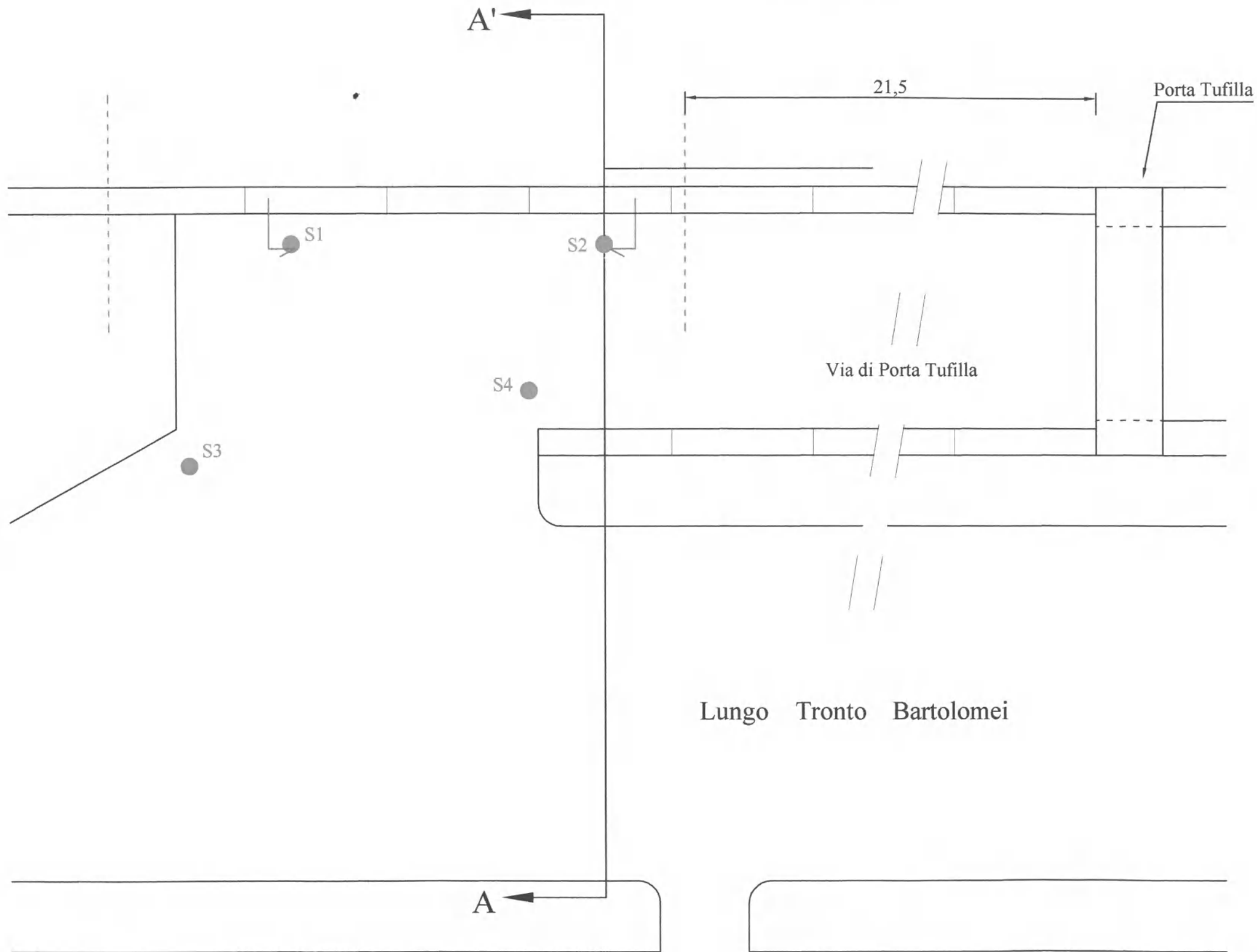


Area interessata dal dissesto



PLANIMETRA CON UBICAZIONE SONDAGGI GEOGNOSTICI  
Scala 1:100

ALLEGATO N. 4



LEGENDA

- S<sub>n</sub> Sondaggio geognostico e suo numero
- └┘ Tratto di muro interessato dal dissesto
- ⋮⋮ Larghezza massima in parete del dissesto.
- ↑↑ Traccia di sezione geologica schematica A-A'



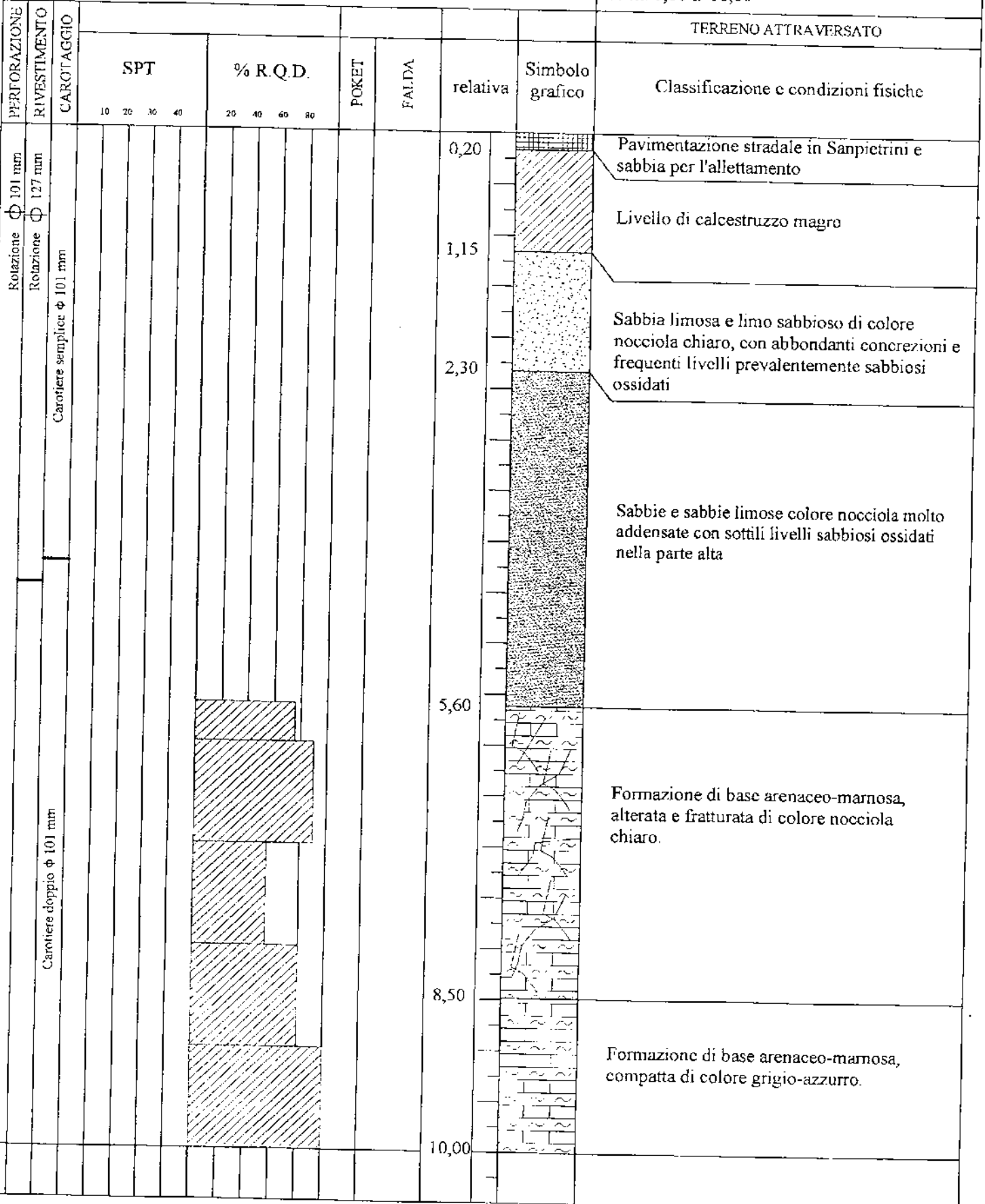


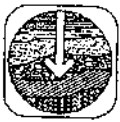
Studio Tecnico Associato di Geologia e Geotecnica  
 Dott. Vittorio Marucci e Dott. Cinzia Marucci  
 Viale B. Croce, 79 - 63100 Ascoli Piceno  
 Tel 0736-45892 e-mail: stg@libero.it

Data: 11/05/2005

COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE ASCOLI PICENO  
 CANTIERE: Dissesto Franoso Via di Porta Tuffilla

SONDAGGIO A CAROTAGGIO N. 1  
 quota s.l.m.  
 da m. 0,00 a 10,00





Studio Tecnico Associato di Geologia e Geotecnica  
 Dott. Vittorio Marucci e Dott. Cinzia Marucci  
 Viale B. Croce, 79 - 63100 Ascoli Piceno  
 Tel 0736-45892 e-mail: stg@libero.it

Data: 11/05/2005

COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE ASCOLI PICENO  
 CANTIERE: Dissesto Franoso Via di Porta Tufilla

SONDAGGIO A CAROTAGGIO N. 2  
 quota s.l.m.  
 da m. 0,00 a 7,00

TERRENO ATTRAVERSATO

Classificazione e condizioni fisiche

% CAROTAGGIO  
 20 40 60 80

% R.Q.D.  
 20 40 60 80

POKET

FALDA

relativa

Simbolo grafico

PERFORAZIONE  
 RIVESTIMENTO  
 CAROTAGGIO

Rotazione  $\phi$  101 mm  
 Rotazione  $\phi$  127 mm  
 Carotiere semplice  $\phi$  101 mm  
 Carotiere doppio  $\phi$  101 mm

0,20

1,10

4,50

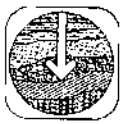
7,00

Pavimentazione stradale in Sanpietrini e sabbia per l'allettamento

Terreno di riporto costituito da elementi eteroclasti ed eterometrici, in matrice prevalentemente sabbiosa

Sabbie e sabbie limose colore nocciola molto addensate con sottili livelli sabbiosi ossidati nella parte alta

Formazione di base arenaceo-marnosa, alterata e fratturata di colore nocciola chiaro.

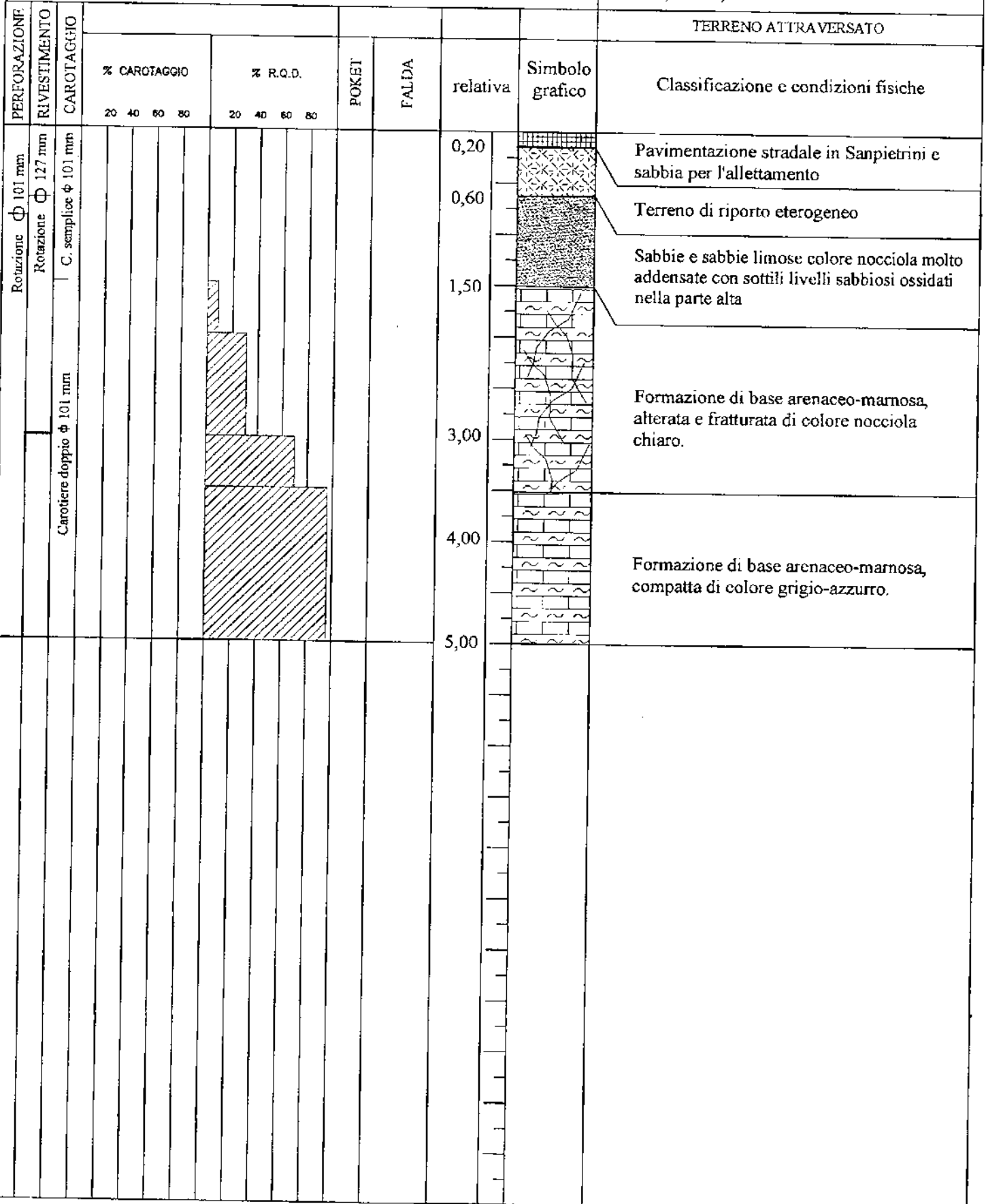


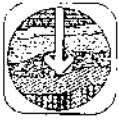
Studio Tecnico Associato di Geologia e Geotecnica  
 Dott. Vittorio Marucci e Dott. Cinzia Marucci  
 Viale B. Croce, 79 - 63100 Ascoli Piceno  
 Tel 0736-45892 e-mail: stg@libero.it

Data: 12/05/2005

COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE ASCOLI PICENO  
 CANTIERE: Dissesto Franoso Via di Porta Tufilla

SONDAGGIO A CAROTAGGIO N. 3  
 quota s.l.m.  
 da m. 0,00 a 5,00



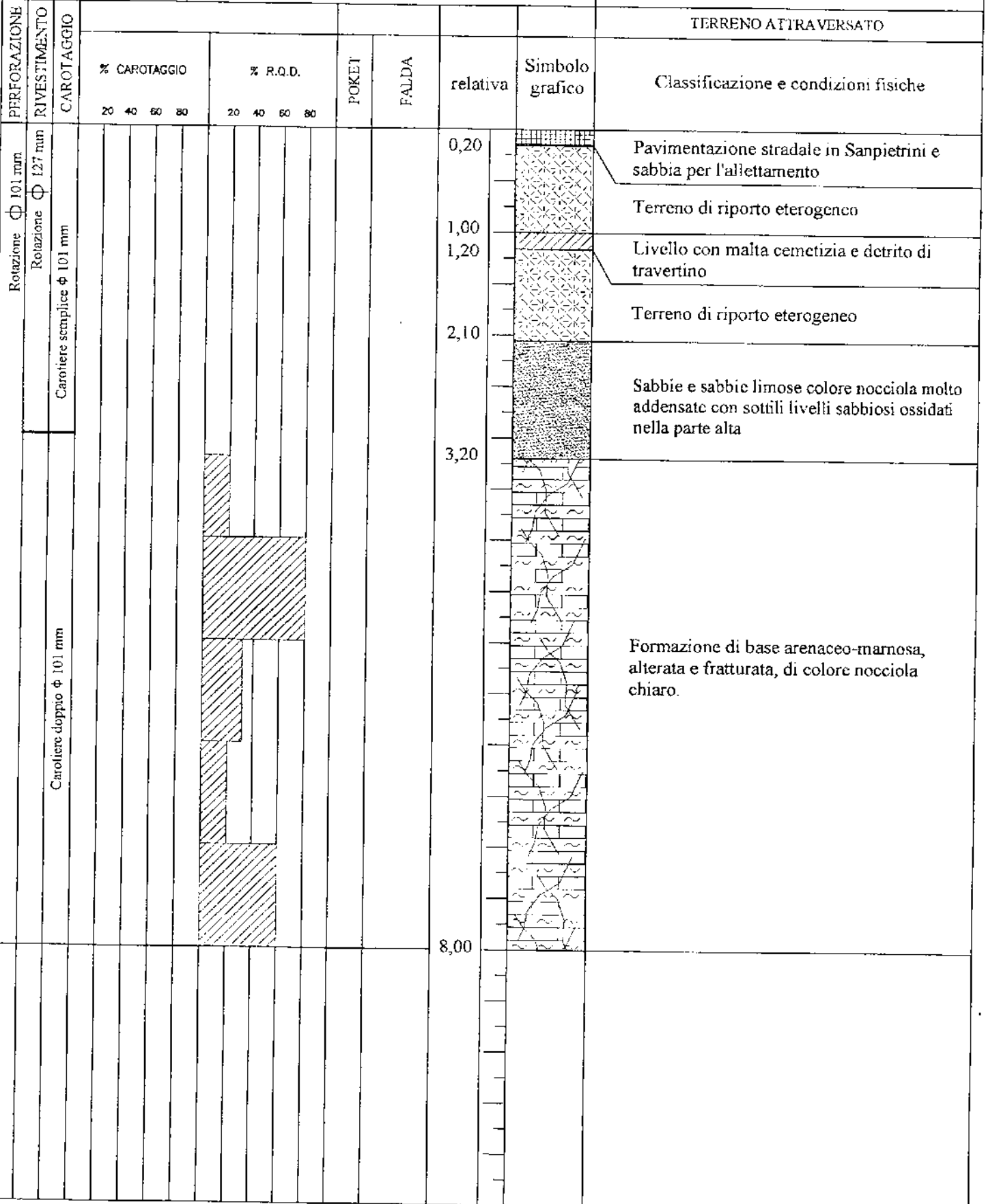


Studio Tecnico Associato di Geologia e Geotecnica  
 Dott. Vittorio Marucci e Dott. Cinzia Marucci  
 Viale B. Croce, 79 - 63100 Ascoli Piceno  
 Tel 0736-45892 e-mail: stg@libero.it

Data: 12/05/2005

COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE ASCOLI PICENO  
 CANTIERE: Dissesto Franoso Via di Porta Tufilla

SONDAGGIO A CAROTAGGIO N. 4  
 quota s.l.m.  
 da m. 0,00 a 8,00







**COMMISSARIO STRAORDINARIO  
RICOSTRUZIONE SISMA - 2016**

Microzonazione Sismica di Livello 3 del Comune di Ascoli Piceno ai sensi  
dell'Ordinanza del Commissario Straordinario n. 24 registrata  
il 15 maggio 2017 al n. 1065

# MICROZONAZIONE SISMICA

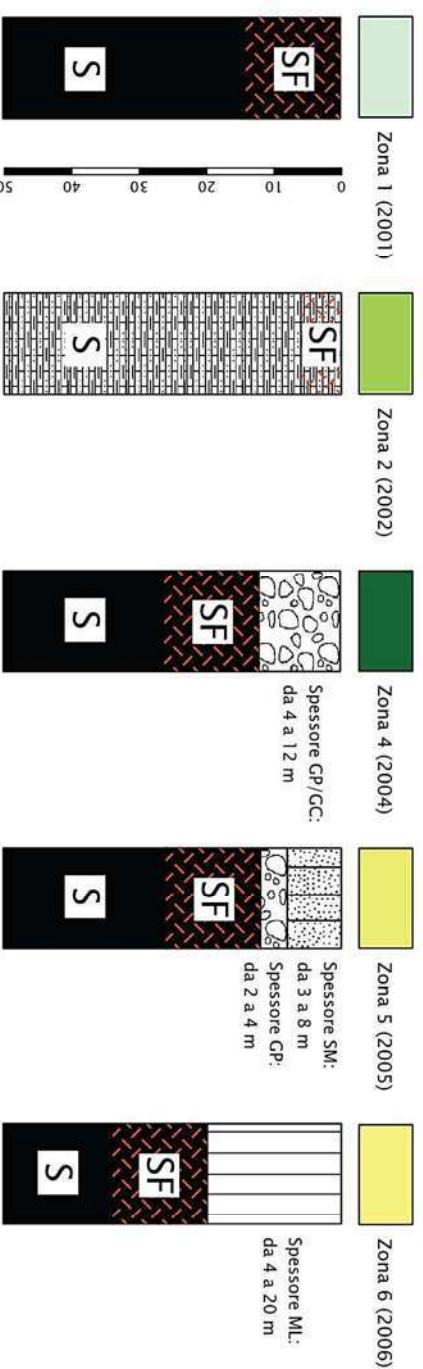
## Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

Scala 1: 5.000

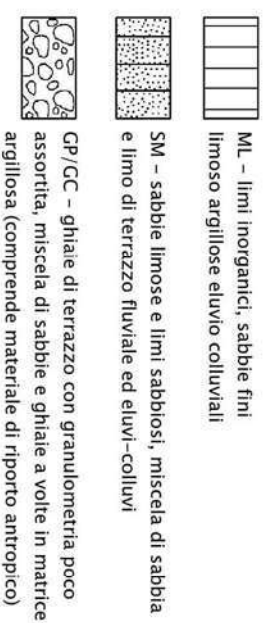
**OVEST**

### Legenda

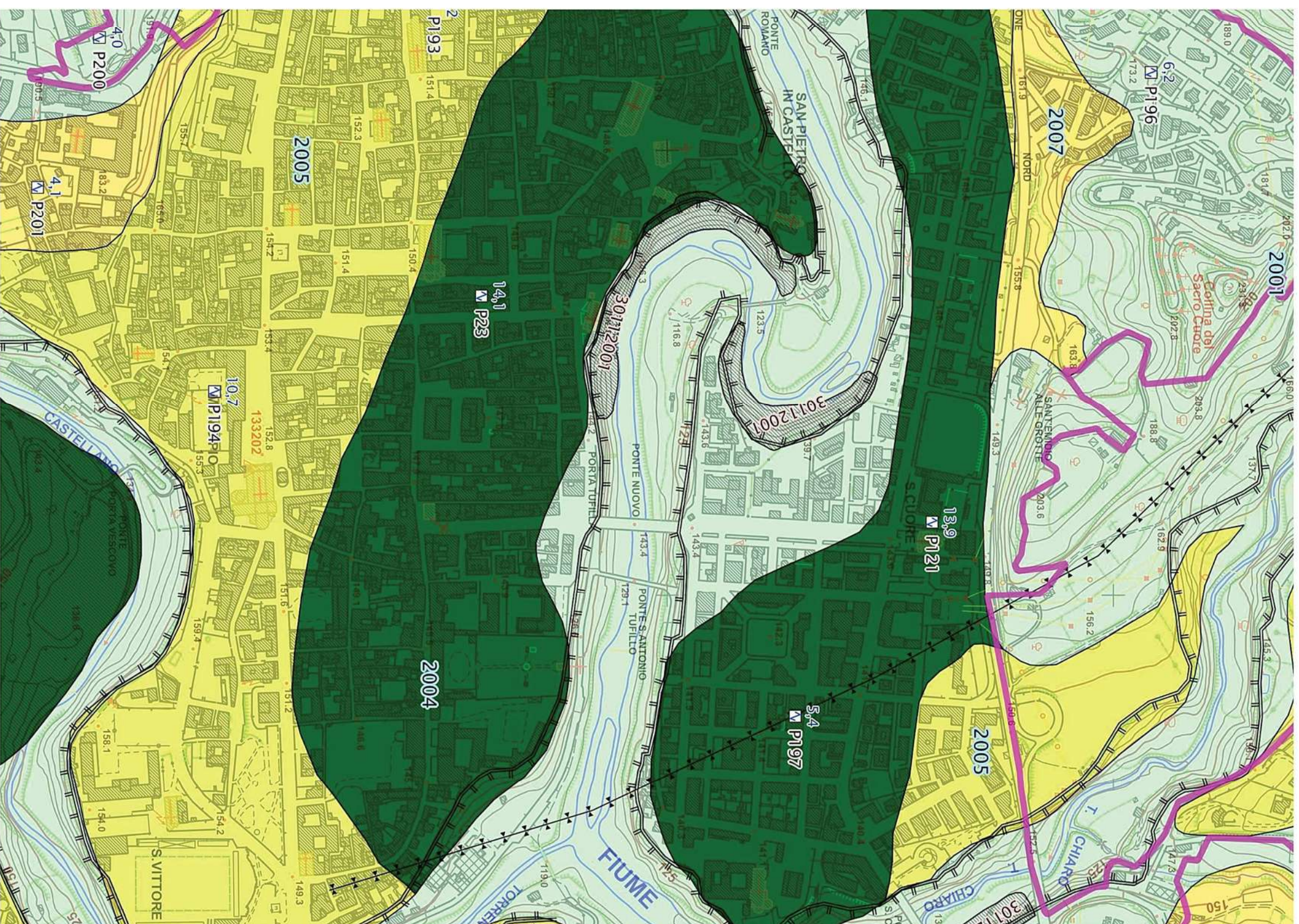
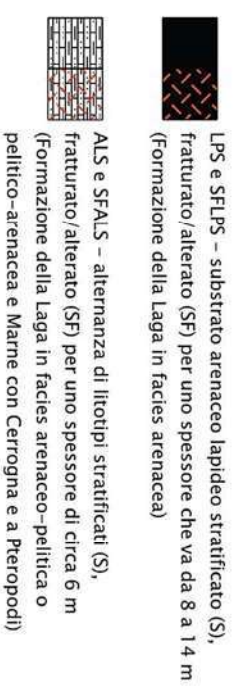
Zone Stabili suscettibili di Amplificazioni locali



**Litologia dei terreni  
di copertura**



**Litologia del substrato geologico**







Microzonazione Sismica di Livello 3 del Comune di Ascoli Piceno ai sensi  
dell'Ordinanza del Commissario Straordinario n. 24 registrata  
il 15 maggio 2017 al n. 1065

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Carta di microzonazione sismica

### FA0105s











Scala 1: 5.000

**OVEST**

### Legenda

#### Microzonazione sismica di livello 3

#### Zone stabili e stabili suscettibili di amplificazioni locali

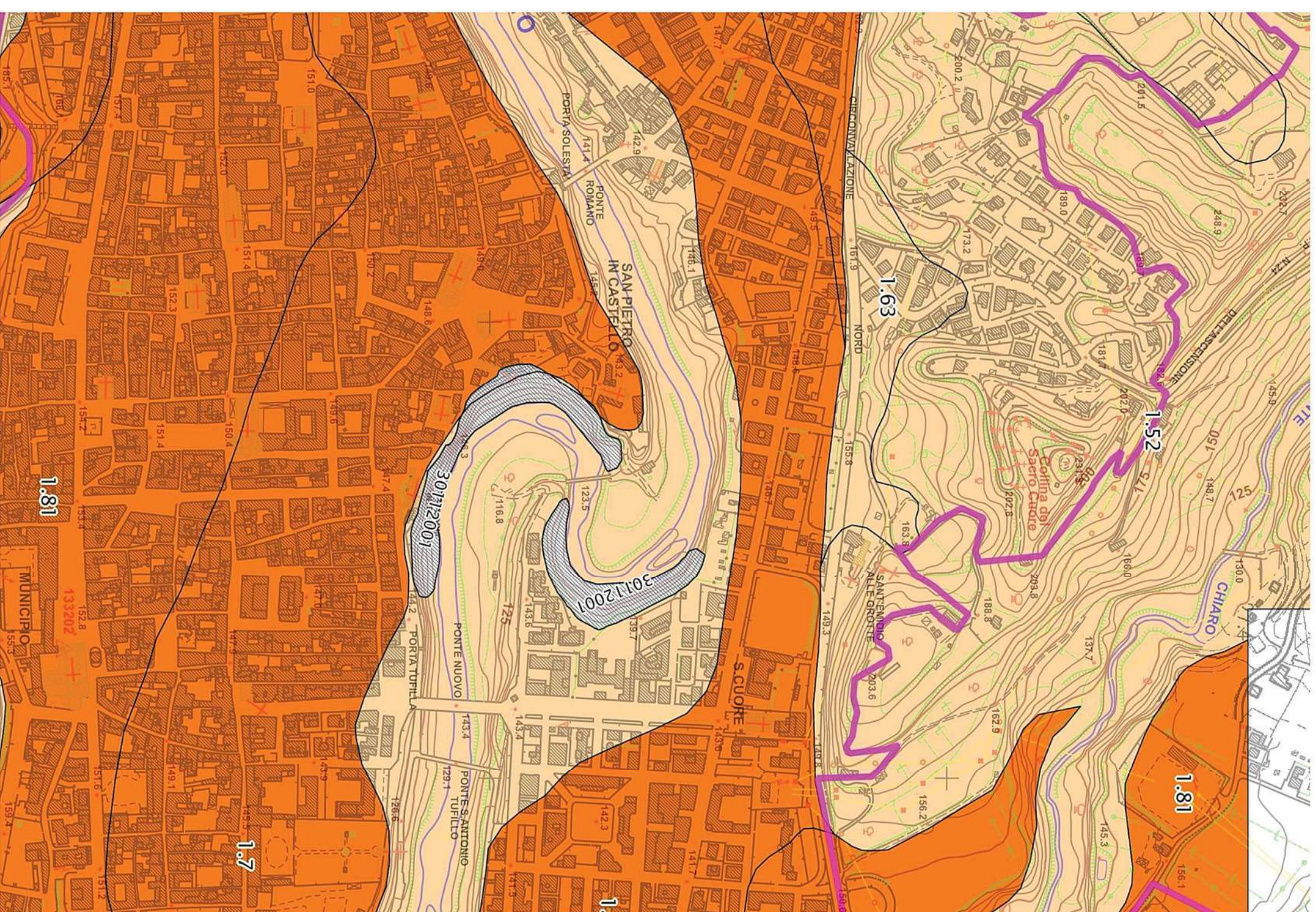
-  Zona stabile (FA = 1)
-  Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 1,1 - 1,2)
-  Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 1,3 - 1,4)
-  Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 1,5 - 1,6)
-  Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 1,7 - 1,8)
-  Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 1,9 - 2,0)
-  Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 2,1 - 2,2)
-  Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 2,3 - 2,4)
-  Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 2,5 - 3,0)
-  Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 3,1 - 3,5)

#### Zone di attenzione per instabilità

-  ZA-Fr - Zona di attenzione per instabilità di versante

#### Confini amministrativi

-  Limite comunale
-  Area di studio microzonazione livello 3







Microzonazione Sismica di Livello 3 del Comune di Ascoli Piceno ai sensi  
dell'Ordinanza del Commissario Straordinario n. 24 registrata  
il 15 maggio 2017 al n. 1065

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Carta di microzonazione sismica

### FA0408S











Scala 1 : 5.000

OVEST

### Legenda

#### Microzonazione sismica di Livello 3

#### Zone stabili e stabili suscettibili di amplificazioni locali

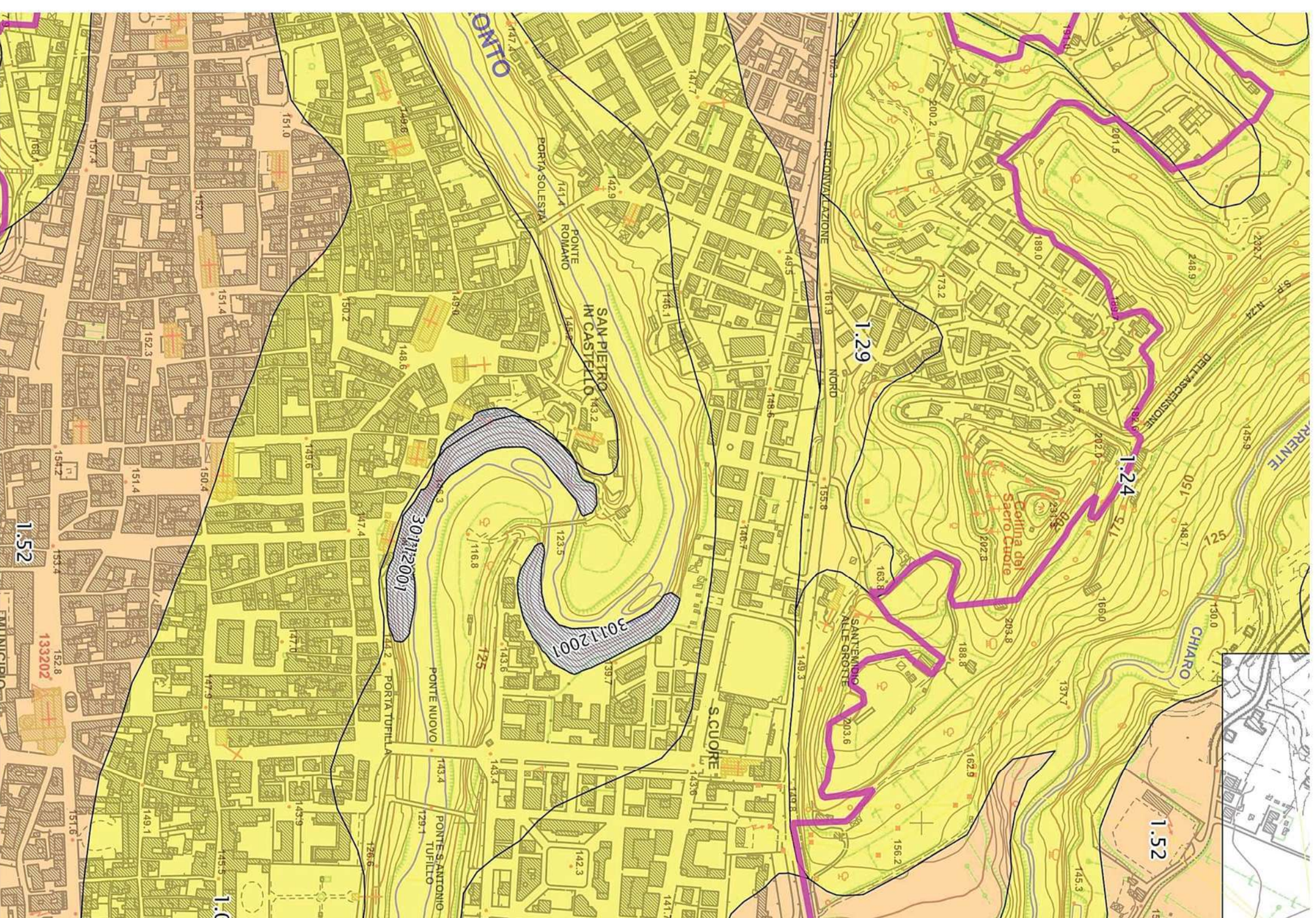
-  Zona stabile (FA = 1)
-  Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 1,1 - 1,2)
-  Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 1,3 - 1,4)
-  Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 1,5 - 1,6)
-  Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 1,7 - 1,8)
-  Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 1,9 - 2,0)
-  Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 2,1 - 2,2)
-  Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 2,3 - 2,4)
-  Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 2,5 - 3,0)
-  Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 3,1 - 3,5)

#### Zone di attenzione per instabilità

-  ZA fr - Zona di attenzione per instabilità di versante

#### Confini amministrativi

-  Limite comunale
-  Area di studio microzonazione livello 3







Microzonazione Sismica di Livello 3 del Comune di Ascoli Piceno ai sensi  
dell'Ordinanza del Commissario Straordinario n. 24 registrata  
il 15 maggio 2017 al n. 1065

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Carta di microzonazione sismica

### FA0711s

Scala 1: 5.000

OVEST

### Legenda

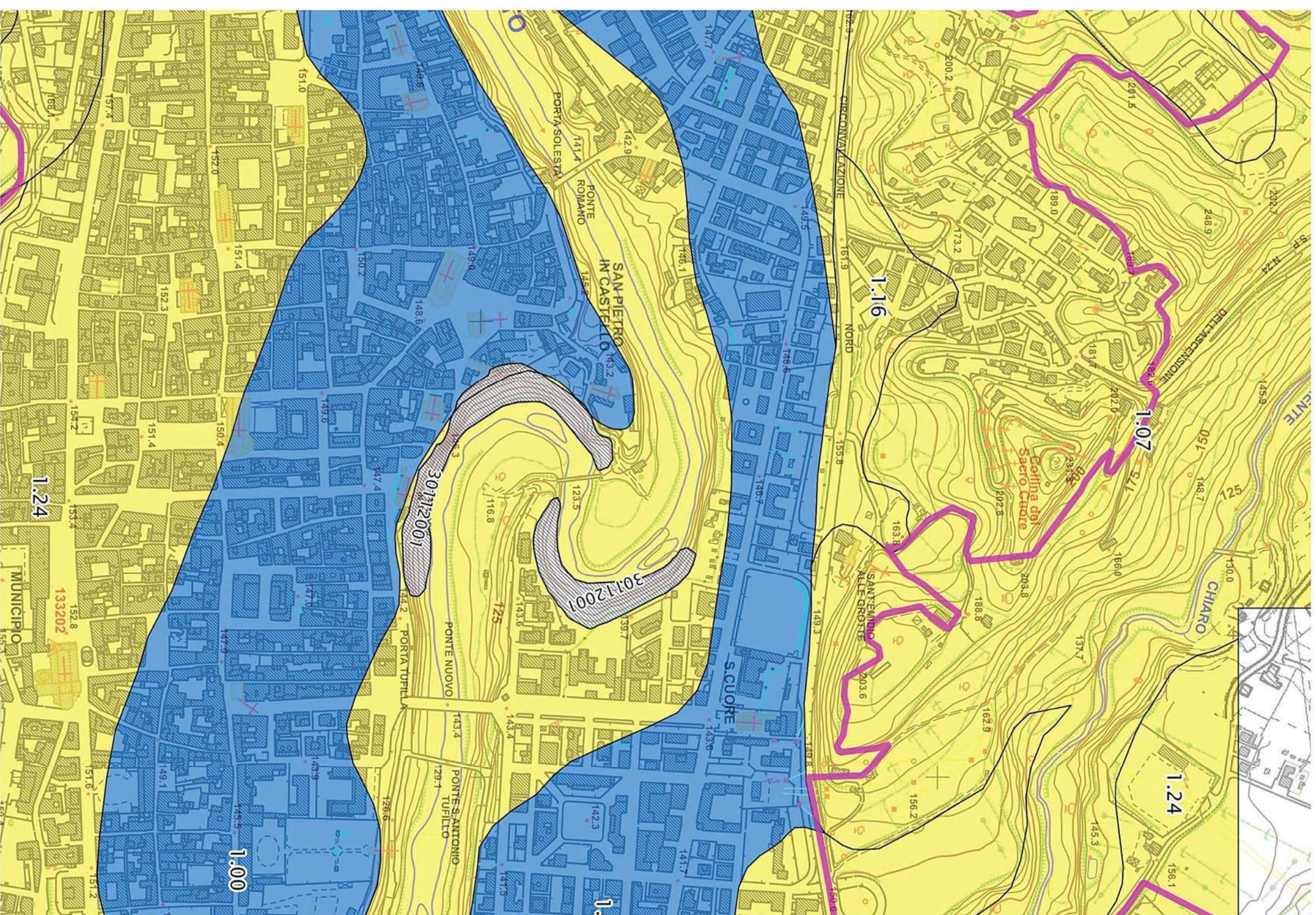
#### Microzonazione sismica di livello 3

#### Zone stabili e stabili suscettibili di amplificazioni locali

- Zona stabile (FA = 1)
  - Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 1.1 - 1.2)
  - Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 1.3 - 1.4)
  - Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 1.5 - 1.6)
  - Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 1.7 - 1.8)
  - Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 1.9 - 2.0)
  - Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 2.1 - 2.2)
  - Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA= 2.3 - 2.4)
  - Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 2.5 - 3.0)
  - Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 3.1 - 3.5)
- Zone di attenzione per instabilità**
- ZA fr - Zona di attenzione per instabilità di versante

#### Confini amministrativi

- Limite comunale
- Area di studio microzonazione livello 3







# Comune di Ascoli Piceno

MEDAGLIA D'ORO AL VALORE MILITARE PER ATTIVITÀ PARTIGIANA

SETTORE EDILIZIA, ATTIVITÀ PRODUTTIVE E AMBIENTE

## REALIZZAZIONE PARCO FLUVIALE DEL FIUME TRONTO



## PROGETTO DEFINITIVO

### RELAZIONE IDRAULICA

Elaborato  
2.b

Il Sindaco  
Avv. **Guido Castelli**

REV. GIUGNO 2017

Il Dirigente:  
**Arch. Ugo Galanti**

Il R.U.P.  
**Ing. Paolo Leccesi**

Il Progettista:  
**Arch. Ugo Galanti**

Progettista strutturale:  
**Ing. Daniele Fares**

Geologo:  
**dott. Pier Luigi Anasparri**  
**dott. Francesca Acciaccaferri**

Collaboratori:  
**geom. Gabriella Laorte**  
**tecnico Tiziana Quaglia**  
**amm.vo Rina Serafini**  
**rag. Roberto Riti**

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAMERINO  
SCUOLA DI SCIENZE E TECNOLOGIE  
Sezione di Geologia  
**Dott. Marco Materazzi**

# **RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA**

## **1. METODOLOGIA GENERALE**

### **1.1 Premessa**

Lo studio idrologico-idraulico ha riguardato il tratto compreso fra San Pietro in Castello e via Caltanissetta, in prossimità del ponte di San Filippo. Più in particolare il bacino del Tronto è stato inizialmente suddiviso in un adeguato numero di sottobacini di cui è stata calcolata la portata al colmo di piena per un tempo di ritorno di 200 anni. I dati di portata così ottenuti, sono stati calibrati su quelli registrati nel corso dell'evento intenso del novembre 2013 e in seguito utilizzati per la verifica idraulica.

### **1.2 Materiali e mappe di base**

Per la redazione delle diverse cartografie tematiche, utilizzate poi anche per l'esecuzione dei calcoli e delle valutazioni idrologiche e idrauliche sono stati utilizzati i seguenti materiali di base:

- a) DEM a scala 1:10,000 (pixel resolution 10m);
- b) shapefile (polylines) del tracciato del fiume Tronto digitalizzato a partire dalla mappa di Google earth;
- c) shapefile (polygons) del bacino idrografico del fiume Tronto ricavato per elaborazioni successive a partire dal DEM a scala 1:10,000.

Tutti i rasters e gli shapefiles utilizzati sono stati opportunamente omogenizzati utilizzando il "WGS1984\_UTM\_Zone33N" come sistema di riferimento.

### **1.3 Il modello idrologico del bacino**

Il modello idrologico del bacino del Tronto è stato costruito utilizzando il tool per ArcGis "HEC-GeoHMS" versione 10.1, uno strumento particolarmente potente e versatile sviluppato dall'U.S. Army Corps of Engineers, che permette di processare i dati territoriali (carta tecnica, uso del suolo, geologia, ecc.) e ricavarne caratteristiche dimensionali, morfologiche ed idrologiche dei bacini e di altri elementi quali tronchi e sezioni idrografiche. Tali dati sono stati poi successivamente utilizzati per la modellazione idrologica con il software HEC-HMS versione 4.2.1 e per la modellazione idraulica con il

software HEC-RAS versione 4.1.0, anche essi sviluppati dall'U.S. Army Corps of Engineers.

### Step 1

Il primo step è stato quello di effettuare un'operazione di "pre-processamento" del DEM originale, per ricavarne otto datasets aggiuntivi che descrivono collettivamente la tipologia di drenaggio e permettono la successiva delimitazione in tratti di reticolo e sottobacini. Il DEM originale, ritagliato su ogni singolo bacino, è stato quindi rielaborato secondo i seguenti passaggi:

- DEM Reconditioning (per rendere omogenea la topografia del DEM originale con l'andamento del reticolo idrografico fornito dal Consorzio);
- Fill Sinks (per creare un DEM idrologicamente corretto e senza depressioni che possano impedire la continuità del flusso in superficie);
- Flow direction (per definire la direzione del flusso secondo il massimo gradiente)
- Flow accumulation (per definire il numero di celle che "drenano" verso una data cella posta più a valle);
- Stream definition (per definire in base ad una soglia opportunamente scelta, le celle che andranno a costituire un tratto di reticolo);
- Stream segmentation (per creare i tratti di reticolo);
- Catchment grid delineation (per creare i sottobacini sulla base dei tratti di reticolo creati);
- Catchment polygon processing (per creare il relativo file vettoriale);
- Drainage line processing (per creare un file vettoriale dei corsi d'acqua);
- Watershed aggregation (per aggregare i diversi sottobacini alla confluenza).

Il numero dei sottobacini creati automaticamente dal sistema è stato poi opportunamente ridotto e organizzato anche sulla base delle indicazioni fornite dai rilevatori relativamente alle aree critiche.

### Step 2

Il secondo step ha riguardato la definizione delle caratteristiche di uso del suolo dei bacini, informazioni indispensabili per il calcolo dei quantitativi di infiltrazione e ruscellamento nel modello numerico.

Sia per il calcolo della “pioggia netta” che per la “trasformazione afflussi-deflussi” si è scelto di utilizzare i metodi proposti dal Soil Conservation Service degli Stati Uniti. Tali metodi prevedono la stima del Curve Number (CN), un parametro sintetico che esprime l’attitudine di una porzione di territorio a produrre deflusso diretto (superficiale). Il CN varia da zero a cento; più alto è il valore, maggiore è il deflusso prodotto a parità di precipitazione. Il CN varia in funzione di quattro diverse classificazioni:

- classificazione della permeabilità del suolo in quattro classi A, B, C e D , gruppi idrologici del suolo;
- classificazione dell’uso del suolo e sistemazione della superficie (solchi dritti, solchi a reggipoggio, solchi a reggipoggio e terrazzamenti);
- condizione di drenaggio (cattiva, discreta, buona);
- condizioni iniziali di saturazione dei suoli (AMC - Antecedent Moisture Condition).

Per la suddivisione in classi di suolo è stato utilizzato il metodo già sperimentato nel 2016 nel corso della Convenzione fra UNICAM ed il Consorzio di Bonifica delle Marche per la caratterizzazione di alcuni bacini idrografici delle Marche centrali. In particolare, a partire dal 2° livello della “Carta delle Province pedologiche” in scala 1:250.000 della Regione Marche, le diverse tipologie di suolo sono state accorpate in 18 macrogruppi sulla base delle caratteristiche tessiturali, granulometriche e litologiche; ad ognuna di esse sono state poi assegnate, in percentuale, le 4 classi di permeabilità (A, B, C, D). Un esempio di tale suddivisione è mostrato in Fig.1

FID	Shape*	OID	Name	Shape_Leng	Shape_Area	tipo	PctA	PctB	PctC	PctD
16	Polygon ZM	0	3.2	464.241986	3584.730985	Leptosols - phaenozems (calcaric)	95	4	1	0
17	Polygon ZM	0	3.2	5466.308565	970940.337402	Leptosols - phaenozems (calcaric)	95	4	1	0
18	Polygon ZM	0	3.2	16503.413751	11659934.5731	Leptosols - phaenozems (calcaric)	95	4	1	0
19	Polygon ZM	0	3.2	16830.134582	12596155.8208	Leptosols - phaenozems (calcaric)	95	4	1	0
20	Polygon ZM	0	3.2	19610.234214	13410438.6949	Leptosols - phaenozems (calcaric)	95	4	1	0
21	Polygon ZM	0	3.2	244588.684378	435304482.445	Leptosols - phaenozems (calcaric)	95	4	1	0
22	Polygon ZM	0	3.2	450138.753484	852275695.859	Leptosols - phaenozems (calcaric)	95	4	1	0
23	Polygon ZM	0	3.3	14.699763	10.051427	Calcaric cambisols - regosols - calcisols	90	9	1	0
24	Polygon ZM	0	3.3	15505.956215	5942845.98639	Calcaric cambisols - regosols - calcisols	90	9	1	0
25	Polygon ZM	0	3.3	19865.656603	8797071.8187	Calcaric cambisols - regosols - calcisols	90	9	1	0
26	Polygon ZM	0	3.3	23223.607652	12026547.3914	Calcaric cambisols - regosols - calcisols	90	9	1	0
27	Polygon ZM	0	3.3	43804.084199	23283288.442	Calcaric cambisols - regosols - calcisols	90	9	1	0
28	Polygon ZM	0	3.3	41615.60287	31806357.3672	Calcaric cambisols - regosols - calcisols	90	9	1	0
29	Polygon ZM	0	3.3	287410.197134	509869488.81	Calcaric cambisols - regosols - calcisols	90	9	1	0
30	Polygon ZM	0	3.4	31605.08735	13041843.3325	Calcaric cambisols - regosols - calcisols	94	7	2	0

Fig.1 – Tabella degli attributi relativa allo shapefile delle classi di suolo della Regione Marche

Per la classificazione del territorio in base all’uso del suolo è stato invece utilizzato il II livello del Corine Land Cover 2012 (CLC\_2012) (Fig.2).

Il file grid del Curve Number è stato quindi ricavato dall'unione dei due shapefile precedentemente creati, in seguito relazionati ad una "lookup table" creata in excel e contenente i valori guida del CN per ogni tipologia di uso del suolo.

Il valore del Curve Number così ottenuto corrisponde alla condizione II delle Antecedent Moisture Conditions (AMC), ovvero a quella che prevede terreni mediamente saturi. Tale valore è stato poi opportunamente calibrato (ove possibile) sull'evento reale del dicembre 2013 quando invece le condizioni di piovosità nei giorni precedenti l'evento stesso, pur

### CORINE LAND COVER LEGEND

Level 1	Level 2	Level 3	Grid_Code	RGB
1. ARTIFICIAL SURFACES	1.1 Urban fabric	1.1.1 Continuous urban fabric	1	230-000-077
		1.1.2 Discontinuous urban fabric	2	255-000-000
	1.2 Industrial, commercial and transport units	1.2.1 Industrial or commercial units	3	204-077-242
		1.2.2 Road and rail networks and associated land	4	204-000-000
		1.2.3 Port areas	5	230-204-204
		1.2.4 Airports	6	230-204-230
	1.3 Mine, dump and construction sites	1.3.1 Mineral extraction sites	7	166-000-204
		1.3.2 Dump sites	8	166-077-000
		1.3.3 Construction sites	9	255-077-255
	1.4 Artificial, non-agricultural vegetated areas	1.4.1 Green urban areas	10	255-166-255
		1.4.2 Sport and leisure facilities	11	255-230-255
2. AGRICULTURAL AREAS	2.1 Arable land	2.1.1 Non-irrigated arable land	12	255-255-166
		2.1.2 Permanently irrigated land	13	255-255-000
		2.1.3 Rice fields	14	230-230-000
	2.2 Permanent crops	2.2.1 Vineyards	15	230-128-000
		2.2.2 Fruit trees and berry plantations	16	242-166-077
		2.2.3 Olive groves	17	230-166-000
	2.3 Pastures	2.3.1 Pastures	18	230-230-077
	2.4 Heterogeneous agricultural areas	2.4.1 Annual crops associated with permanent crops	19	255-230-166
		2.4.2 Complex cultivation patterns	20	255-230-077
		2.4.3 Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation	21	230-204-077
		2.4.4 Agro-forestry areas	22	242-204-166
3. FOREST AND SEMI NATURAL AREAS	3.1 Forests	3.1.1 Broad-leaved forest	23	128-255-000
		3.1.2 Coniferous forest	24	000-166-000
		3.1.3 Mixed forest	25	077-255-000
	3.2 Scrub and/or herbaceous vegetation associations	3.2.1 Natural grasslands	26	204-242-077
		3.2.2 Moors and heathland	27	166-255-128
		3.2.3 Sclerophyllous vegetation	28	166-230-077
		3.2.4 Transitional woodland-shrub	29	166-242-000
	3.3 Open spaces with little or no vegetation	3.3.1 Beaches, dunes, sands	30	230-230-230
		3.3.2 Bare rocks	31	204-204-204
		3.3.3 Sparsely vegetated areas	32	204-255-204
		3.3.4 Burnt areas	33	000-000-000
	3.3.5 Glaciers and perpetual snow	34	166-230-204	
4. WETLANDS	4.1 Inland wetlands	4.1.1 Inland marshes	35	166-166-255
		4.1.2 Peat bogs	36	077-077-255
	4.2 Maritime wetlands	4.2.1 Salt marshes	37	204-204-255
		4.2.2 Salines	38	230-230-255
		4.2.3 Intertidal flats	39	166-166-230
5. WATER BODIES	5.1 Inland waters	5.1.1 Water courses	40	000-204-242
		5.1.2 Water bodies	41	128-242-230
	5.2 Marine waters	5.2.1 Coastal lagoons	42	000-255-166
		5.2.2 Estuaries	43	166-255-230
	5.2.3 Sea and ocean	44	230-242-255	
No Data	No Data		48	
	No Data		49	
	No Data		50	230-242-255



Fig.2 – Legenda ufficiale del CLC\_2012

Non particolarmente intense, avevano portato i terreni a condizioni di saturazione medio-alta. Nella modellazione che ha richiesto l'utilizzo dell'idrogramma di progetto il valore calibrato è stato pertanto utilizzato assimilandolo a quello della condizione III delle AMC (condizioni sature). Nei casi invece in cui il processo di calibrazione non è stato possibile, il valore iniziale del CN è stato modificato secondo la seguente relazione:

$$CN(III) = \frac{CN(II)}{0.43 + 0.0057 \times CN(II)}$$

#### 1.4 Il modello meteorologico

Per la creazione del modello meteorologico del bacino sono stati utilizzati i dati di precipitazione forniti dal Centro Funzionale Multirischi della Protezione Civile della Regione Marche, relativi a 11 pluviometri (Fig.3) distribuiti in modo pressoché omogeneo su tutta l'area di studio. Più in particolare la scelta è caduta su quelle stazioni che riportano serie storiche di almeno 20 anni in modo da ottenere elaborazioni statisticamente significative. I dati raccolti, riguardano i dati cumulati giornalieri per la ricostruzione degli idetogrammi di eventi reali e i massimi quantitativi annuali registrati per le durate di 1, 3, 6, 12, e 24 ore, utilizzati poi per la costruzione delle Curve Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (CPP).

Codice sen	Comune	Provincia
2184	Campotosto	AQ
2186	Amatrice	RI
2188	Arquata del Tronto	AP
2192	Spinetoli	AP
2194	Ascoli Piceno	AP
2195	Valle Castellana	TE
2198	Ascoli Piceno	AP
2202	Arquata del Tronto	AP
2203	Acquasanta Terme	AP
2207	Comunanza	AP
2210	Acquasanta Terme	AP

Fig.3 – Elenco dei pluviometri utilizzati nello studio, con i relativi anni di funzionamento

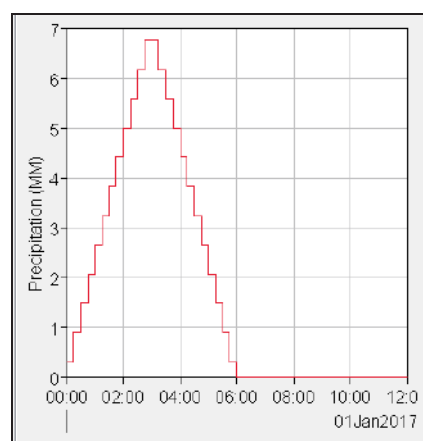
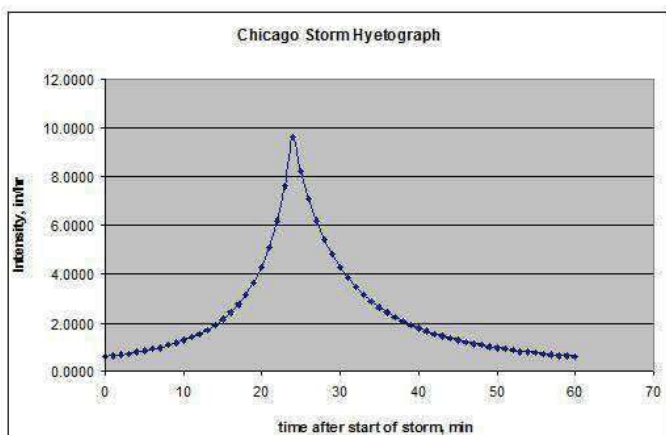
Le CPP esprimono la relazione fra le altezze di precipitazione  $h$  e la loro durata  $t$ , per un assegnato valore del periodo di ritorno  $T_r$ . L'altezza di precipitazione  $h$  presa in

considerazione è quella massima annuale relativa alla durata in esame. Diverse formule sono utilizzate per descrivere questa relazione. In Italia viene generalmente utilizzata una legge di potenza monomia del tipo:

$$h_{(t,T)} = a \times t^n$$

dove h = altezza di precipitazione; t = durata della precipitazione; a ed n sono coefficienti che dipendono dal periodo di ritorno. Per la determinazione delle suddette curve ci si basa sull'analisi delle curve di frequenza (CDF), costruite appunto a partire dalle serie storiche dei massimi annuali delle piogge di durata 1, 3, 6, 12, 24 ore, adattando a ciascuna di esse, attraverso la stima dei parametri, un predefinito modello probabilistico (TCEV, Gumbel, etc.). In alternativa si possono stimare i parametri tramite il metodo della massima verosimiglianza o con il metodo degli L-Momenti. Le differenze tra i metodi si apprezzano quando il grado di adattamento della distribuzione ai dati è basso. Infatti, il metodo dei momenti tende a privilegiare i valori di entità più elevata mentre il metodo della massima verosimiglianza fornisce una curva che rispetta maggiormente i pesi rappresentati dalle frequenze cumulate, per cui non si lascia influenzare eccessivamente da singoli valori molto elevati. Per lo studio in esame il confronto è stato effettuato fra il modello probabilistico di Gumbel ed il metodo degli L-Momenti; non essendo state riscontrate sostanziali differenze, la scelta è tuttavia andata sul modello di Gumbel che, oltre ad essere ampiamente utilizzato nella pratica, è risultato anche leggermente più cautelativo.

Sulla base dei valori ottenuti è stato quindi costruito l'idrogramma di progetto e, nello specifico, sono stati testati due ietogrammi, quello tipo "Chicago" (Keifer e Chu,1957) e quello triangolare (Fig.4). Caratteristica comune ad ambedue è che la massima altezza di precipitazione cumulata su qualsiasi durata t è sempre pari all'altezza di precipitazione dedotta dalla CPP per la medesima durata t.



*Fig.4 – Esempi di ietogramma di progetto: a sinistra quello di tipo “Chicago” e a destra quello triangolare.*

I risultati delle simulazioni hanno mostrato come lo ietogramma “Chicago”, in origine pensato per la simulazione di eventi meteorici intensi e concentrati, sottostimi fortemente le portate attese, mentre quello triangolare si avvicini maggiormente ai valori reali: per tale motivo la scelta è ricaduta su questo secondo metodo.

Nelle aree di studio, lo ietogramma di progetto è stato quindi assegnato ad ogni pluviometro e distribuito sui singoli sottobacini utilizzando il metodo dei Poligoni di Thiessen (topoietti).

### **1.5 La simulazione idrologica del bacino con il software Hec-Hms**

Le schematizzazioni dei bacini ottenute con il software HEC-GeoHMS sono state poi esportate per la successiva modellazione in Hec-Hms.

In una prima fase è stato effettuato un calcolo della pioggia netta o efficace ovvero del quantitativo di pioggia che partecipa effettivamente al deflusso (runoff). A tal fine è stato scelto il metodo del Soil Conservation Service che, utilizzando i valori del CN calcolato nelle fasi precedenti, permette di calcolare il volume di acqua trattenuto nel terreno in funzione del tipo di copertura e uso del suolo e del tipo di suolo: come già accennato, i valori di CN inseriti nel modello, corrispondono a quelli caratteristici di suoli a grado di saturazione medio-alto (CN III).

La scelta del metodo di formazione della piena (fase 2) è caduta, coerentemente con la fase precedente, su quello dell’”Idrogramma unitario del Soil Conservation Service che prevede, a partire dal tempo di corrivazione, di calcolare il Tempo di ritardo (SCS Lag).

La terza fase ha invece riguardato la scelta del metodo di propagazione della piena che avviene lungo i tronchi presenti nella schematizzazione di bacino utilizzata. In questo caso si è scelto di utilizzare il metodo del “Tempo di ritardo” (Lag time) con il quale la stima del tempo di ritardo alla sezione di chiusura viene realizzata con una semplice composizione degli idrogrammi dei singoli sottobacini. Tale metodo tuttavia presenta una grave limitazione nel fatto che la propagazione dei singoli idrogrammi lungo l’asta principale è indipendente dalle condizioni della stessa ed in pratica si trascura l’effetto di laminazione e concentrazione che può avere in realtà l’asta principale. D’altro canto il metodo è molto semplice ed immediato da applicare e, con una buona stima del tempo di ritardo dei singoli sottobacini, i risultati sono abbastanza soddisfacenti.

La simulazione dell'evento di progetto è stata preceduta, come accennato in precedenza, da una taratura del modello su un evento reale. La calibrazione tuttavia è stata resa difficoltosa da due fattori contingenti:

- a) la presenza di un numero adeguato di idrometri posizionati in tratti significativi del corso d'acqua e corredati da relativa scala di deflusso;
- b) la presenza di invasi artificiali a monte dei punti di misura.

La rete idrometrica gestita dal Centro Funzionale Multirischi della Protezione Civile della Regione Marche (da cui sono stati derivati i dati) registra infatti nella maggior parte dei casi solo l'altezza idrometrica, mentre le scale di deflusso, indispensabili per la stima dei valori di portata, sono presenti solamente in alcune stazioni e spesso non sono aggiornate. Per quanto riguarda gli invasi artificiali invece, la loro presenza nella porzione montana del bacino del Tronto (Campotosto e Scanderello) influenzerebbe in modo determinante il deflusso in occasione degli eventi di piena, riducendo sensibilmente (effetto laminazione) il picco di piena; è altresì vero che, se non perfettamente gestiti, i rilasci dagli invasi potrebbero al contrario incrementare i valori delle portate lungo il corso d'acqua (come verosimilmente avvenuto in occasione dell'evento alluvionale del 1992).

La prima operazione è stata quella di scegliere un evento critico che fosse avvenuto in condizioni quasi "ideali", ovvero con condizioni iniziali di bassa saturazione dei suoli e soprattutto in assenza di altri "disturbi" come ad esempio, se presente, lo scioglimento rapido della copertura nevosa. A tale scopo è stato scelto come rappresentativo l'evento del 10-13 novembre 2013, un evento critico che ha interessato la quasi totalità del territorio regionale, con dissesti e fenomeni di esondazione su molti dei corsi d'acqua investigati.

Per la taratura del modello sono stati quindi utilizzati i valori di altezza forniti dal Centro Funzionale Multirischi della Protezione Civile della Regione Marche e registrati agli idrometri forniti di scala di deflusso, quello di "Brecciarolo", a monte dell'abitato di Ascoli Piceno e quello di "Briglia Volpi" in prossimità della foce. Una volta poi trovata una buona corrispondenza fra valori osservati e calcolati si è proceduto alla simulazione dell'evento di progetto con tempo di ritorno di 200 anni.

## **2. LA MODELLAZIONE IDRAULICA**

### **2.1 La modellazione idraulica dei bacini con il software Hec-Ras**



Una volta calcolati i valori di portata di progetto, è stata effettuata un'analisi idraulica nel tratto compreso fra San Pietro in Castello e via Caltanissetta, in prossimità del ponte di San Filippo. Tale analisi è stata effettuata utilizzando il codice open source Hec-Ras versione 4.1.0, messo a punto dall'U.S. Army Corps of Engineers che permette di simulare la propagazione dell'onda di piena lungo il reticolo idraulico e determinare quindi l'altezza che il livello idrico raggiunge nelle varie sezioni; in tal modo è possibile evidenziare possibili criticità del reticolo stesso e permettere con successive elaborazioni, di perimetrare le aree allagabili con diversi tempi di ritorno. Più in particolare il software Hec-Ras permette di modellare la propagazione di una corrente lungo un d'acqua utilizzando uno schema unidimensionale sia in condizioni di moto permanente che in condizioni di moto vario.

In condizioni di moto permanente il sistema può modellare correnti lenti, veloci e miste e considerare sia una rete completa di canali, sia un sistema endoreico e sia infine un singolo corso d'acqua. La procedura di calcolo è basata sulla soluzione delle equazioni dell'energia secondo lo schema monodimensionale. Le perdite di energia considerate sono dovute alla scabrezza (eq. di Manning) ed alla contrazione e/o espansione della vena fluida, attraverso un coefficiente moltiplicatore della variazione dell'energia cinetica. Allo stesso modo, utilizzando gli stessi schemi di calcolo idraulico utilizzati nel moto permanente per le sezioni trasversali, per i ponti, per i tombini e per le altre strutture idrauliche il software è in grado di modellare la propagazione dell'onda di piena attraverso una rete di canali utilizzando lo schema monodimensionale in regime di moto vario (Fig.5).

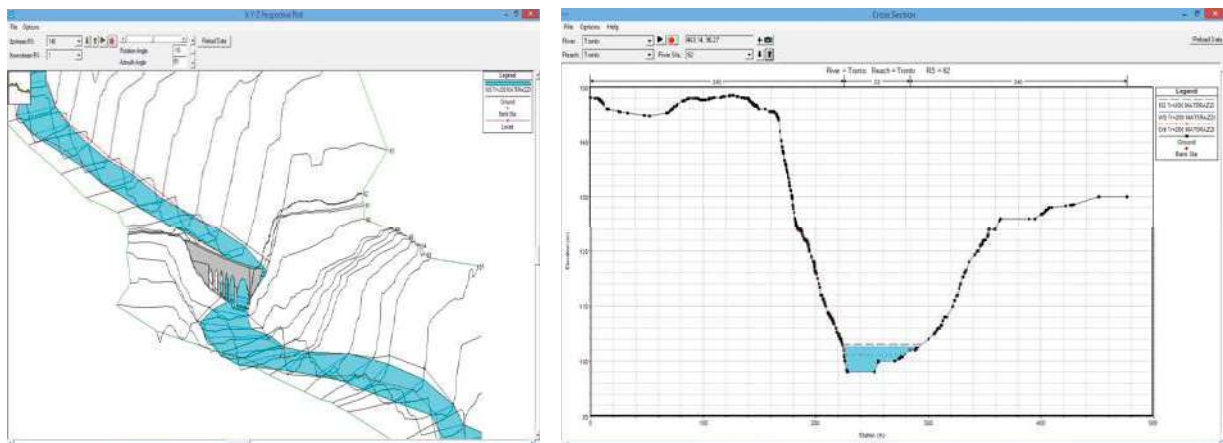


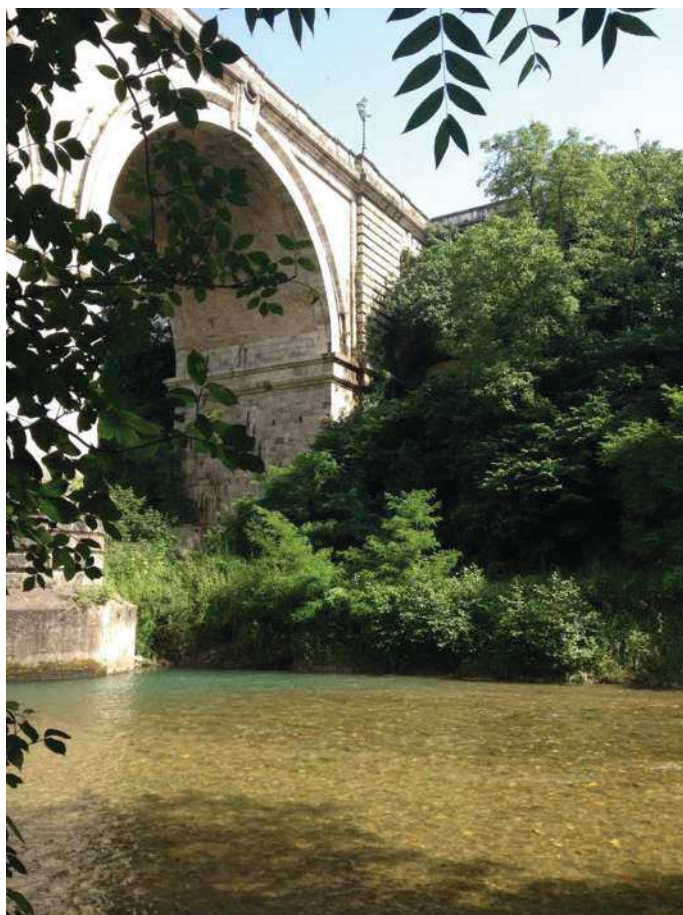
Fig.5 – Esempio di schematizzazioni eseguite con il software Hec-Ras

Il software Hec-Ras prevede l'inserimento di una serie di sezioni fluviali trasversali al flusso, la cui geometria può essere inserita a partire da rilievi topografici effettuati in loco o

utilizzando i dati territoriali estratti da modelli digitali del terreno (DTM) a varia risoluzione. I dati di scabrezza (coefficiente di Manning) ed altri parametri idraulici, vengono invece solitamente stimati sulla base delle caratteristiche morfologico-sedimentologico-botaniche degli alvei o desunte da dati bibliografici: ove possibile possono essere ricavate indirettamente con procedure di calibrazione e attraverso metodi di back-analysis.

Non avendo a disposizione rilievi topografici aggiornati di dettaglio, per il presente Progetto è stato utilizzato un DTM ad alta risoluzione (1m), (ugualmente funzionale ma meno preciso) derivato da dati LIDAR forniti dal Consorzio di Bonifica: tali dati sono stati preliminarmente elaborati utilizzando l'estensione HEC-GeoRAS per ArcGIS.

Per il tratto scelto per la modellazione, è stato quindi creato un adeguato numero di sezioni trasversali al flusso, comunque mai con intervallo superiore ai 50m; sempre in ambiente GIS sono state anche definite le sezioni di monte e di valle relative agli attraversamenti (ponti) e ai "limiti" dell'alveo (sponde e canale principale). Le geometrie degli attraversamenti (ponti e culverts) ed i parametri di scabrezza del canale e delle sponde sono stati invece inseriti direttamente in Hec-Ras. Con riferimento all'indice di scabrezza di Manning, tenuto conto delle caratteristiche morfologiche e sedimentologiche dell'alveo e delle sponde del fiume Tronto nel tratto analizzato (Fig.6), si è scelto di attribuire un valore di scabrezza di 0.03 al canale e di 0.045 alle sponde).



*Fig.6 – particolare di un tratto di alveo del Tronto all'interno del centro urbano di Ascoli Piceno*

Al termine della schematizzazione sono stati quindi inseriti i valori di portata precedentemente calcolati in Hec-Hms ed avviata la simulazione in regime di moto permanente: tale modalità, come detto, permette di calcolare la massima altezza raggiunta dal tirante idrico in corrispondenza del picco di piena.

Una volta terminata la modellazione, i risultati sono stati nuovamente esportati in formato idoneo per essere visualizzati in HEC-GeoRAS: in tal modo è stato possibile rappresentare con base DTM l'estensione e le altezze delle aree inondabili (Fig.7).



*Fig.7 – Esempio di perimetrazione delle aree inondabili in un tratto del fiume Tronto eseguita con il software HEC-GeoRAS*



# RISULTATI MODELLAZIONE IDROLOGICA

## BACINO DEL TRONTO

### Caratteristiche generali del bacino

Bacino: <b>TRONTO</b>					
Area (km <sup>2</sup> )	Perimetro (km)	L. Asta (km)	Pendenza media bacino	Pendenza asta	CN_II bacino
1181.4	270.4	93.9	0.39	0.013	57

Fig.8 - Principali caratteristiche del bacino del Tronto

### Suddivisione in sottobacini



Fig.9 - Bacino del Tronto: suddivisione in sottobacini (37)

### Modello idrologico del bacino

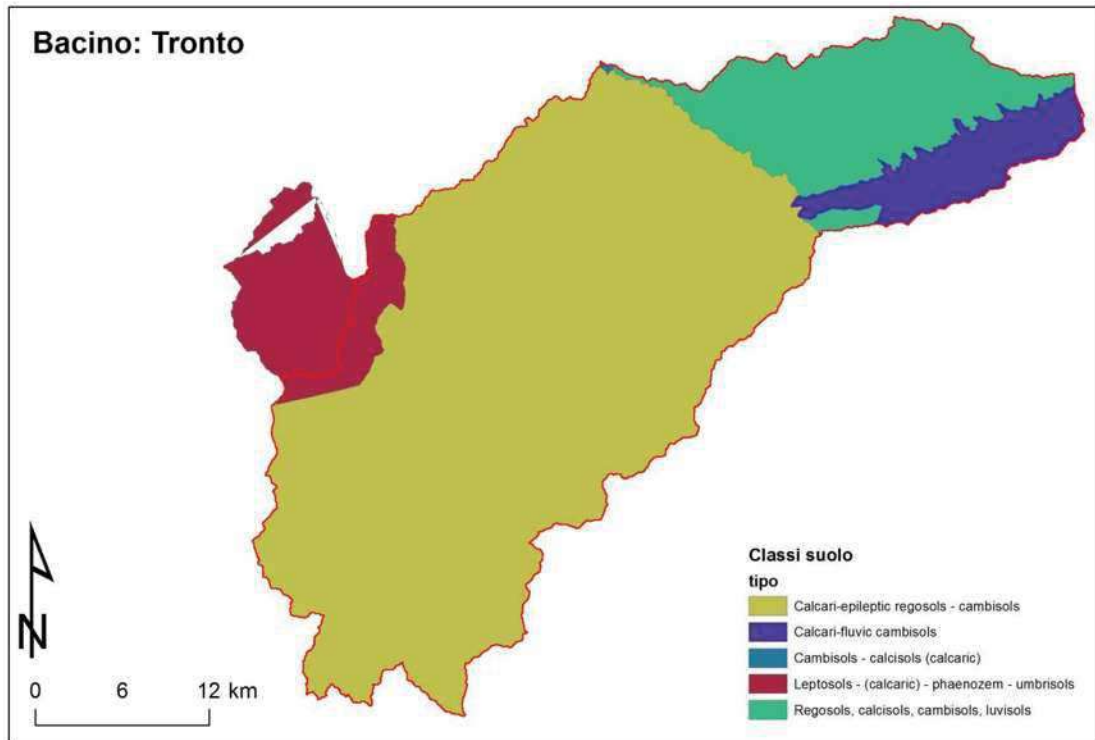


Fig.10 - Bacino del Tronto: carta delle classi di suolo

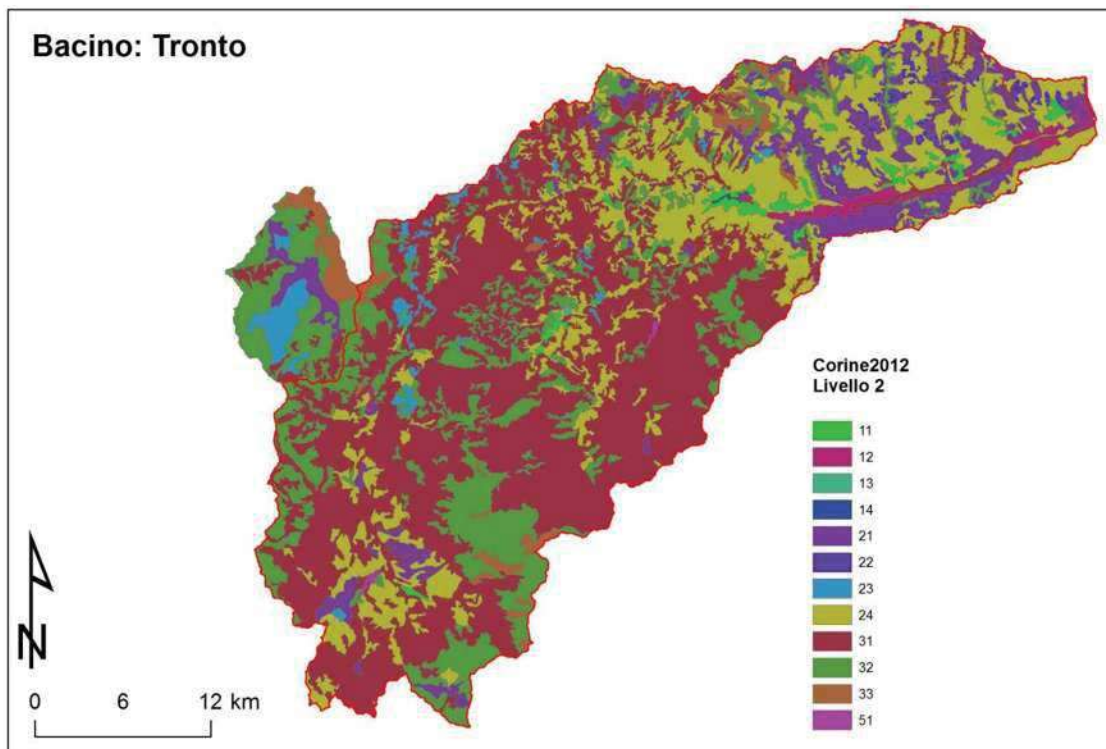


Fig.11 - Bacino del Tronto: carta dell'uso del suolo (Corine 2012)

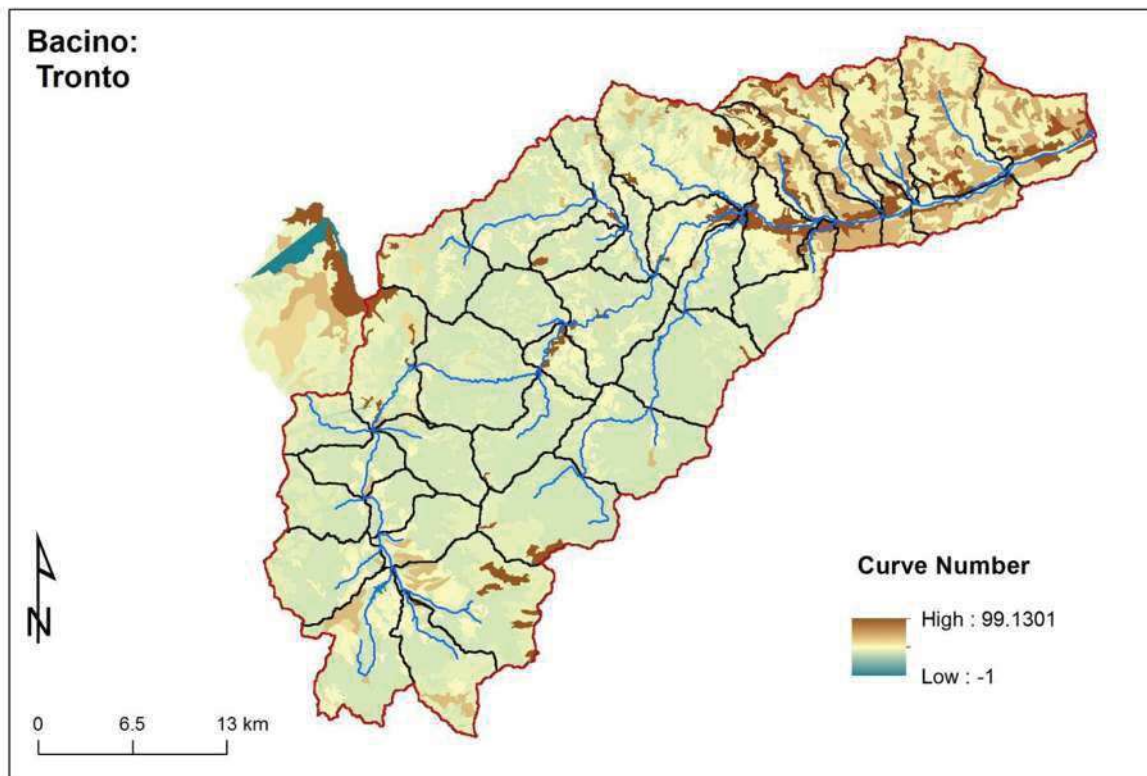


Fig.12 - Bacino del Tronto: carta del Curve Number

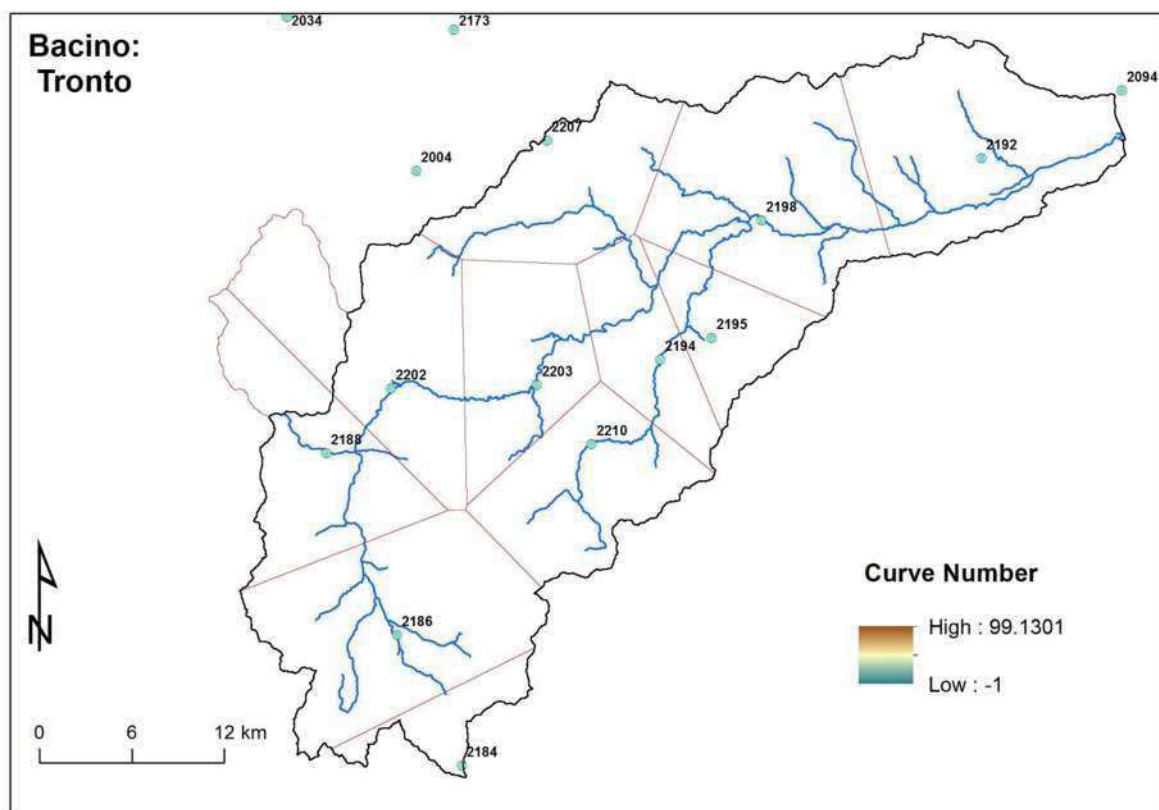


Fig.13 - Distribuzione dei pluviometri nel bacino del Tronto e relativi poligoni di Thiessen



## La simulazione idrologica in Hec-Hms

La modellazione idrologica del bacino del Tronto ha mostrato diverse criticità.

In primo luogo la presenza dell'invaso artificiale di Campotosto nella porzione montana del bacino ha reso molto difficile la calibrazione delle portate nel primo tratto del fiume; se da un lato infatti è stato possibile ottenere una buona calibrazione all'idrometro di Brecciarolo durante l'evento del 2013, tali valori sono risultati di molto inferiori se confrontati con quelli valutati in occasione della piena del 1992.

Con riferimento all'evento del 2013, l'idrogramma simulato approssima in modo soddisfacente l'evento reale, almeno come ordine di grandezza delle portate (Fig.16).

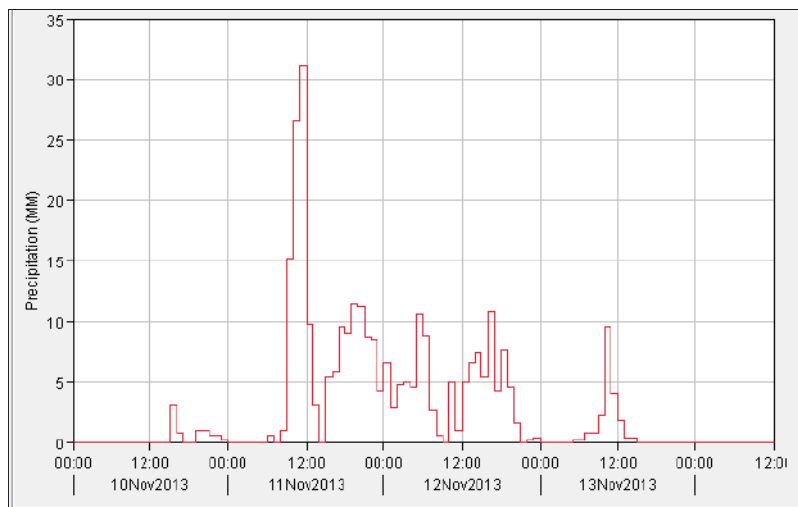


Fig.14 - L'evento pluviometrico di novembre 2013 (stazione di Ascoli Piceno)

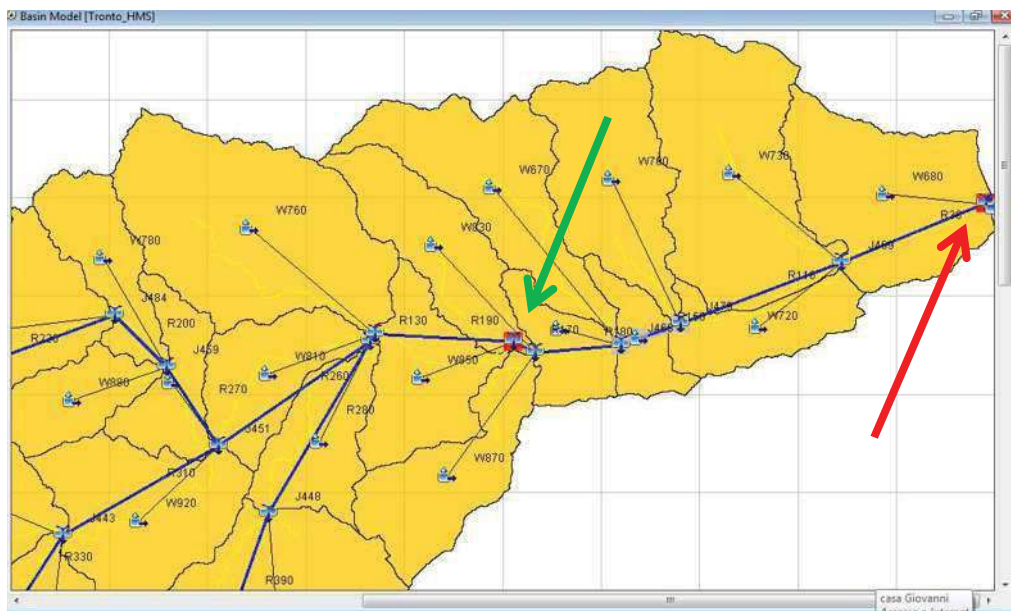


Fig.15 – Posizione degli idrometri all'interno del sottobacino del Tronto; in verde l'idrometro di "Brecciarolo", in rosso quello di "Briglia Volpi".

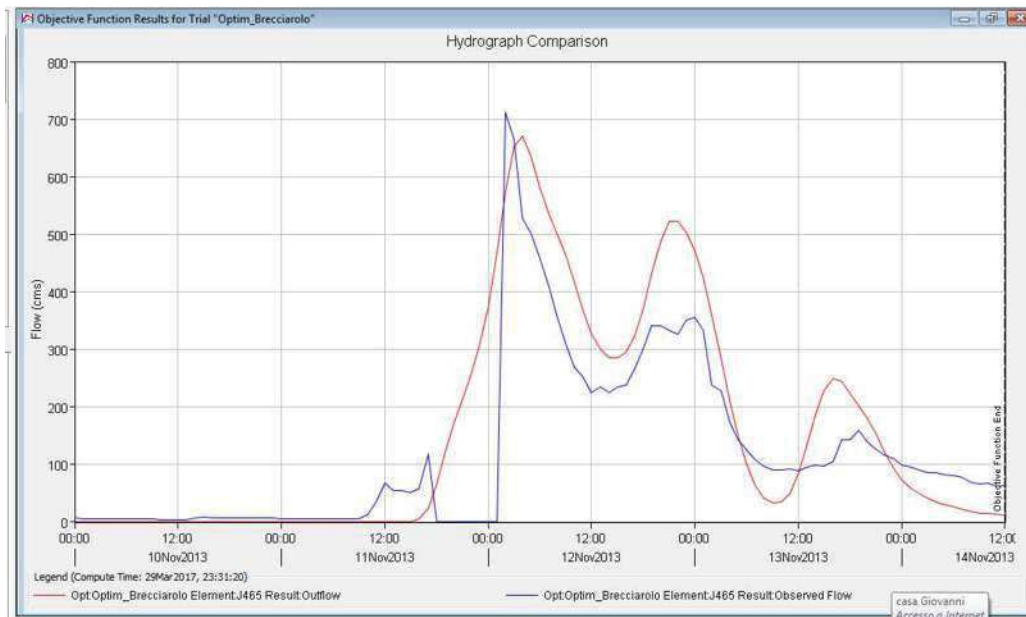


Fig.16 – Confronto fra portate reali (in azzurro) e simulate (in rosso) all'idrometro di Brecciarolo

Una volta calibrati, i valori del CN sono stati poi inseriti in un nuovo modello per la simulazione dell'evento con tempo di ritorno di 200 anni. Utilizzando come detto il metodo dei poligoni di Thiessen per la distribuzione dei valori a scala di bacino, ad ogni pluviometro è stato associato lo ietogramma di progetto triangolare (Fig.17), distribuito su una durata ipotetica di 6h; tale durata si avvicina maggiormente al tempo di corrivazione medio calcolato per i singoli sottobacini.

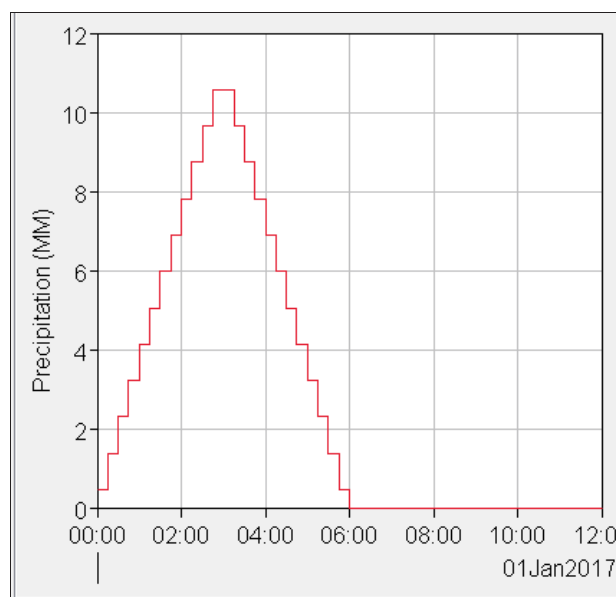


Fig.17 – Ietogramma di progetto (triangolare - 6h) calcolato per il pluviometro di Ascoli Piceno

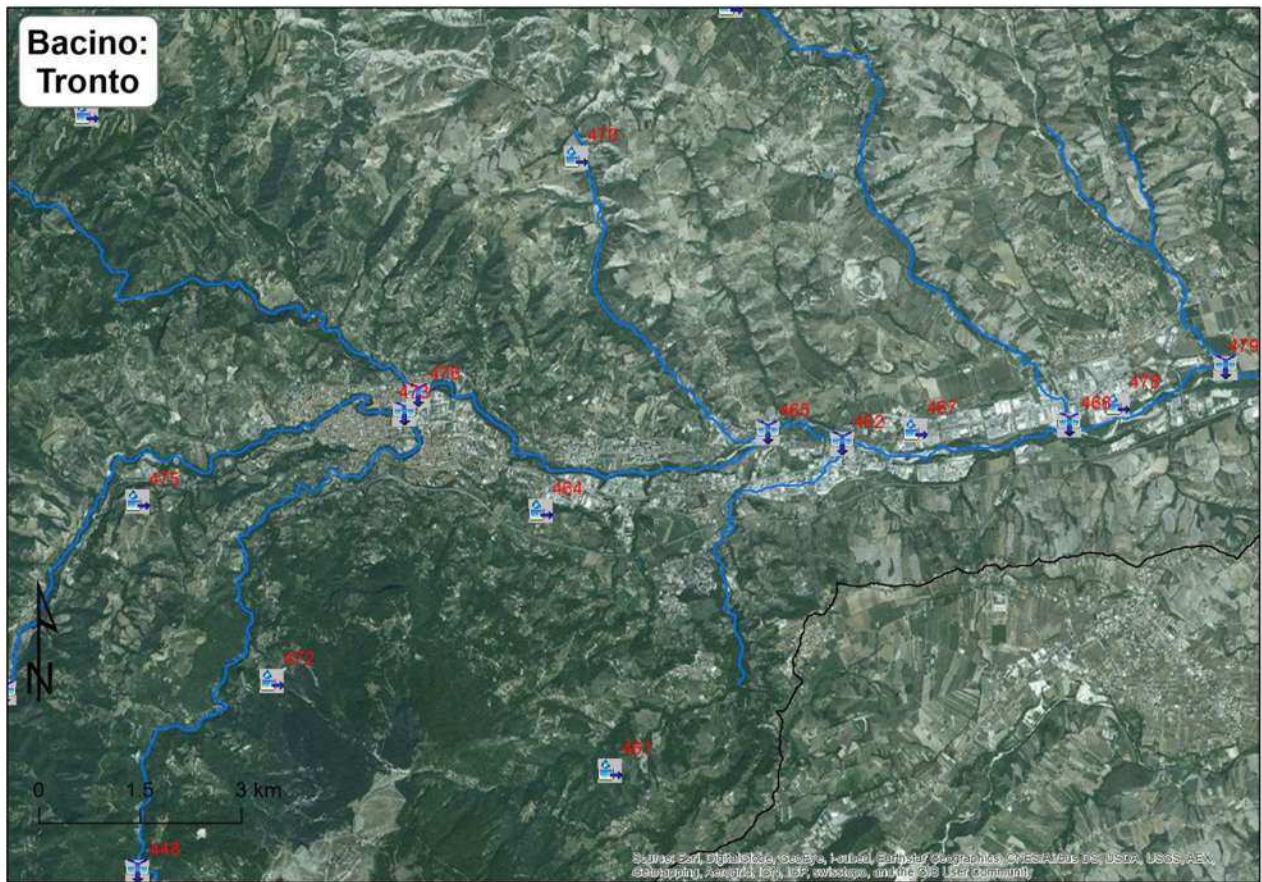


Fig.18 – Particolare dei punti dove sono state calcolate le portate di progetto

Ed in particolare:

- 1) Inizio del tratto analizzato – Quartiere di Porta Romana, via Trevi (sez.148)
- 2) Confluenza con il Castellano – Ponte di Porta Maggiore (sez.94)
- 3) Confluenza con il torrente Chiaro – Ponte di Santa Chiara (sez.88)



## **RISULTATI MODELLAZIONE IDRAULICA**

La progettazione ha avuto un approccio conservativo ovvero indirizzato alla comprensione dello stato di fatto ed alla conoscenza delle dinamiche idrogeomorfologiche e idrauliche presenti in alveo e sulle sponde del fiume Tronto. La verifica idraulica ha costituito un fondamentale step di conoscenza al fine di ottenere il rispetto delle caratteristiche naturali del corso d'acqua, dei fenomeni connessi alla naturale dinamica evolutiva dell'alveo e degli equilibri naturali dell'ecosistema fluviale. I dati ottenuti infatti sono stati necessari per la progettazione ed usati come punto di partenza per la definizione delle quote del tracciato al fine di rendere conforme il progetto con le norme di settore.

Il tentativo è quello del mantenimento dell'assetto morfologico dell'alveo, risultato di un equilibrio dinamico, attraverso l'individuazione delle forme fluviali attive e nell'ottica di garantire condizioni di compatibilità tra processi evolutivi, naturali e antropici e un adeguato livello di sicurezza.

L'intervento può essere interpretato come una rara occasione per attuare azioni volte al ripristino, alla riqualificazione ed alla tutela delle caratteristiche naturali e ambientali dell'ambito fluviale, al fine della restituzione alla cittadinanza di questa particolare porzione di territorio comunale.

Pertanto questa fase è stata utilizzata per definire l'assetto di progetto dell'alveo fluviale e delle sue sponde dal punto di vista delle caratteristiche geomorfologiche e del regime idraulico.

Il tratto critico rilevato dall'analisi è quello in corrispondenza di via Asiago, fino al ponte di Sant'Antonio. Sebbene quel tratto risulti allagabile per un tempo di ritorno di 200 anni ed il progetto preveda la realizzazione di una pista pedonale, non saranno realizzati interventi che possano in alcun modo interferire con gli equilibri delle dinamiche fluviali o variare le sezioni idrauliche.

I risultati ottenuti, l'individuazione dei punti critici, le perimetrazioni delle aree allagabili e le tracce delle sezioni verificate, sono riportati in forma grafica e tabellare nella planimetria allegata al progetto.

Planimetria Allegata

2.b.1 - Risultati della Verifica Idraulica

Ascoli Piceno 26.06.2017

Amministrazione Comunale di Ascoli Piceno

Dott.ssa Geol Francesca Acciaccaferri

Università degli Studi di Camerino

Scuola di Scienze e Tecnologie

Sezione Geologia

Dott. Marco Materazzi

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Materazzi', written in a cursive style.