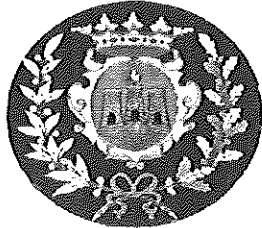


Comune di **GUARDIA SANFRAMONDI**



Via Municipio, 1 C.A.P. 82034 PROVINCIA DI BENEVENTO

Tel. 0824 817444 – Fax 0824 817400

e-mail: protocolloguardiasanframondi@pec.cstsannio.it,

guardia@pec.cstsannio.it

sito web: <http://www.comuneguardiasanframondi.gov.it/>

PROGETTO: Lavori per la riduzione del **RISCHIO IDRAULICO - IDROGEOLOGICO - Miglioramento Ambientale - Forestale dell'Alveo Torrente Capuano - che interessa l'Abitato Zona via Arena - via S. Anna - Zona Sorgenza S. Antuono - Zona via Napoli - GUARDIA SANFRAMONDI (BN)**

FASE PROGETTUALE

Preliminare

Definitivo

Esecutivo

Allegato n° 11

Descrizione Allegato : Relazione Geologica

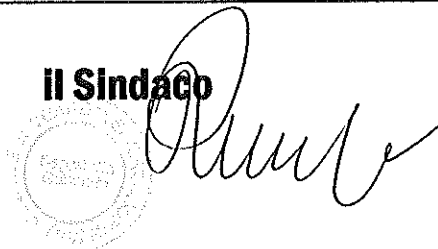
Scala disegno -

VISTI e Approvazioni

I Progettisti
Ufficio Tecnico Comunale



Il Sindaco



PREMESSA

Nel rispetto della normativa vigente, della legge n. 9 del 07/01/1983, su incarico conferito dall'Amministrazione comunale di Guardia Sanframondi (Bn), i sottoscritti geologi dott. Angelo Sebastianelli iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania al n. 1514 e la dott.ssa Angela Foschini iscritta all'Ordine dei Geologi della Regione Campania al n. 2649 hanno eseguito uno studio **geologico-tecnico preliminare** per il Progetto per i lavori di riduzione del rischio idraulico con miglioramento ambientale e forestale dell'alveo del Torrente Rio Capuano che interessa l'abitato del comune di Guardia Sanframondi e l'area strettamente a Nord e a Sud dello stesso fino alla località Pendove

Lo studio ha inteso relazionare sulle condizioni di stabilità delle aree attraversate dal Torrente Rio Capuano, centro abitato del comune e aree meridionali, dove sbocca "a giorno" e fornire un contributo, relativamente alle competenze geologico-tecniche, per una migliore e razionale realizzazione delle opere.

Tale studio geologico preliminare, risultava necessario in quanto il territorio del Comune di GUARDIA SANFRAMONDI è classificato con grado di sismicità ex S=12 con D.G.R. della Campania n° 5447 del 07.11.2002 ZONA 1 ad alto grado di sismicità e le aree interessate sono perimetrate come Rpa (area a rischio potenzialmente alto nella quale il livello di rischio può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggior dettaglio), aree perimetrate come R2 (aree a rischio medio nella quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche) e aree perimetrate come R3 (aree a rischio elevato nella quale per il livello di rischio presente sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle strutture socio economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale) nella Carta degli scenari di Rischio redatta dall'Autorità di

Bacino dei fiumi Liri-Volturno-Garigliano (L.n. 365 del 11.12.2000); inoltre tali aree in studio si sono rese instabili, creando anche danni, dopo gli eventi pluviometrici e alluvionali del mese di ottobre 2015.

Va da sé che la validità di tali ipotesi di studio, dovrà essere accuratamente controllata, e verificata, tramite indagini geognostiche e prove di laboratorio in fase di redazione del progetto esecutivo, considerando, oltre i dati raccolti in fase di progetto anche quelli ottenuti con misure ed osservazioni nel corso dei lavori, adattando eventualmente l'opera alle conoscenze dirette che si otterranno nella stessa fase esecutiva.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

La posizione paleogeografica del bacino dove si sono sedimentati i terreni in esame viene individuata (D'Argenio 1973) tra la piattaforma abruzzese-campana ad Est e la piattaforma campano-lucana ad Ovest.

In tale bacino, denominato "Bacino Lagonegrese", dal tempo della sua individuazione (Trias), fino alla sedimentazione delle arenarie quarzose (flysch Numidico) nel Miocene, si sono avute fasi tettoniche di tipo distensivo. Successivamente varie fasi tettoniche compressive (Langhiano-Tortoniano) hanno portato i sedimenti di tale bacino a sovrapporsi tettonicamente ai depositi di piattaforma abruzzese-campana. A queste fasi tettoniche è connessa la posizione strutturale delle formazioni studiate. Ulteriori fasi tettoniche compressive mioceniche e plioceniche hanno determinato le pieghe- faglie che si rinvengono nell'estremo settore settentrionale del territorio. Infine le neotettoniche quaternarie hanno causato la scomposizione delle formazioni affioranti secondo i principali allineamenti noti nell'Appennino e cioè NW-SE. Le faglie individuate e che interessano le strutture calcaree possono essere raggruppate in due sistemi:

1. a direzione appenninico NW-SE che comprendono le grandi faglie perimetrali dei massicci calcarei, e che nelle zone in esame mettono in contatto i calcari con le arenarie

2. a sistema antiappenninico SW-NE, trasversale alle prime, con faglie di minor rigetto e comunque con minore evidenza morfologica.
3. I sedimenti delle singole formazioni, tutti interessati da tali fasi tettoniche, presentano attualmente una giacitura caotica (olistoliti e marne), una stratificazione molto tormentata (arenarie), mentre le formazioni calcaree sono state ridotte in un complesso di blocchi limitati da grandi faglie e reticoli di faglie minori, ed internamente fratturati da cataclasi e diaclasi.

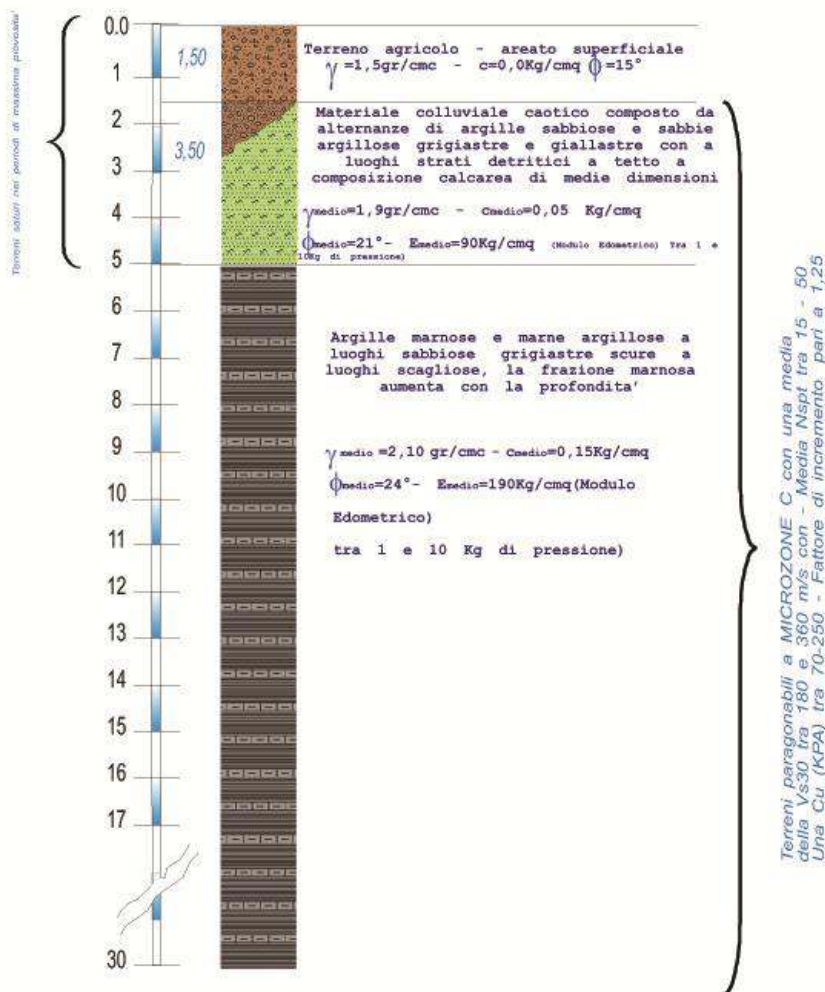
GEOLOGIA DELLE AREE

Il territorio di Guardia Sanframondi (BN), ben rappresentato nel foglio 173 della Carta Geologica d'Italia, si estende lungo il versante meridionale delle ultime propaggini del Massiccio del Matese, fino a raggiungere la valle del fiume Calore. Da un punto di vista morfologico il territorio interessa zone di medio e di basso versante; i lineamenti morfologici sono il risultato dei complessi eventi traslativi Mio-Pliocenici, e delle successive fasi tettoniche Plio-Pleistoceniche, intervallate da più cicli morfotettonici. Il comprensorio comunale risulta interessato da due formazioni principali in facies di flysch, riconducibili l'una agli elementi calcareo-marnosi e calcareo-detritici della Formazione del Flysch Rosso, in sovrascorrimento sulla seconda (Di Nocera, Torre, 1993), costituita da elementi a prevalente composizione arenacea-marnosa con olistoliti di varia natura e dimensione, ascritti alla formazione del Flysch Numidico (Formazione di Caiazzo; Tortoniano-Messiniano inf.), entrambi sottostanti al membro argilloso del Flysch Rosso. Gli interventi antropici che si sono susseguiti nel tempo e costituiti principalmente da terrazzamenti ed urbanizzazioni, hanno solo in parte modificato il naturale declivio. I terreni affioranti nell'area in studio appartengono alla formazione di Caiazzo i cui termini sono rappresentati da un'alternanza di calcareniti detritiche, marne calcaree detritiche ed argille verdastre passanti nella parte sommitale ad arenarie grigio giallastre, sottostanti ai terreni detritici costituiti da frammenti e blocchi eterometrici di rocce calcaree e marnose immersi in una

matrice di colore bruno rossastro. Sondaggi geognostici effettuati nelle aree circumvicine effettuati per lavori privati e pubblici hanno rilevato la presenza dei seguenti terreni nel volume significativo di interesse:

STRATIGRAFIA TIPO DEI TERRENI PRESENTI NELL'AREA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Conformazione stratigrafica tipo dei terreni interessati dall'attraversamento del torrente Rio Capuano



INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il centro urbano, di Guardia Sanframondi è insediato alla quota in titolo di 432 m.s.l.m.

E' costituito da un *Centro Storico* comprendente l'insediamento originario e le successive espansioni sino alla fine della II Guerra Mondiale, e da una *Parte Recente* che include le espansioni attuali; queste si sono principalmente sviluppate lungo la ex Statale 87 Napoli-Campobasso, lungo la Provinciale Cerreto Sannita Guardia Sanframondi ed a NW ed a NE del centro antico.

Il suo nucleo originale è arroccato in modo dominante su un grosso olistolite litoide di natura calcarea.

Gli ammassi rocciosi, duri e compatti, aventi carattere permanente e duraturo, stabili rispetto all'intorno arenaceo-marnoso-argilloso sovente in dissesto, richiamarono l'attenzione dell'uomo in tutti i tempi; furono, quindi, prescelti per l'ubicazione di edifici e preferiti nelle costruzioni difensive, per baluardi e castelli come si può osservare per la quasi totalità dei paesi del Sannio.

Le successive espansioni sono avvenute in modo concentrico, conservando il più possibile sia la posizione dominante che il difficile accesso da valle.

Il territorio comunale di Guardia Sanframondi è localizzato in destra idrografica della bassa valle del fiume Calore; la morfologia di questo tratto vallivo è caratterizzata da una netta distinzione tra le aree a Nord, dove affiorano sedimenti prevalentemente di natura calcarea e le zone più a valle, costituite da sedimenti calcareo-argillosi e arenaci in facies di flysh e alluvioni antiche e terrazze nella parte più bassa.

Il passaggio brusco tra queste due aree si verifica all'altezza topografica del centro abitato, dove un ampio ripiano morfologico, chiuso verso Sud da una ripida scarpata a guisa di scalino, separa una fascia di rilievi calcarei, con decorso appenninico e dalla morfologia aspra e tormentata in cui fanno spicco Coppola

Croce (720 m), Toppo Capomandro (746 m), Pietra Fellara (823 m), dai sottostanti terreni che degradano con pendii meno acclivi verso la valle del fiume Calore.

Tali terreni presentano la tipica morfologia collinare, a dorsali e speroni, prodotto di una evidente erosione differenziale che ha variamente modellato il paesaggio in relazione alla diversa natura e consistenza dei tipi litologici affioranti e dei grossi olistoliti presenti.

Si identificano così aree con forme aspre e versanti ripidi in corrispondenza delle maggiori incisioni e delle emergenze calcaree ed arenacee, bruschi mutamenti si hanno in presenza di terreni argillosi, ove la facile erosione di questi terreni ha determinato forme più dolci.

L'azione erosiva delle acque superficiali si esplica in modo nettamente differenziale ed assume un ruolo morfogenetico rilevante.

Le valutazioni legate ai problemi dell'urbanizzazione, hanno suggerito la scelta di quattro classi di pendenza, ove per % di pendenza si intende l'inclinazione in gradi del versante, che stanno a rappresentare le situazioni medie più diffuse e le nostre quattro aree studiate rientrano in queste classi:

1. Area che per i terreni rappresentati (calcareo e calcareo-marnosi) hanno pendenze che vanno dai 35°-90° (facciata di versante) ai 20°-35°(zone di pianori montani e di versante);
2. Area urbanizzata sub-pianeggiante con valori di pendenze che vanno dai 0°-15°;
3. Area fondata su grossi olistoliti le cui pendici in alcune zone offrono pareti quasi verticali, quindi a formare scalini di scarpate le cui pendenze vanno dai 50°-90°;
4. Area incisa da fossi e valloni, a Sud del centro storico con pendenze che oscillano tra i 30° ed i 40°;

L'area in studio si colloca a circa 330 m.s.l.m., si presenta con una morfologia a scalini, con salti di pendenza anche notevoli; laddove sono presenti canali di scolo e valloni c'è una erosione areale molto spinta con anche collassi delle aree spondali dove questi solcano terreni sciolti di natura sabbioso-argillosa.

Questa area, a Sud del perimetro urbano, è costituita dai terreni sciolti della formazione di Caiazzo, in alcuni casi in situazione caotica e tormentata. Questa è l'area della frana, di tipo rotazionale, denominata di San Francesco sulla quale, nei primi anni novanta, sono stati eseguiti parziali lavori di consolidamento.

Quest'area raccoglie tutte le acque di scolo e superficiali del territorio a monte, provocando, in conseguenza di eventi meteorici copiosi, ruscellamenti superficiali in forma erosiva, dando luogo a piccoli collassi superficiali.

Il rilevamento geomorfologico dell'area ha evidenziato la presenza di movimenti di tipo frana rotazionale quiescente superficiali e le aree spondali del Ratello risultano interessate da fenomeni erosivi nei periodi di massima piovosità con collassi delle stesse poiché l'asta torrentizia raccoglie e drena gran parte delle acque che provengono da nord del territorio di Guardia Sanframondi; la stessa asta presenta anche tratti interrati ed occlusi da materiale di riporto e risulta facendo esondare così le acque nei periodi di massima piovosità.

INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

La rete idrografica assolkante il territorio di Guardia Sanframondi è rappresentata dagli affluenti in sinistra del fiume Calore (fossi, valloni e torrenti). Questa rete drena essenzialmente le precipitazioni che avvengono nei rispettivi bacini in quanto sono assenti o celate emergenze idriche di notevole importanza.

L'afflusso meteorologico sui bacini è, in prima approssimazione, funzione dell'altitudine ed il modello matematico elaborato in questi termini sulle precipitazioni medio annue e mensili rilevate dal Servizio Idrografico alle stazioni pluviometriche del Matese .

Dal punto di vista idrografico questa rete, nel complesso ben gerarchizzata, evidenzia un pattern sub-parallelo e drena essenzialmente le precipitazioni che avvengono nei rispettivi bacini in quanto sono assenti o celate emergenze di qualunque importanza. L'afflusso meteorologico sui bacini è in prima approssimazione, funzione dell'altitudine ed il suo modello matematico elaborato in questi termini sulle precipitazioni medio – annue, rilevate dal Servizio tecnico di supporto “Centro Agrometeorologico Regionale (CAR) ” istituito dalla Regione Campania con la L.R. 7/85, può essere espresso dalla seguente relazione:

$$\text{Precipitazioni annue (mm)} = 1.14 * \text{m/slm} + 841$$

Per lo studio delle condizioni pluviometriche dell'abitato di Guardia Sanframondi, infatti, sono stati considerati i dati registrati nelle due stazioni pluviometriche in esso presenti, rispettivamente alla quota 173 m/slm e 83 m/slm, per il periodo 2002-2012 riportati in Allegato I.

Sulla base di questi dati sono stati ricavati i valori medi delle precipitazioni mensili, stagionali e annuali nonché la densità pluviometrica mensile stagionale (cfr. Tabella 1 e 2.)

STAZIONE DI GUARDIA SANFRAMONDI														
Media Decennale delle Precipitazioni														
		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Tot anno
Decenni o 2002- 2012	mm Totali	112.2	64	123.8	85	76.7	51	43.2	28.1	88.5	105.6	151.9	152.1	1080.1
	Giorni	12.1	10.1	10.5	13.4	9.8	6.8	4.7	4.7	10.2	11.3	15.2	17.2	120
	mm/Giorni	8.0	5.5	10.7	6	8.4	7.4	7.8	3.5	8.5	9.1	10.5	8.8	94.8

Tab.1 – Elaborazione dei dati pluviometrici riportati nell’Allegato I. Media decennale delle Precipitazioni nel decennio 2002 – 2012 che interessano l’abitato di Guardia Sanframondi.

Osservando la Tabella 1 di cui sopra si evince che o valori massimi di precipitazione si registrano nel mese di Novembre e Dicembre con valori medi intorno ai 150 mm, mentre i minimi si hanno nel mese di Agosto con meno di 30 mm di pioggia. Nella stessa tabella, inoltre è possibile notare che il massimo dei giorni piovosi si ha nel mese di Dicembre con circa 20 giorni di pioggia, mentre il minimo si registra nei mesi di Luglio e Agosto con ~ 5 giorni piovosi.

Sulla base di questi dati, per meglio visualizzare l’andamento delle precipitazioni e dei giorni di pioggia mensili, è stato costruito un grafico avente in ascissa i mesi, in ordinata sinistra le precipitazioni (istogramma) e in ordinata destra i giorni piovosi (curva).



Volendo invece ragionare in termini di media stagionale i dati raccolti, riportati in Allegato I e sintetizzati in Tabella 2, sono stati analizzati considerando *Invernali* i mesi di Dicembre, Gennaio e Febbraio, *Primaverili* i mesi di Marzo, Aprile e Maggio, *Estivi* quelli di Giugno, Luglio e Agosto ed infine *Autunnali* quelli di Settembre, Ottobre e Novembre. Così facendo è stata ottenuta la sottostante tabella dalla cui lettura si evince che la stagione più piovosa è l'Autunno con il 114.7 mm di pioggia e quella meno piovosa è l'Estate con soli 40.8 mm di pioggia.

Media Stagionale delle Precipitazioni					
	INVERNO	PRIMAVERA	ESTATE	AUTUNNO	TOT ANNO
mm Totali	109.4	95.2	40.8	114.7	360.1
Giorni	13.1	11.2	5.4	12.2	41.9
mm/Giorni	7.6	8.4	6.2	9.4	31.6

Tab.2 – Elaborazione dei dati pluviometrici riportati nell'Allegato I. Media decennale delle Precipitazioni nel decennio 2002 – 2012 che interessano l'abitato di Guardia Sanframondi.

In conclusione, riferendoci al modello matematico precedentemente mansionato si può dedurre che il Valore Medio - Annuo della Pluviometria a Guardia

Sanframondi (quota in titolo 420 m) risulta essere intorno a 1320 mm di pioggia in ~ 120 giornate; valore che non si discosta poco dal reale come finora dimostrato.

Considerata, poi, la permeabilità secondaria della formazione Carbonatica fratturata e fessurata, il valore delle infiltrazioni è alquanto elevato; esso, poi è molto basso nell'ambito delle formazioni terrigene Mioceniche e nel complesso delle Argille marnose; pertanto si verifica che la rete idrografica drena le sole precipitazioni intense e continue.

Infatti, alla stazione di misura di Solopaca, il Servizio Idrografico ha determinato, per il bacino del fiume Calore sotteso, un coefficiente di deflusso annuo di 0,33; mentre quello mensile presenta un andamento concorde con quello della pluviometria mensile.

Ancora, stante lo stadio piuttosto giovanile della suddetta rete ed un deflusso idrico legato ad eventi pluviali intensi e continui, la quantità del trasporto solido è elevata in concomitanza di essi; sono, quindi, esaltate le azioni di dilavamento e di erosione areale dei sedimenti, specie a preminenza di "fine", e la rete idrografica è impostata in incisioni incanalate progressive regolate dalle successive soglie di sbocco. In genere, nelle piccole conche vallive ed all'uscita delle valli, è stato osservato un deposito a granulometria preminentemente "fine" con qualche elemento o interdigitazioni di "medio-grosso".

Il deflusso idrico nell'ambito dei terreni assolcati é, quindi, sempre scarso, salvo l'instaurarsi di un regime torrentizio in occasione di fenomeni pluviali intensi e continui che hanno generato e generano le incisioni incanalate progressive.

Nel complesso i reticoli idrografici presentano una densità media-bassa con aree dove è addirittura fantasma, una forma parallelo-pinnata per la predominanza di una pendenza topografica ed accenni di forma dendritica nell'ambito degli

affioramenti terrigene Mioceniche e del complesso delle argille ad acclività poco accentuata.

Di norma, il controllo dell'erosione dei reticoli idrografici è regolato dalle successive soglie di sbocco; è, invece, regolato dalla "testa " nei pochi casi in cui l'abbrivio avviene nei sedimenti Carbonatici.

Infine, le aste del reticolo sono da ritenersi sempre drenanti, salvo i casi in cui esse percorrono i sedimenti Carbonatici (alcuni tratti a monte del Torrente Seneta, Rio Capuano e Ratello), laddove sono da considerarsi perdenti.

I terreni presenti nelle aree di studio offrono una permeabilità per porosità nei terreni a granulometria sabbioso-argillosa; una permeabilità per fratturazione nei terreni lapidei e mista nei detriti e nei terreni marnosi.

L'area in oggetto ricade nel bacino imbrifero del Torrente Torrente Ratello-Capuano, affluente in sx del fiume Volturno, con estensione di kmq 10,70.

La fratturazione degli strati rigidi da luogo a dei livelli acquiferi, in genere di scarsa importanza che possono dare origine a piccole manifestazioni sorgentizie sparse, come quelle presenti nella parte mediana del centro abitato, a carattere "pulsante" a soglia sovrimposta:

- Fontana del Molino di Guardia 0,65 l/s
- Fontanelle 0,58 l/s

SISMICITA' DEL TERRITORIO

Il territorio del comune di Guardia Sanframondi con Delibera di Giunta della Regione Campania n° 5447 del 07.11.2002 è stata classificata a rischio sismico di prima categoria S=12 con un coefficiente di Intensità Sismica pari a 0,1.

Esso è stato interessato durante gli anni da gravi ed intensi terremoti, come quelli del 1158, del 1456, del 1702, del 1732, 1805, 1885, 1897 e poi quelli contemporanei del 1909, del 1930, 1962 e 1980.

Tutti questi eventi sismici disastrosi, hanno avuto epicentro nel complesso dei

Monti del Matese, alle cui propaggini più orientali è dislocato il comune di Guardia Sanframondi, e gli stessi sono distribuiti grosso modo in fasce parallele alle principali direttrici tettoniche dell'Appennino Meridionale e ricalcano le zone più intensamente disturbate dai fenomeni tettonici connessi con l'orogenesi appenninica e nello stesso tempo quelle che separano in termini di evoluzione paleogeografica più antica, aree a diverso comportamento; quindi il territorio comunale presenta in generale un rischio sismico elevato proprio perché si trova ai margini di un rilievo calcareo, lungo grandi faglie che amplificano notevolmente lo scuotimento determinato dai terremoti, per cui, a parità di energia che proviene dall'ipocentro, in queste zone di frattura le sollecitazioni, che devono sopportare le strutture, sono molto gravose.

Il terreno durante un evento sismico è soggetto ad una forza orizzontale determinata da:

$$F_t = K_t \times m$$

dove

F_t = forza sismica orizzontale

K_t = accelerazione cui è sottoposto il terreno in presenza di evento sismico

m = massa del terreno

Risulta alquanto difficoltosa la quantificazione dell'accelerazione locale K_t , funzione di K_b (*accelerazione di base*) e K_l (*fattore di amplificazione locale*), ma d'altra parte estremamente utile ai fini ingegneristici.

L'accelerazione K_b dipende dalla distanza della posizione considerata dall'ipocentro di un possibile terremoto e dalla situazione geologica e strutturale di base (lineamenti paleo e/o neotettonici, rilievi conformati a dorsali e a terrazzi, conoidi attivi, scarpate rocciose sepolte, strutture e lineamenti morfologici e/o tettonici sepolti); terreni a rigidità R' inferiore a quella del litotipo di riferimento e la presenza di falde idriche episuperficiali, sono elementi che inducono ad un incremento *dell'Intensità sismica locale*.

La zona del Comune di Guardia Sanframondi è stata dichiarata zona sismica di categoria S=12, a cui corrisponde un coefficiente d'intensità sismica $C=0.10$ (D.M. 07/03/1981 modificato con delibera n° 5447 del 07/011/2002 dalla Giunta Regionale della Campania – AGGIORNAMENTO DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI COMUNI DELLA CAMPANIA).

Tenendo conto delle attuali conoscenze sulla sismogenesi dell'Appennino meridionale, tale accelerazione di base $K_b=C$, appare sufficientemente rappresentativa del rischio sismico presente nel comprensorio comunale, ma certamente non tiene conto del fattore di amplificazione locale.

Comunque, durante un evento sismico la risposta locale del terreno può essere rappresentata da un coefficiente K_l il quale, secondo i nuovi criteri di zonazione sismica dipende in gran parte:

- dalle caratteristiche geotecniche dei terreni;
- dall'altezza della falda freatica;
- dalle incidenze tettoniche e morfologiche del sito.

Le caratteristiche geotecniche ed idrologiche dei terreni permettono di assegnare al coefficiente di risposta meccanica ed idrologica del terreno (*Broili 1979*) un valore pari a:

$$C1 = 1.0$$

Inoltre, le considerazioni morfologiche e strutturali precedentemente fatte consentono di attribuire al coefficiente di risposta morfotettonica ($C2$), un valore pari a:

$$C2 = 1.2$$

Da ciò si può ricavare il coefficiente K_l (fattore di amplificazione locale) attraverso il prodotto dei due coefficienti individuati:

$$K_l = C1 * C2 = 1.2$$

Il coefficiente K_1 consente di sostituire in modo più preciso ed efficace il coefficiente di fondazione “ ϵ ” previsto dalla normativa vigente, valutando le varie incidenze geologiche e geotecniche sfavorevoli in caso di evento sismico.

Quindi in base alle considerazioni idrogeologiche, morfologiche e tettoniche fin qui fatte, si ritiene che il *coefficiente di fondazione* $\epsilon = 1.2$ esprime e sintetizza al meglio il comportamento dinamico dei terreni di fondazione.

Riprendendo l’accelerazione di base ($K_b = 0.10$) e risolvendo in funzione dell’accelerazione locale K_t , si ottiene:

$$K_t = K_b \times K_1 = 0.10 \times 1.2 = 0.12 \text{ g(m/sec}^2\text{)}$$

Tale valore rappresenta il *coefficiente di intensità sismica* che tiene conto sia del grado d’intensità macrosismica previsto dalla normativa vigente, sia dell’amplificazione sismica locale generata, in occasione di crisi telluriche, dai fattori geodinamici peculiari del complesso terreno-struttura.

Pertanto, ai fini del calcolo di verifica sismica delle strutture in progetto, va usato, in sostituzione del *coefficiente sismico regionale* ($c = 0,10$) quello corretto sopra calcolato, ossia $c = 0,12$.

Non sono da prevedere eventuali fenomeni di liquefazione in quanto l’assortimento granulometrico del litotipo costituente l’area non è ascrivibile al fuso granulometrico individuato da SEED, IDRISS et Alii ed, inoltre, l’addensamento dei depositi ha raggiunto un grado tale da non generare, in caso di crisi sismica, la loro liquefazione.

Durante un evento sismico, la capacità portante del terreno diminuisce e Sano identifica tale decadimento con una diminuzione temporanea dell’angolo d’attrito interno del terreno secondo la relazione:

$$\phi_k = \phi - \arctang (K_t / \sqrt{2})$$

dove:

$$\phi_k = \text{angolo d’attrito interno corretto;}$$

$$\phi = \text{angolo d’attrito misurato}$$

K_t = accelerazione sismica locale

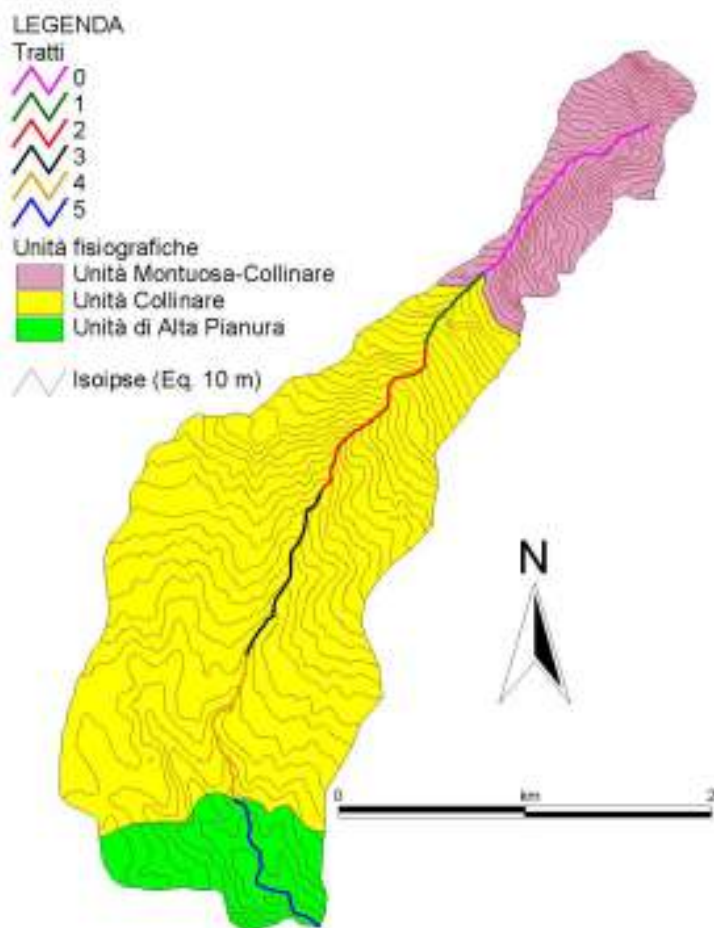
Pertanto l'angolo d'attrito si riduce passando da un valore medio di $24,00^\circ$ a quello di $19,14^\circ$.

ANALISI GEOAMBIENTALE PER LA VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DA ESONDAZIONE: IL TORRENTE RIO CAPUANO

Analisi del bacino Idrografico

Il bacino idrografico del Torrente Rio Capuano o Torrente Rio (come verrà indicato di seguito), in corrispondenza della sezione di chiusa posta presso la confluenza con il Torrente Ratello, ha un'estensione pari a 6 Km^2 . Ricade in massima parte nel Comune di Guardia Sanframondi e in piccola parte (2 Km^2) nel comune di Castelvenere. Seguendo la metodologia di RINALDI *et alii* (2011), il bacino è risultato suddivisibile in tre unità fisiografiche: Unità Montuosa, Unità Collinare, Unità di Alta Pianura, mentre l'alveo è risultato suddivisibile in cinque tratti.

La porzione settentrionale è delimitata dalla linea di spartiacque passante per Pietra Fellara (821 m s.l.m.) e Toppo Capomandro (702 m s.l.m.), quella occidentale invece, è delimitata dalle contrade Sant'Antuono, Tre Pietre e Santa Lucia mentre quella orientale dalla strada statale 88.



Rappresentazione schematica della suddivisione in tratti del T. Rio e in unità fisiografiche del relativo bacino

Distribuzione delle forme di erosione prodotte dal deflusso idrico superficiale

Tra i diversi aspetti geomorfologici, di particolare rilevanza per le finalità di questa Tesi risulta essere la distribuzione delle superfici soggette ad intensa *sheet e rill erosion*, nonché la distribuzione dei *gullies*: infatti, essendo tutte queste forme prodotte dall'erosione indotta dal ruscellamento superficiale, maggiore è la loro densità in una data classe di fattore geoambientale (pendenza, litologia, esposizione, uso del suolo), maggiore potrà essere considerata la propensione di quella classe al deflusso superficiale rispetto all'infiltrazione e, di conseguenza, maggiore potrà essere considerato il volume di acque di precipitazione meteorica che andrà ad alimentare in maniera più o meno rapida e diretta il sottostante corso d'acqua: tutto ciò, ovviamente, ha delle chiare ripercussioni nel quadro di un'analisi geo- ambientale finalizzata alla valutazione del rischio piena.

Sulla base di quanto detto, interpretando i dati elaborati in GIS, l'area che delimita il bacino del Torrente Rio Capuano appare fortemente modellata dai processi di *sheet e rill erosion*. In essa sono state individuate, infatti, ben 157

superfici mostranti evidenze geomorfologiche di campo dei suddetti processi, aventi un'area compresa tra 284.921 m² e 6 m². Più precisamente le superfici di maggior estensione sono state rilevate nell'area dei versanti calcarei di Toppo Capomandro e Pietra Fellara; mentre nella restante parte del bacino, comprendente l'area pedemontana e parte di quella di fondovalle, in cui sono presenti forme relitte (lombi di *glacis* e terrazzi fluviali) e diffusi fenomeni franosi, le superfici soggette a *sheet e rill erosion* appaiono di minori dimensioni (area compresa tra 6 m² e 54.200 m²) ma molto più frequenti.

Infine, in riguardo alla distribuzione dei *gullies*, nell'area di interesse, i dati elaborati in GIS hanno evidenziato la presenza di 21 *gullies* aventi lunghezza compresa tra 68 m e 1300 m e un'orientazione prevalente da NE- SW a NNE-SSW; in alcuni casi essi appaiono orientati NS. Essi sono localizzati in modo prevalente nell'area pedemontana, ai bordi dei lembi relitti di *glacis* e dei corpi di frana.

Assetto litologico e rapporti con il deflusso superficiale

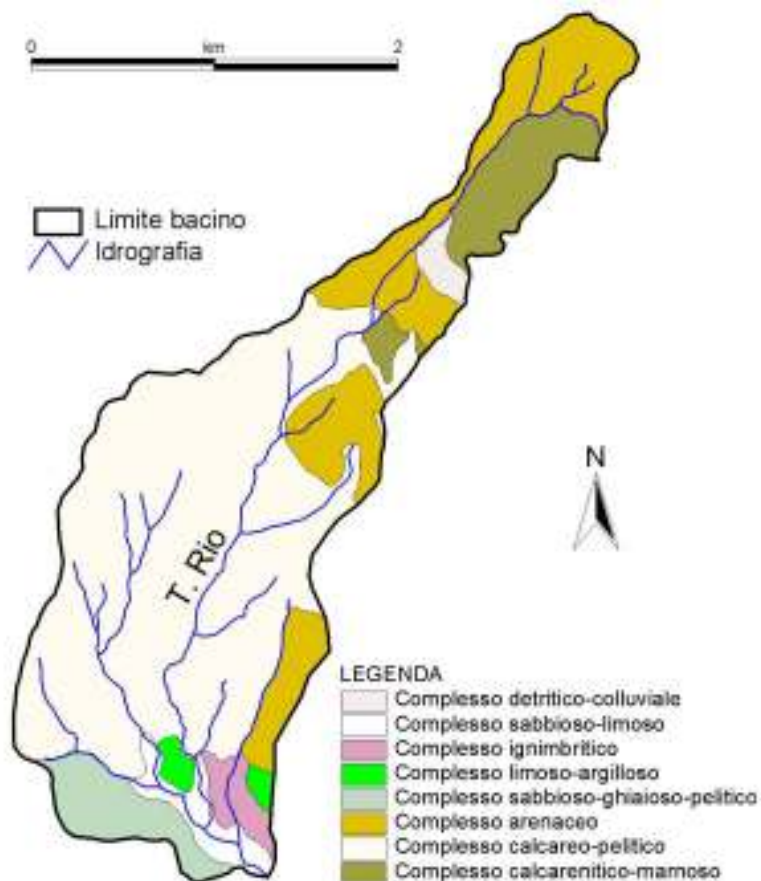
L'area che delimita il bacino del Torrente Rio Capuano, da un punto di vista litologico evidenzia una certa disomogeneità litologica (Fig. 116). In tale area, il substrato pre- quaternario è rappresentato dai depositi del *complesso calcarenitico-marnoso* tettonicamente sovrapposti a quelli dei *complessi calcareo-pelitico* ed *arenaceo*. Più precisamente il *complesso calcarenitico-marnoso* affiora nella porzione settentrionale del bacino, occupando una superficie di circa 0.44 Km^2 (paria al 7.5% della superficie totale del bacino); invece i *complessi calcareo-pelitico* ed *arenaceo* affiorano per gran parte dell'area del bacino occupando complessivamente una superficie di circa 4.7 Km^2 (pari al 79% dell'area totale).

Nel settore meridionale del bacino del Torrente Rio sono invece presenti terreni quaternari costituiti dalle alluvioni (recenti ed antiche) del Fiume Calore e dal deposito piroclastico dell'ignimbrite Campana. In particolare le alluvioni appartenenti al primo ciclo deposizionale del Fiume

Calore sono distinte in un *complesso sabbioso-ghiaioso-pelitico*, che affiorando per 0.32 Km^2 costituisce il substrato del 5,4% del bacino, e in un *complesso*

limoso argilloso, che affiora per 0.08 Km², pari all'1.3% dell'area totale; le alluvioni appartenenti al secondo ciclo deposizionale, invece, costituiscono il *complesso sabbioso-limoso* che affiora all'estremo limite meridionale del bacino, occupando un'area di 0.20 Km², pari al 3.3% della superficie totale. Infine, a completare il quadro litologico concorre il deposito piroclastico dell'Ignimbrite Campana affiorante al limite sud-orientale del bacino, ricoprendo un'area di 0.13 Km², pari al 2.2% del bacino stesso.

Carta Litologica del Bacino Rio



I valori dell'Indice di Deflusso Superficiale su base Geomorfologica (IDSg), calcolati per ciascun complesso litologico sono riportati nella seguente tabella

Complesso	Superficie occupata (km²)	Percentuale della superficie totale del bacino(%)	IDSg	Classe di IDSg (classi di Van Westen, 1993)
Complesso calcarenitico-marnoso	0,44	7.5	0,838	Alta - molto alta
Complesso calcareo-pelitico	3.50	59.1	-0,154	Moderata Bassa
Complesso arenaceo	1.18	20	0,102	Moderata Alta
Complesso sabbioso-ghiaioso-pelitico	0.32	5.4	-0,114	Moderata Bassa
Complesso limoso-argilloso	0.08	1.3	-0,181	Moderata Bassa
Complesso sabbioso-limoso	0.20	3.3	-0,923	Bassa - molto bassa
Complesso ignimbrítico	0.13	2.2	-0,725	Moderata Bassa
Complesso detritico - colluviale	0.08	1.4	-2,496	Bassa - molto bassa

Tabella riepilogativa della distribuzione dei complessi litologici nell'area di studio e dei relativi Indici di deflusso Superficiale su base Geomorfologica (IDSg)

I valori dell'IDSg evidenziano che, tra i vari complessi litologici, quello maggiormente propenso al deflusso superficiale è risultato essere il *complesso calcarenitico- marnoso* (IDSg 0.838).

Al contrario, il complesso meno propenso al deflusso superficiale, come rilevato dal basso valore dell'IDSg (IDSg =-0.114), è quello *sabbioso-ghiaioso-pelitico* di origine alluvionale.

Uso del Suolo e rapporti con il deflusso superficiale

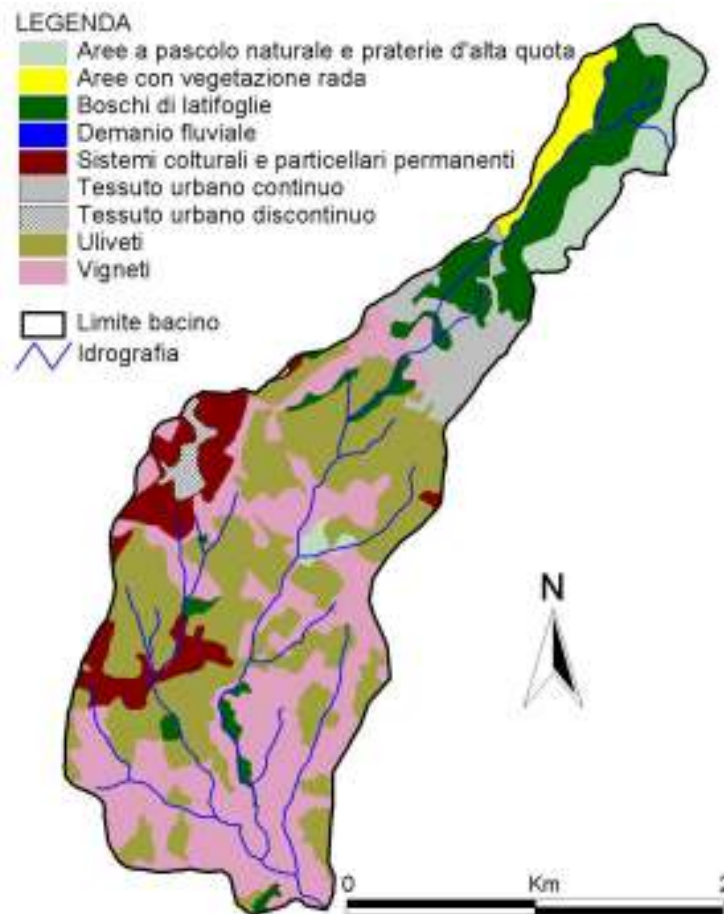
L'area che delimita il bacino del Torrente Rio Capuano, da un punto di vista dell'Uso del Suolo, appare caratterizzata dalle seguenti classi:

1. Aree a pascolo naturale e praterie d' alta quota
2. Aree con vegetazione rada
3. Boschi di latifoglie
4. Sistemi colturali e particellari permanenti
5. Tessuto urbano continuo
6. Tessuto urbano discontinuo
7. Uliveti
8. Vigneti

Le *Aree a pascolo* (che occupano il 6% dell'area del bacino), quelle con *Vegetazione rada* (2.5%) nonché le *Aree boschive* (11.5%), poste nella parte più settentrionale del bacino, sono localizzate lungo il versante acclive di Toppo Capomandro ed occupano rispettivamente un'area di 0.35 Km², 0.15 Km² e 0.08 Km²; il *Tessuto urbano continuo* (5.4%), posto alla base del suddetto

versante, si sviluppa per circa 0.32 Km² e coincide con l'insediamento di Guardia Sanframondi; infine, l'area che si sviluppa a sud dell'abitato ed occupante la restante porzione del bacino appare fortemente sfruttata per le pratiche agricole. Più precisamente, la maggior parte del bacino (34,3%) è occupata dalle aree destinate alla coltivazione di *Uliveti*, distribuite in modo omogeneo in questa parte del bacino, dove occupano un'area di circa 2.03 Km²; seguono poi le aree destinate alla coltivazione dei *Vigneti* (32.6% della superficie totale del bacino), che occupano un'area di circa 1.93 Km². Infine, le aree destinate ad altre colture coprono una superficie pari a 0.45 Km², corrispondente al 7.6% dell'area totale del bacino stesso.

Carta dell'Uso del Suolo del Bacino Rio



I valori dell'Indice di Deflusso Superficiale su base Geomorfologica (IDSg), riportati in Tab.3 hanno evidenziato che, tra le varie classi di uso del suolo, quella maggiormente propensa al deflusso superficiale è risultata essere, come prevedibile, il *Tessuto urbano continuo* (IDSg = 1.312); al contrario, la classe di uso del suolo che si è rivelata meno propensa al deflusso superficiale è rappresentata dalle Aree Boschive (IDSg = -1567), data la loro propensione a trattenere l'acqua piovana, favorendo l'infiltrazione rispetto al ruscellamento.

Tabella riepilogativa della distribuzione delle classi di uso del suolo nell'area di studio e dei relativi Indici di deflusso Superficiale su base Geomorfologica (IDSg)

Classi di uso del suolo	Superficie occupata (km²)	Percentuale della superficie totale del bacino(%)	IDSg	Classe di IDSg (classi di Van Westen, 1993)
Aree con vegetazione rada	0,15	2,5	0,914	Alta - molto alta
Demanio fluviale	0	0	–	–
Tessuto Urbano continuo	0,32	5,4	1,312	Alta - molto alta
Aree a pascolo naturale e praterie d'alta quota	0,35	6	1,111	Alta - molto alta
Boschi di latifoglie	0,68	11,5	-1,567	Bassa - molto bassa
Sistemi colturali e particellari permanenti	0,45	7,6	-0,108	Moderata Bassa
Tessuto Urbano discontinuo	0,07	1,2	-1,547	Bassa - molto bassa
Uliveti	2,03	34,3	-0,719	Moderata Bassa
Vigneti	1,93	32,6	-0,221	Moderata bassa

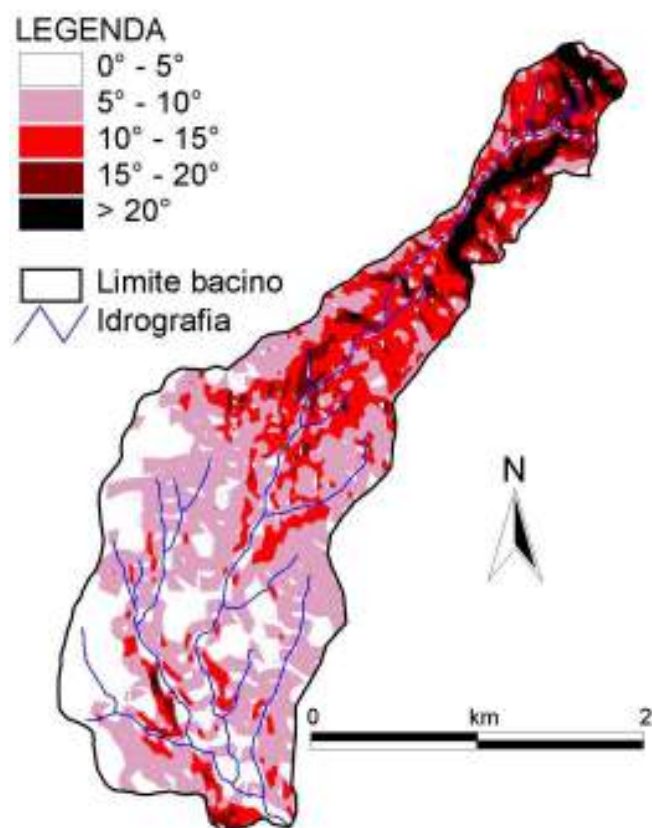
Pendenza e rapporto con il deflusso superficiale

Il range di pendenze che caratterizza il bacino del Torrente Rio è stato suddiviso in 5 classi di pendenza:

1. Classe 0° - 5°
2. Classe 5° - 10°
3. Classe 10° - 15°
4. Classe 15° - 20°
5. Classe $>20^{\circ}$

Di queste classi, quella che prevale è la classe 5° - 10° , che occupa un'area pari a 2.46 Km^2 (41.5% della superficie totale del bacino) al contrario quella meno rappresentata è la classe $>20^{\circ}$, che si rinviene su una superficie complessiva di circa 0.23 Km^2 , pari al 3.8% della superficie del bacino.

Carta delle pendenze del Bacino Rio



L'Indice di deflusso superficiale (IDSg) calcolato per queste classi, riportato in Tab.4, evidenzia un incremento progressivo dell'IDSg stesso con l'aumentare della pendenza, fatta eccezione per la classe $>20^\circ$, dove L'IDSg calcolato è risultato essere pari a -0.018. Questo dato apparentemente incoerente si spiega facilmente con la presenza di boschi sulle superfici più acclivi, che riducono il Deflusso Superficiale. Nel complesso, quindi, i dati risultano più che coerenti da un punto di vista geomorfologico, poiché è noto che all'aumentare della pendenza aumenta anche la velocità di deflusso e, con essa l'erosività delle acque di ruscellamento.

Tabella riepilogativa della distribuzione delle classi di pendenza nell'area di studio e dei relativi Indici di deflusso Superficiale su base Geomorfologica (IDSg)

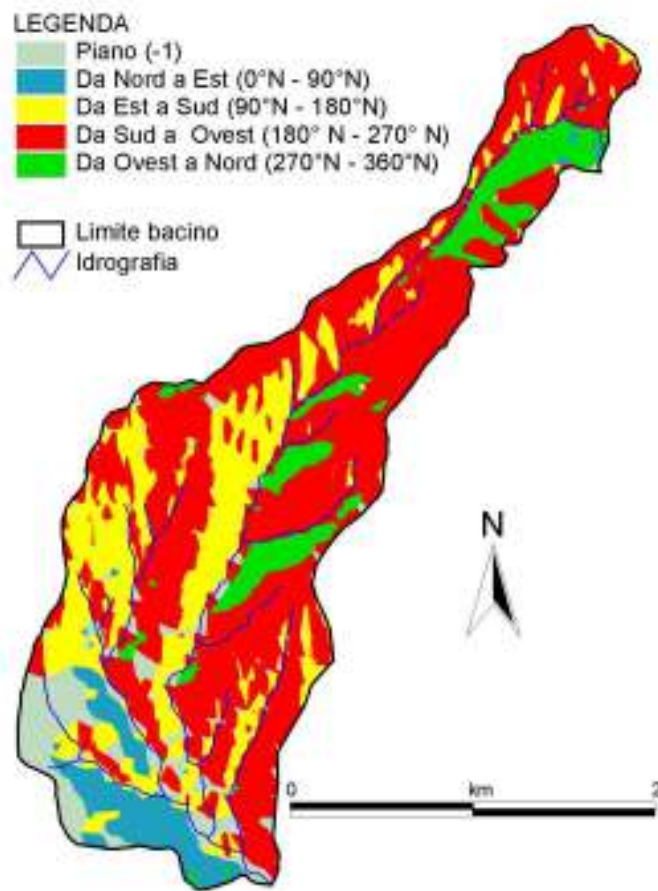
Classi di pendenza	Superficie occupata (km²)	Percentuale della superficie totale del bacino(%)	IDSg	Classe di IDSg (classi di Van Westen, 1993)
0°-5°	1,51	25,6	-0,465	Moderata bassa
5°-10°	2,46	41,5	0,120	Moderata alta
10°-15°	1,33	22,5	0,178	Moderata alta
15°-20°	0,39	6,6	0,184	Moderata alta
> 20°	0,23	3,8	-0,018	Moderata Bassa

Esposizione e rapporti con il deflusso superficiale

L'area del bacino del Torrente Rio, dal punto di vista delle esposizioni, è stata suddivisa in 5 classi(Fig.119):

1. Da Nord ad Est ($0^{\circ}\text{N}-90^{\circ}\text{N}$)
2. Da Est a Sud ($90^{\circ}\text{N}-180^{\circ}\text{N}$)
3. Da Sud a Ovest ($180^{\circ}\text{N}-270^{\circ}\text{N}$)
4. Da Ovest a Nord ($270^{\circ}\text{N}-360^{\circ}\text{N}$)
5. Piano (-1)

La distribuzione di tali classi, all'interno del bacino, appare non omogenea; si nota infatti una netta predominanza dei versanti esposti da Sud ad Ovest che occupano un'area complessiva di 3.16 Km^2 , pari al 53.3% dell'intera area di studio, rispetto a quelli esposti da Est a Sud occupanti un'area di 1.38 Km^2 (23.4% dell'area del bacino). Al contrario, vi è una frequenza confrontabile delle classi di esposizione "da Ovest a Nord" (8.9% dell'area di studio) e "Piano" (8.3%), occupanti, rispettivamente, un'area di 0.53 Km^2 e 0.49 Km^2 . Infine si nota una distribuzione minima dei versanti aventi esposizione da Nord a Est (6.1% dell'area di studio), occupanti un'area di circa 0.36 Km^2 .



Carta delle pendenze del Bacino Rio

I valori dell'Indice di deflusso superficiale (IDSg) calcolato per queste classi, riportato in Tab.5, hanno evidenziato che, tra le varie classi di esposizione, i versanti esposti da "Est a Sud" sono quelli più propensi al deflusso superficiale ($IDSg = 0.228$); al contrario, i versanti esposti da "Ovest a Nord" ($IDSg = 0.022$) nonché quelli "pianeggianti" ($IDSg = -$) risultano meno propensi al deflusso superficiale. L'IDSg attribuito alla classe di esposizione "Piano" appare perfettamente spiegabile, poiché su superfici pianeggianti l'acqua di precipitazione meteorica tende ad infiltrarsi piuttosto che a ruscellare ed è, pertanto, inibita qualsiasi fenomenologia erosiva legata al deflusso superficiale.

Classi di esposizione	Superficie occupata (km²)	Percentuale della superficie totale del bacino(%)	IDSg	Classe di IDSg (classi di Van Westen, 1993)
Da Nord a Est (0°N-90°N)	0,36	6,1	0,115	Moderata alta
Da Est a Sud (90°N - 180°N)	1,38	23,4	0,228	Moderata alta
Da Sud a Ovest (180°N - 270°N)	3,16	53,3	0,072	Moderata alta
Da Ovest a Nord (270°N - 360°N)	0,53	8,9	0,222	Moderata alta
Piano (-1)	0,49	8,3	–	–

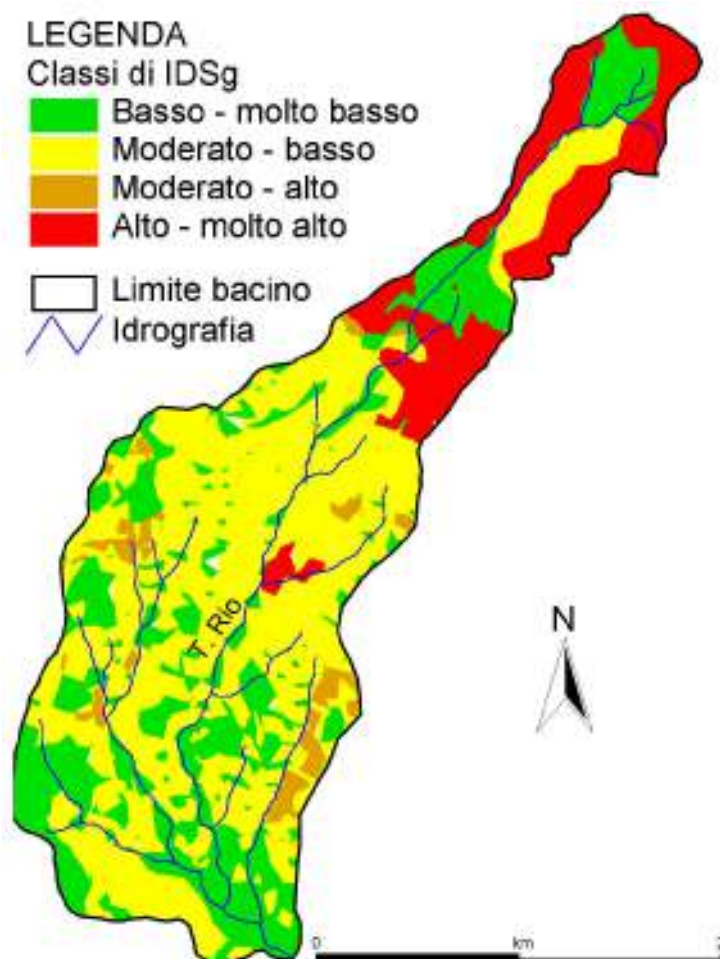
Tabella riepilogativa della distribuzione delle classi di esposizione nell'area di studio e dei relativi Indici di deflusso Superficiale su base Geomorfologica (IDSg)

Distribuzione dell'Indice di Deflusso Superficiale su base Geomorfologica (IDSg)

La propensione al deflusso idrico superficiale dell'area del bacino del Torrente Rio è stata espressa mediante un apposito indice (Indice di Deflusso Superficiale su base Geomorfologica, di seguito IDSg), calcolato seguendo la metodologia illustrata nel Capitolo 8 ("Materiali e Metodi"). Il *range* di valori di tale indice è stato suddiviso in quattro classi, secondo quanto suggerito da Van Westen (1993), ovvero:

1. Basso - molto basso ($IDSg < -0.75$)
2. Moderato - basso ($-0.75 < IDSg < 0.05$)
3. Moderato - alto ($0.05 < IDSg < 0.5$)
4. Alto - molto alto ($IDSg > 0.5$)

La distribuzione di tali classi, all'interno del bacino, appare non omogenea; si nota infatti una netta prevalenza delle superfici ricadenti nella classe di $IDSg$ "Moderata - bassa" che occupano un'area complessiva di 3.18 km^2 , pari al 53.7% dell'intera area del bacino (Tab.6), e, in subordine, di quelle con $IDSg$ "Basso - molto basso", occupanti un'area di 1.75 km^2 pari al 29.5% dell'area totale del bacino.



Carta dell' $IDSg$ del Bacino del T. Rio

Tale propensione bassa al deflusso, da un punto di vista litologico, appare in contrasto con la notevole impermeabilità dei depositi pelitico-marnosi che dominano nel complesso più diffuso nel bacino, ovvero quello calcareo-pelitico ; tuttavia, osservando la Carta delle pendenze e quella delle esposizioni, si osserva una frequenza relativamente alta di superfici pianeggianti e/o debolmente inclinate (pendenza compresa tra 0°-10°) che, come noto, sono soggette ad una infiltrazione prevalente sul ruscellamento. Tale prevalenza è ancora più marcata nel settore meridionale dell'area, dove le pendenze basse o nulle si accoppiano all'elevata permeabilità per porosità dei depositi alluvionali ivi affioranti. Quanto all'uso del suolo, nonostante l'elevato sfruttamento agricolo del settore centro- meridionale dell'area di studio, i valori dell'IDSG nelle classi "agricole" dell'uso del suolo si mantengono comunque al di sotto dell'unità, indicando che il deflusso idrico superficiale non è comunque favorito dalle tecniche agricole utilizzate.

Meno frequente, nel bacino del T. Rio è la classe "Alta – molto alta", concentrata nella porzione settentrionale del bacino ed occupante un'area 0.80 km² pari al 13.5% dell'area del bacino stesso. L'elevata propensione al deflusso in questa porzione di bacino, appare in contrasto con l'elevata permeabilità per fratturazione delle calcareniti qui presenti; essa è tuttavia spiegabile con la presenza di intercalazioni marnose poco permeabili nelle calcareniti, nonché con quella di suoli di origine piroclastica fortemente argillificati, che occludono le fessure presenti nelle calcareniti, impermeabilizzandone. Viceversa, era prevedibile una maggiore propensione al deflusso superficiale in corrispondenza del *Tessuto urbano continuo*, essendo questa un'area totalmente impermeabile e con una netta prevalenza di *impervious cover*.

Infine si nota una minima distribuzione della classe “Moderata - alta”, occupante un’area di circa 0.19 km², pari al 3.3% dell’area del bacino. Non si notano particolari correlazioni con la distribuzione della classi di fattori causali.

Classe di IDSg	Area occupata (Km²)	Percentuale della superficie totale del bacino (%)
Basso - molto basso (IDSg < -0,75)	1,75	29,5
Moderato - basso (-0,75 < IDSg < 0,05)	3,18	53,7
Moderato - alto (0,05 < IDSg < 0,5)	0,19	3,3
Alto - molto alto (IDSg > 0,5)	0,80	13,5

Tabella riepilogativa della distribuzione delle classi dell’ Indice di deflusso Superficiale su base Geomorfologica (IDSg) nel bacino del T. Rio

Caratteristiche morfologico-geometriche del Torrente Rio

Premessa

In questo paragrafo sono state riportate le informazioni ricavate dalle analisi effettuate in campo per la determinazione dei fattori morfologico-geometrici (andamento plano-altimetrico, caratteristiche delle sezioni trasversali, forme fluviali, granulometrie, ecc.) del Torrente Rio. Lo scopo dell'analisi è stato quello di individuare dei tratti fluviali che potessero essere ritenuti relativamente uniformi dal punto di vista morfologico e che, pertanto, rispondessero in maniera analoga ai fenomeni di piena. In particolare, è stata valutata l'interferenza dell'attività antropica sulla normale dinamica fluviale.

Tratto A-B zona Sorgente- Via Arena

Lunghezza 1420 metri Pendenza media di 16° Sezione variabile e ampia con salti naturali di varie altezze a secondo della pendenza- I cigli si presentano con ampie scarpate con pendenze in disseto sia a destra e sinistra, ed in alcuni tratti si presentano a parete verticali instabili. La vegetazione è molta intensa – E' composta da alberi di alto fusto infestati da rovi e altri piccoli arbusti che impediscono la vivibilità. In un tratto l'erosione ha creato una vera e proprio Canyon e in concomitanza degli ultimi eventi pluviometrici, l'instabilità del ponte su Via Arena.

Tratto B-C zona Via Arena-Ponte sulla S.P n. 11 Alla località Sorigenza

Lunghezza 470 metri Pendenza media di 15° Pendenza media 15°. Alveo parzialmente occluso dalla caduta di alberi e arbusti, argini in frana specialmente nell'attraversamento del tratto urbano. Instabilità degli argini di appoggio del ponte su Via Sorigenza, frana attiva sulla sponda in dx idrografica in concomitanza

del ponte, argini in erosione su cui insistono civili abitazioni ed infrastrutture pubbliche.

L'unità fisiografica ricade nella montuosa-collinare del bacino. Il tratto, a canale singolo, risulta avere un andamento lievemente sinuoso con morfologia di fondo caratterizzata da *step-pool* e con chiara tendenza all'approfondimento. È caratterizzato da un alveo attivo piuttosto ristretto (larghezza media di circa 2 metri) e una piana inondabile posta a circa $1 \div 1.5$ m dalla quota di fondo alveo. Questo significa che essa risulta essere inondata occasionalmente (in seguito ad eventi di piena), anche più volte in un anno, seppure in genere si assume che questo accada in media una volta ogni 1-3 anni. Le sponde, alte appena $1 \div 1.5$ m, sono verticali e sede di fenomeni di instabilità. Si può osservare la fitta presenza di numerose specie arboree ad alto fusto, la cui età può essere stimata intorno ai 15-20 anni.

Sulla base di tutte queste osservazioni l'alveo presenta un IQM (Indice di Qualità Morfologica; RINALDI *et alii* 2011) pari a 0.46, quindi collocabile in una classe di qualità morfologica SCADENTE.

Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
<i>F1</i>	<i>A</i>	<i>A1</i>	/	<i>V1</i>	/
<i>F2</i>	<i>A</i>	<i>A2</i>	<i>B2</i>	<i>V2</i>	/
<i>F4</i>	/	<i>A3</i>	/	<i>V3</i>	/
<i>F5</i>	<i>A</i>	<i>A4</i>	<i>C (+12)</i>	Indici e classe	
<i>F7</i>	/	<i>A5</i>	<i>B</i>	<i>Stot</i>	47
<i>F8</i>	/	<i>A6</i>	<i>C (+12)</i>	<i>Smax</i>	87
<i>F9</i>	<i>B</i>	<i>A7</i>	<i>A</i>	<i>IAM</i>	0,54
<i>F10</i>	<i>A</i>	<i>A8</i>	<i>A</i>	<i>IQM</i>	0,46
<i>F11</i>	<i>C</i>	<i>A9</i>	<i>A</i>	<i>Classe</i>	Scadente
<i>F12</i>	<i>B</i>	<i>A10</i>	<i>B</i>		
<i>F13</i>	<i>A</i>	<i>A11</i>	<i>B</i>		
		<i>A12</i>	<i>B</i>		

Torrente Rio Capuano:

Vista del tratto 1 studiato; nella foto sono indicate le opere trasversali e longitudinali; la pianura inondabile (*p.i.*); il punto in cui è stato misurato il livello di alveo pieno (*l.a.p.*); e la morfologia di fondo a *step-pool*.







Tratto C-D tratto S.P n. 11 Alla località Pentove

Il tratto in esame, lungo circa 1157 m si estende da via Sorgenza a località “Pentove” attraversando per un breve tratto l'abitato di Guardia Sanframondi; mostra una pendenza del 13° e una morfologia di fondo caratterizzata da *step-pool*. Il territorio che circonda il torrente è caratterizzato da versanti che iniziano a degradare e su cui si osservano campi coltivati, oliveti, frutteti e vigneti: si è entrati infatti nell'unità fisiografica collinare.

La morfologia fluviale non cambia rispetto a quella osservata in precedenza; in tale tratto è possibile notare infatti la presenza di un alveo attivo (larghezza media circa 2 metri) a canale singolo, sinuoso, e con una piana inondabile la cui altezza varia da 1÷1.5 m a >1.5 m. Le sponde sono instabili da con fenomeni erosivi in atto e de posizionali/alluvionali.

Sulla base delle osservazioni l'alveo presenta un IQM pari a 0.62 quindi collocabile in una classe di qualità morfologica MODERATO.

Torrente Rio Capuano. Tabella riepilogativa per il calcolo dell'IQM

Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
<i>F1</i>	<i>B</i>	<i>A1</i>	/	<i>V1</i>	/
<i>F2</i>	<i>C</i>	<i>A2</i>	<i>B</i>	<i>V2</i>	/
<i>F4</i>	<i>B</i>	<i>A3</i>	/	<i>V3</i>	/
<i>F5</i>	/	<i>A4</i>	<i>C</i>	Indici e classe	
<i>F7</i>	/	<i>A5</i>	<i>C</i>	<i>Stot</i>	32
<i>F8</i>	/	<i>A6</i>	<i>A</i>	<i>Smax</i>	84
<i>F9</i>	<i>A</i>	<i>A7</i>	<i>A</i>	<i>IAM</i>	0.38
<i>F10</i>	<i>A</i>	<i>A8</i>	/	<i>IQM</i>	0.62
<i>F11</i>	<i>C</i>	<i>A9</i>	<i>A</i>	<i>Classe</i>	Moderato
<i>F12</i>	<i>B</i>	<i>A10</i>	<i>B</i>		
<i>F13</i>	<i>A</i>	<i>A11</i>	<i>B</i>		
		<i>A12</i>	<i>A</i>		



CONCLUSIONI

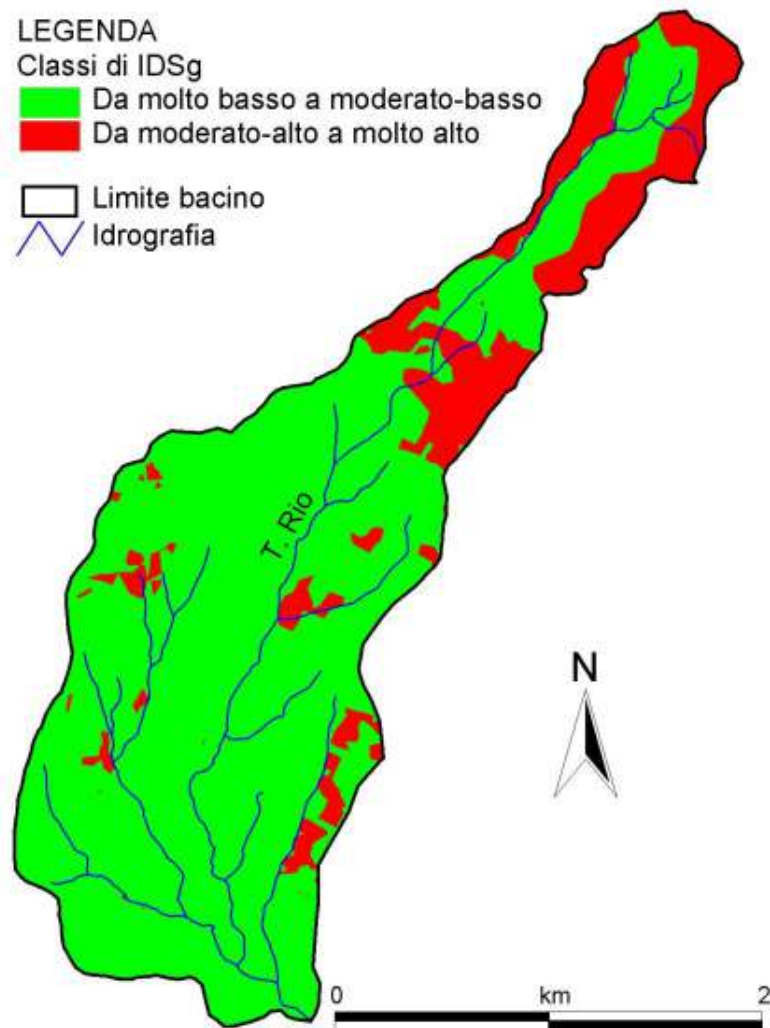
Gli ultimi eventi pluviometrici di ottobre 2015 hanno provocato danni spondali del Torrente Rio Capuano anche in concomitanza del centro abitato di Guardia Sanframondi. I tratti presi in esame precedentemente sono quelli a più alta vulnerabilità e con un rischio quindi maggiore.

Il bacino idrografico del Torrente Rio, in corrispondenza della sezione di chiusa posta presso la confluenza con il Torrente Ratello, ha un'estensione pari a 6.00 Km² ed una densità di drenaggio pari a 2.94 Km⁻¹. Tale bassa densità di drenaggio è spiegabile, da un punto di vista litologico, con la prevalenza di complessi altamente permeabili per porosità, per fessurazione o entrambi (complesso *arenaceo, sabbioso-ghiaioso-pelitico, sabbioso-limoso, detritico-colluviale e ignimbrico*) sull'unico complesso costituito da litotipi più impermeabili (depositi pelitico-marnosi del complesso *calcareo-pelitico*; di conseguenza in tale bacino, il reticolo idrografico appare poco sviluppato.

Da un punto di vista della propensione al deflusso superficiale, è possibile notare una netta prevalenza delle superfici ricadenti nella classe di Indice di Deflusso Superficiale su base Geomorfologica (IDSg) "Da molto basso a moderato-basso", le quali occupano una superficie complessiva di 4.93 km², pari all'83.2% dell'intera area del bacino. Anche questo dato, così come quello relativo alla densità di drenaggio, appare spiegabile innanzitutto da un punto di vista litologico, essendo il bacino caratterizzato da una prevalenza di complessi permeabili su quelli impermeabili; ma soprattutto, osservando la Carta delle pendenze e quella delle esposizioni, si nota la frequente presenza di superfici pianeggianti e/o debolmente inclinate (pendenza compresa tra 0°-10°) che determina una netta prevalenza del processo di infiltrazione sul deflusso idrico superficiale.

Meno frequenti nel bacino appaiono essere le superfici ricadenti nelle classi di IDSg “Da moderato-alto a molto alto”. Esse, concentrate nella porzione settentrionale del bacino, occupano una superficie di 0.99 km², pari al 16.8% dell’intera area. L’elevata propensione al deflusso in questo settore appare prevedibile in corrispondenza del centro abitato di Guardia Sanframondi, essendo quest’area totalmente impermeabile e con una netta prevalenza di *impervious cover*; mentre, ad una prima un’analisi, sembrerebbe in contrasto con le caratteristiche litologiche delle calcareniti ivi presenti che dovrebbero essere permeabili per fratturazione.

Carta dell’IDSg a due classi del Bacino del T. Rio



Tuttavia esse sono rese meno permeabili dalla presenza di intercalazioni di materiale meno permeabile (marne), nonché dalla presenza di suoli di origine piroclastica fortemente argillificati e, quindi, quasi impermeabili. Infine, da un punto di vista delle caratteristiche morfologico-geometriche il Torrente Rio, si sviluppa con un gradiente del 3.3%. L'alveo si presenta rettilineo e/o debolmente sinuoso, con un profilo longitudinale inizialmente a gradinata (*step-pool*) e, successivamente, man mano che ci si sposta verso la sezione di chiusa, con configurazione di fondo a *plane-bed*. Il sedimento in esso presente appare eterogeneo lungo tutto il tratto, così come omogenea è la situazione di stabilità delle sponde. Infine da un punto di vista antropico, l'alveo del T. Rio appare scarsamente interessato da opere trasversali e longitudinali, osservabili solo nella parte settentrionale del bacino in prossimità del centro abitato di Guardia Sanframondi. Sulla base di tutto ciò è stato possibile attribuire all'alveo un IQM medio pari a 0.53 collocandolo nella classe morfologica MODERATA (*sensu RINALDI et alii*, 2011).

In generale, l'insufficiente presenza di opere trasversali comporta un incremento del trasporto solido di fondo, maggiore scabrezza, un maggiore potere erosivo e distruttivo sulle sponde e sugli argini e, soprattutto, si traduce in una mancanza di ostacoli ad un'accelerazione pressoché continua delle acque durante un evento di piena. Parallelamente, la presenza di un ponte a luce ridotta e senza pile in corrispondenza dell'ansa del T. Rio laddove questo sbocca in pianura, oltre ad essere da ostacolo al normale deflusso fluviale in occasione di un evento di piena, con conseguente accumulo di materiale grossolano, comporta un notevole restringimento della sezione dell'alveo, costringendo, quindi, il corso d'acqua ad esondare.

Per un'adeguata sistemazione degli stessi si suggerisce di adottare i seguenti interventi che in fase definitiva-esecutiva dovranno meglio essere dimensionati:

Tratto A-B zona Sorgente- Via Arena

Le opere a farsi sono :

Pulizia Arena, realizzazione di Gabbionate spondali, drenaggi a spina di pesce, scogliere rinverdite, costruzione di briglie di attenuazione dell'energia cinetica e palificate in corrispondenza del ponte per ristrutturazione della passerella su Via Arene.

Effetto

Miglioramento della sicurezza idraulica- idrogeologica –delle infrastrutture pubbliche, dei beni privati e salvaguardia delle vite umane

Tratto B-C zona Via Arena-Ponte sulla S.P n. 11 Alla località

Sorgenza

Le opere a farsi sono :

Pulizia Arena, realizzazione di Gabbionate spondali, drenaggi a spina di pesce, scogliere rinverdite, costruzione di briglie di attenuazione dell'energia cinetica e palificate in corrispondenza del ponte sulla S.P. n. 11.

Effetto

Miglioramento della sicurezza idraulica- idrogeologica –delle infrastrutture pubbliche, dei beni privati e salvaguardia delle vite umane

Tratto C-D tratto S.P n. 11 Alla località Pentove

Le opere a farsi sono :

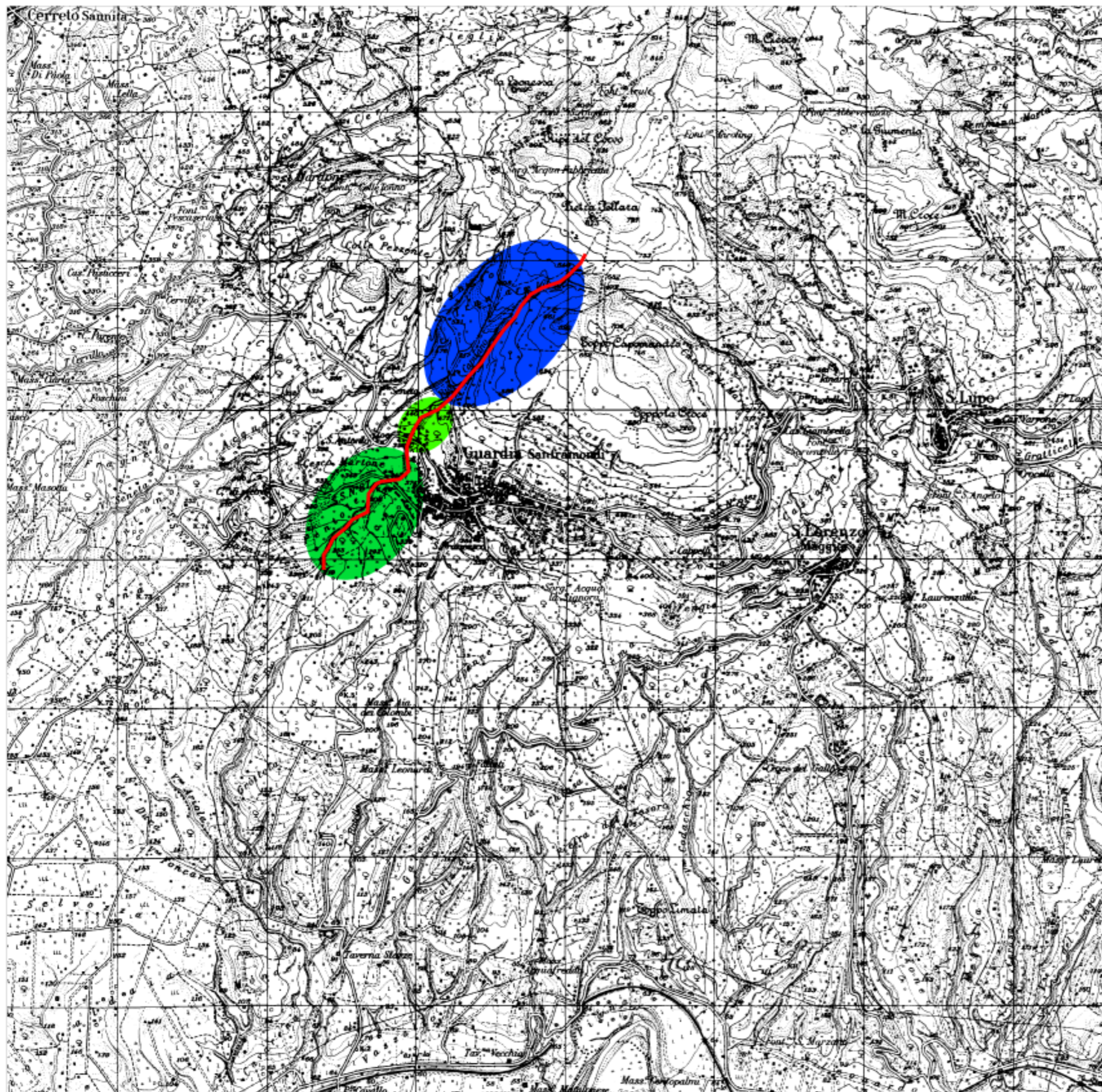
Pulizia alveo, sistemazione spondale con gabbionate e ingegneria naturalistica

Guardia Sanframondi, ottobre 2015

I Geologi

Dott. Angelo Sebastianelli

Dott.ssa Angela Foschini



Corografia

Rapporto 1:25.000



Tratto A-B



Tratto B-C



Tratto C-D

Tratto del Torrente Rio Capuano



INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO

Rapporto 1:25.000

LEGENDA

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

DEPOSITI DETRITICI:
 - Detrito sciolto, attuale o recente, costituito da clasti carbonatici di varia pezzatura in matrice sabbiosa oppure terrosa brunostra (terre rosse residuali e prodaliti rimangiati).
 - Breccie antiche, pleistoceniche, a cemento calcareo sabbioso, sovente in strati e bancate.

DEPOSITI ALLUVIONALI:
 - Sedimenti alluvionali, olocenici, costituiti da ghiaie e sabbie di fondo valle, di gola e di riempimento degli avvisi abbandonati.
 - Alluvioni distali del Fiume Volturno e del Fiume Calore, olocenici, costituiti prevalentemente da sedimenti limo-sabbiosi.
 - Depositi fluvio-palustri sabbio-limo-torbosi e depositi travertinosi della Piana telesina e.s.

DEPOSITI PROCLASTICI DELL'OMBRIONE CAMPANA:
 - Ceneri grigie con sparse scorie nerastre, porici e frammenti liti, litide e con tipica frazionazione colonnare (Tulo Gigio Campano), del Pleistocene superiore, sovente ricoperto da un "cappellaccio" di proclasti sciolti, umizzati, argillificati ed talora rimangiati.

DEPOSITI FLUVIALI ANTICHI DEL FIUME CALORE:
 - Ghiaie poligeniche e sabbie, da addensate a discretamente cementate, Pleistoceniche.
DEPOSITI LACUSTRI, Pleistocenici, dell'alta valle del Torrente Tiano.

SEDIMENTI ARENACEO-PELTICI MIOCENICI IN FACIES DI FLYSCH

FORMAZIONE DI PIETRAROJA:
 - Argille, argille siltose, silti argillosi e mame siltose con interstrati arenacei, del Miocene Medio-Superiore.
ARENARE DI CAIAZZO:
 - Arenarie quarzose a granulometria variabile, variamente cementate, con a luoghi interstrati di mame ed argille del Miocene Superiore.

SEDIMENTI CALCAREO-MARNOSO-ARGILLOSI DI PROVENIENZA ALLOCTONA

ARGILLE VARICOLORI:
 - Argille, argille siltose e mame rosse, violacee e grigie, a fossilità diffusa, con inglobato materiale litide di varia pezzatura.

SEDIMENTI CALCAREO-MARNOSI:
 - Calcareni, calcinelli, calcari cristallini e breccie calcaree con livelli di mame ed argille policrome.
 - Argille e mame con intercalazioni di calcari, calcari marnosi avana e calcareniti verdastre.

SEDIMENTI CALCAREI E MARNOSO-CALCAREI IN FACIES DI TRANSIZIONE, DEL CRETACICO SUPERIORE - OLIGOCENE

SEDIMENTI CALCAREI:
 - Calcareni e calcinelli di colore avana, ben stratificati con amioni di selce verso la base e con rare intercalazioni marnose. Calcareni e calcari pseudosaccaroidi, ben stratificati, con bancate conglomeratiche. Calcareni grigie, ben stratificati, e breccie con amioni e stralenti di selce e rare intercalazioni di mame rosate.

SEDIMENTI MARNOSO-CALCAREI:
 - Almarose di mame rosastre o verdastre e di calcari biancastri pseudo-cristallini, sottilmente stratificati, con noduli e stralenti di selce. Conglomerati a cemento argilloso, sabbioso o calcareo rosastro alternati a mame e mame argillose rosastre e verdastre.

SEDIMENTI CARBONATICI DI PIATTAFORMA DEL MESOZOICO E DEL MIOCENE INFERIORE

SUCCESSIONE MIOCENICA (Langhiano-Sarnaveliano):
 - Calcareni e bio-calcareni biancastri e grigie con grossi lamelli brachi, edini, bricoi e litamni (Formazione di Cusano).
 - Calcari marnosi con ricca microfaua planterica ad Orbulina univenta (Formazione di Longano).

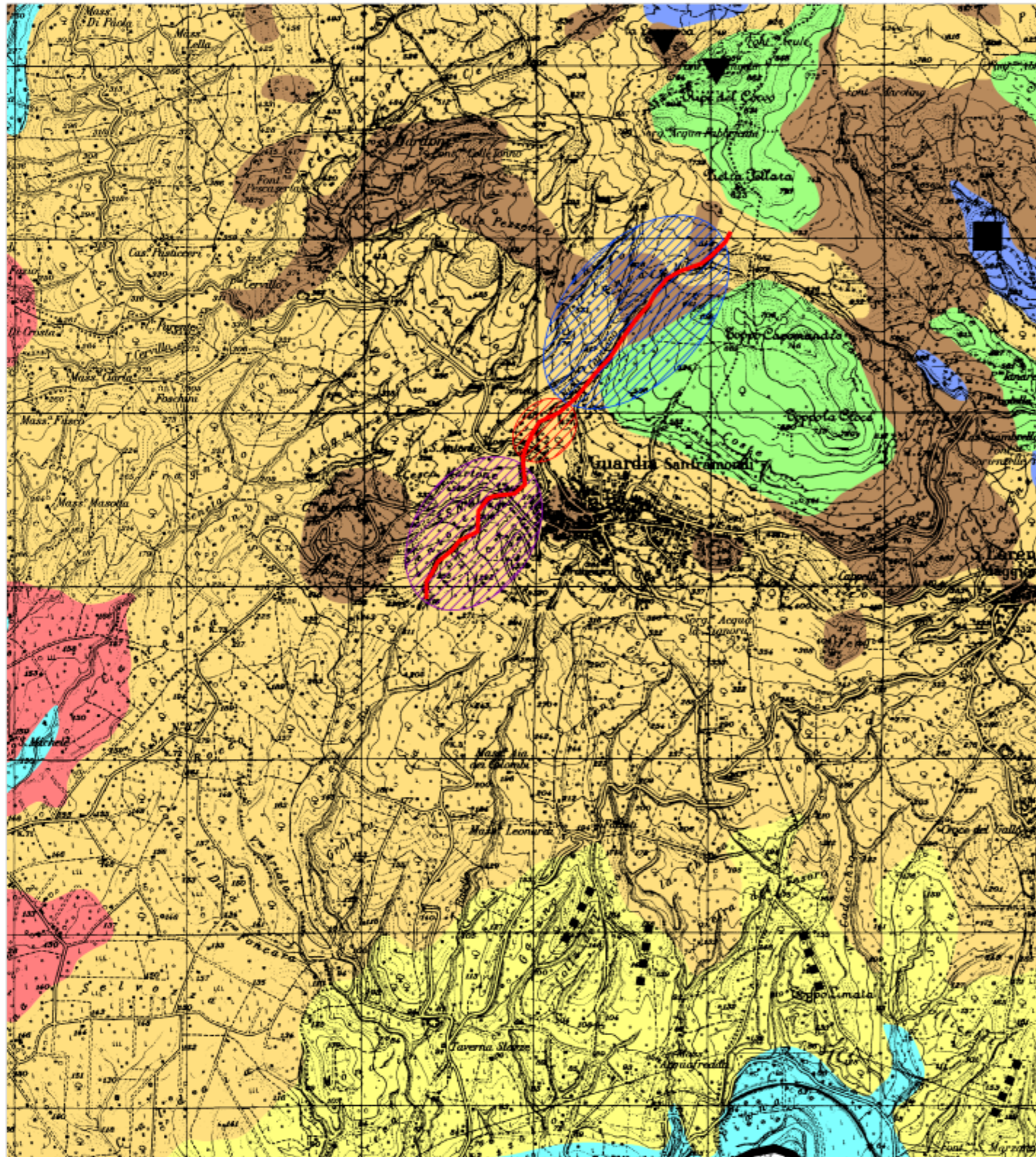
SUCCESSIONE MESOZOICA (Trias Sup.-Cretacico Sup.):
 - Calcari omogenei e calcareniti con venature calciche, grigi, biancastri o avana, con livelli biostromali a Rudate, del Cretacico Superiore.
 - Leni di Bauxite, associate a breccie a cemento marnoso rosso e verdastro ed a livelli di argille e mame, Albano-Turoniano.
 - Calcari itoliferi, sottilmente stratificati, Bareniano-Albano.
 - Calcari compatti, detritici e pseudolifici, grigi o nocciola, a Requena, Toucasia e Nernee, con intercalazioni di calcari dolomiti, Cretacico Inf.
 - Calcareni, calcari colitici e psiditici, calcinelli, mame e calcari marnosi, Giurassico medio-Sup.
 - Calcari con intercalazioni dolomiti e livelli di breccie interformazionali, Giurassico Inf.
 - Dolomie e calcari dolomiti, Lias Inf.-Trias Sup.

Parco Geopaleontologico di Pietraraja Località fossilifera

Affioramenti di Bauxite Dolina

Grotta Conca Tettono-Carsica

Forra Paleoterrazzo sommital delle alluvioni del Fiume Calore



Rapporto 1:5.000

CARTA IDROGEOLOGICA

legenda

AREE A PERMEABILITA' DA MEDIO-ALTA, per fratturazione/fessurazione e per porosità primaria, **AD ALTA** per fratturazione e carsismo, costituenti i principali ACQUIFERI.




- Nei **SEDIMENTI CARBONATICI DI PIATTAFORMA** è riscontrabile una rete acquifera principale, profonda (falda di base del Matese orientale), ad elevata potenzialità; sono presenti inoltre "falde sospese", di tipo per lo più perenne, connesse a condizioni morfo-tettoniche locali.
- Nei **SEDIMENTI CALCAREI DI TRANSIZIONE** la circolazione idrica sotterranea è solo in parte condizionata dalle intercalazioni di "fina" e dal restringimento delle fratture/fessure con la profondità e può talora fruire di canali carsici. La falda di maggior rilievo è posta a medie profondità ed alimenta sorgenti perenni e di portata anche discrete.
- Nei **DEPOSITI DETRITICI**, posti alla base dei principali rilievi, la circolazione idrica sotterranea è connessa sia agli apporti meteorici diretti che ad eventuali drenaggi di "falde sospese" in acquiferi adiacenti. Nel primo caso la potenzialità della falda in essi impostata, mai rilevante, è funzione soprattutto della estensione in affioramento dei predetti Depositi.
- I **DEPOSITI ALLUVIONALI** di spessore ed estensione significativi sono rappresentati da quelli del Fiume Calore; in essi, anche per la presenza di apporti sotterranei da acquiferi adiacenti, è presente una falda di subalveo a sviluppo articolato ed a buona potenzialità.

AREE A MEDIA PERMEABILITA' per porosità o per fratturazione/fessurazione.

In tali aree la circolazione idrica sotterranea non è mai profonda essendo condizionata dai modesti spessori delle formazioni (come nei Depositi Piroclastici), dalla parziale occlusione dei mesi da parte di cementi diagenetici (come in più livelli dei Depositi Fluviali Antichi) e dalle non rare intercalazioni di "fina" (come nei Sedimenti Calcario-Marmosi alloctoni, nei Depositi Fluviali Antichi e nei Depositi Alluvionali distali dei Fiumi Volturno e Calore). Possono essere sede di modesti acquiferi alimentanti pozzi e effori sorgenti generalmente a bassa potenzialità.

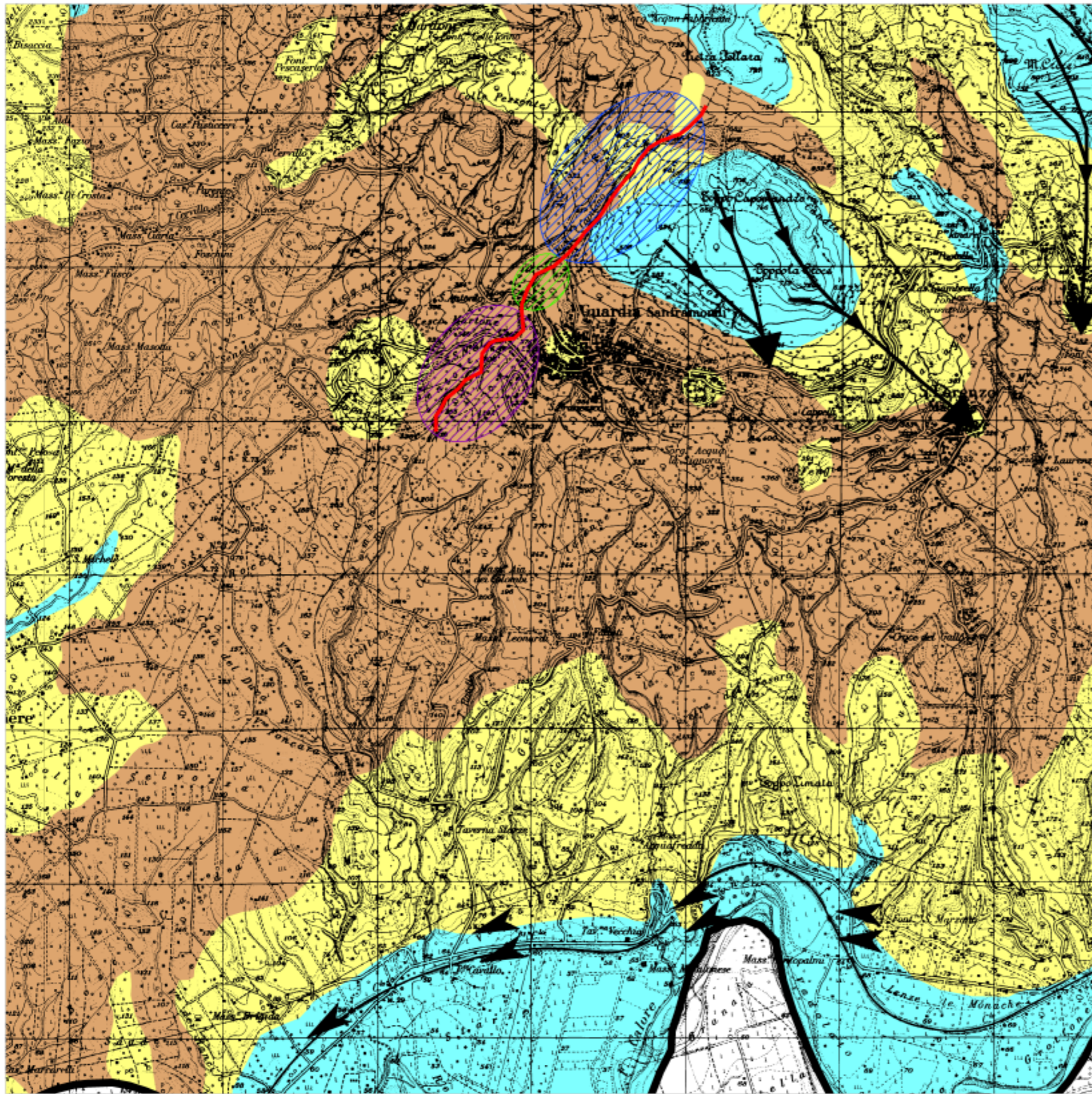
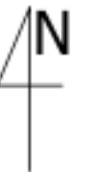
AREE A PERMEABILITA' DA BASSA A PRATICAMENTE NULLA

I sedimenti costituenti tali aree rappresentano le principali soglie di permeabilità (sovrimposte ed in subordina sottostiposte) dei principali acquiferi, agendo da "tamponi" impermeabile e condizionando le emergenze. Essi sono sede di strati saturi episupefici, impostati nell'arenato-argilloso (primi metri dal p.c.) e, a luoghi, quando prevalgono le intercalazioni limose (come nelle Arenarie di Casaleto), di modeste circolazioni idriche impostate lungo le superfici di discontinuità (giunti di stratificazione, fratture/fessure). Pertanto i "punti d'acqua" riscontrabili sono rappresentati da "pozzi-serbatoi" a scarsa potenzialità e da emergenze stagionali.

-  Linee di flusso della falda di base del Matese Orientale
-  Linee di flusso della direttrice principale della falda di subalveo del Fiume Calore
-  Direttrici di flusso delle falde medio-profonde alimentanti le principali emergenze idriche locali (portata minima di almeno 2 l/sec.)

-  Tratto A-B
-  Tratto B-C
-  Tratto C-D

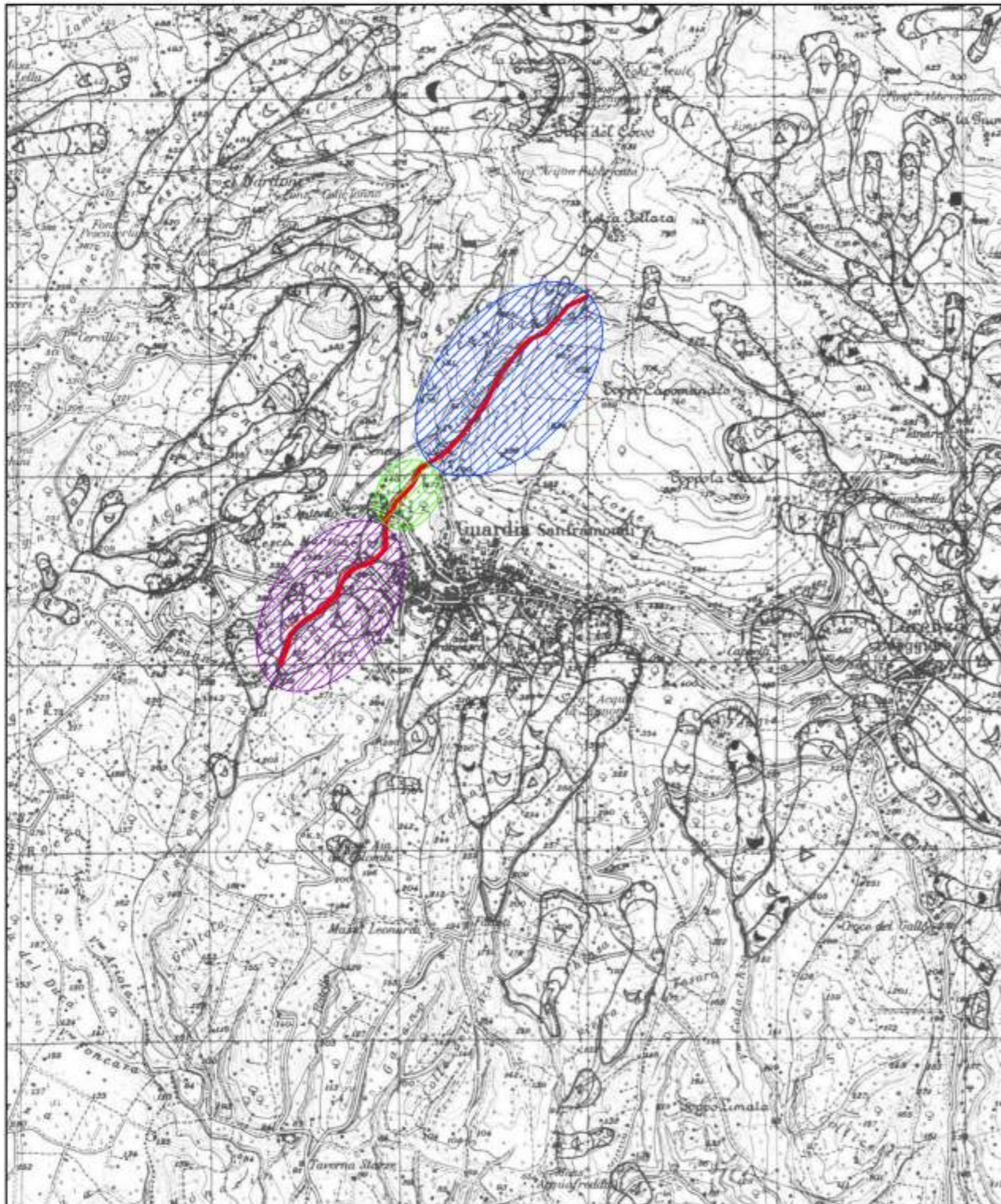
 Tratto del Torrente Rio Capuano



CARTA GEOMORFOLOGICA

(Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano-Volturno)

D.L. n. 132 del 13.05.99 - L. n. 226 del 13.07.99)



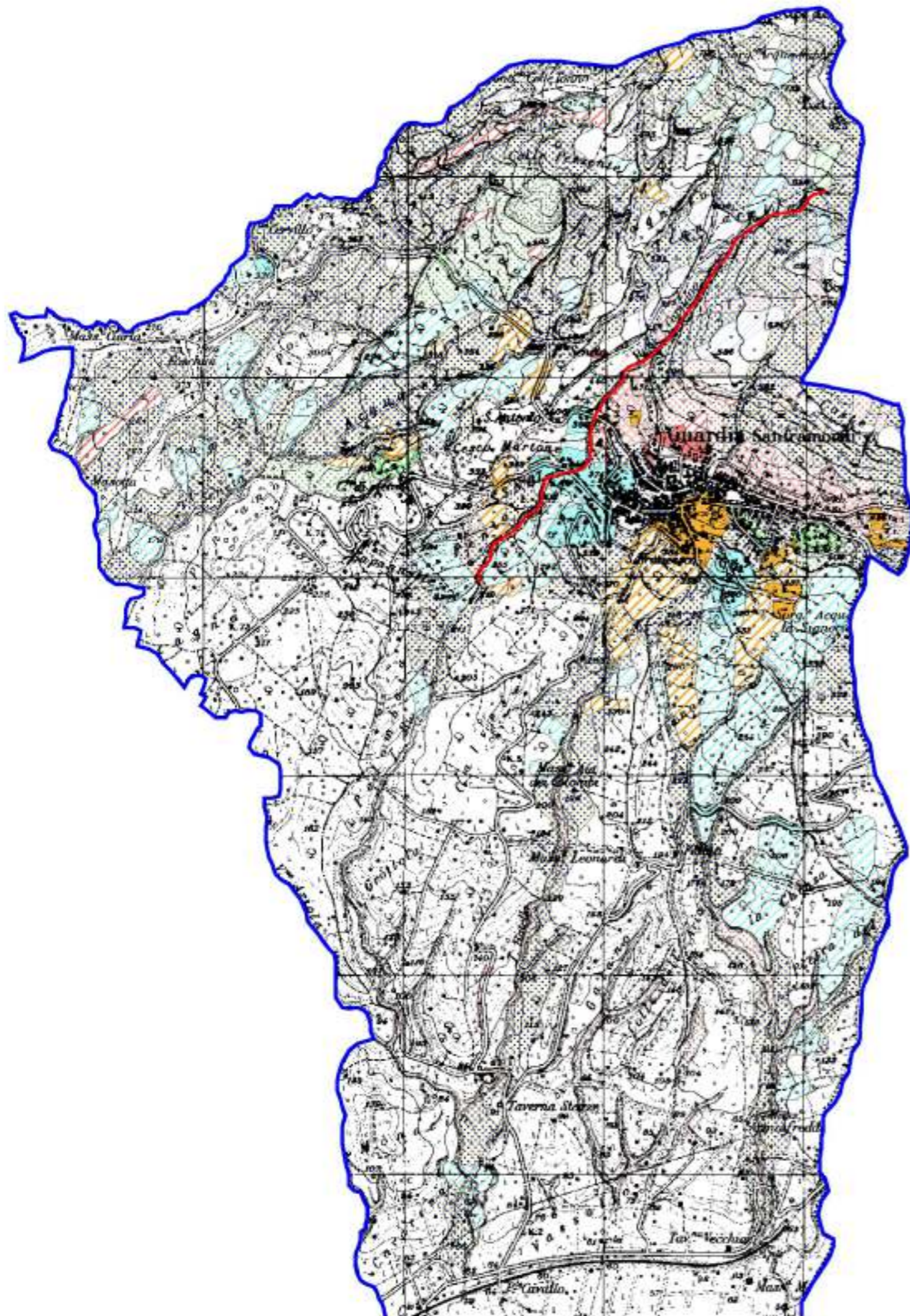
Stato di attività			Tipo di movimento	Simbolo
Attivo	Quiescente	Inattivo		
			Frana di crollo a ribaltamento frontale zona di distacco e probabile zona di invasione	Ofo di scarpato Trinche Frattura beam
			Frane di flusso rapido Zona di alimentazione Necchia di distacco Zona di flusso o transitio Zona di accumulo e invasione	Creep superficiale Creep profondo
			Colata rapida di fango	Dolina Inglottitoio Griffa
			Colata rapida in terreni prevalentemente mamoso-argillosi	Cave Scarica
			Frana di scorrimento traslativo	
			Frana di scorrimento rotazionale	
			Frane di colata lenta - colamento	
			Frana di espansione laterale	
			Deformazione gravitativa profonda di versante (D.G.P.V.)	
			Concavità morfologica	
			Area calanchive	
			Contropendenza	

Limiti amministrativi

- Limite del Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno (D.P.R. 01/06/98 pubblicato sulla G.U. del 22/10/98 n. 247)
- Limite regionale
- Limite provinciale
- Limite comunale

N
 Rapporto 1:25.000





Tratto A-B

Tratto B-C

Tratto C-D

Tratto del Torrente Rio Capuano



Rapporto 1:25.000

Autorità di Bacino
dei Fiumi Tirino, Volturno e Tevere



Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico

Rischio di frana

Carta degli scenari di rischio

Comune di
Guardia Sanframonti

Regione Campania

Provincia di Benevento

Scala 1:25.000

Legenda

- AREA A RISCHIO MOLTO ELEVATO - R4**
Nella quale per il livello di rischio presente, sono possibili le perdite di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.
[* Area a rischio molto elevato ricadenti in zone a Piano]
- AREA A RISCHIO ELEVATO - R3**
Nella quale per il livello di rischio presente, sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguenze rilevanti degli stessi, la distruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.
- AREA A RISCHIO MEDIO - R2**
Nella quale per il livello di rischio presente sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.
- AREA A RISCHIO MODERATO - R1**
Nella quale per il livello di rischio presente i danni sociali, economici o al patrimonio ambientale sono marginali.
- AREA DI ALTA ATTENZIONE - A4**
Area non urbanizzata, potenzialmente interessata da fenomeni di frana, frantoio ed inneschi di frana a massima intensità attesa alta.
- AREA DI MEDIO - ALTA ATTENZIONE - A3**
Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana attiva a massima intensità attesa medio-alta o di una frana quiescente della medesima intensità in un'area classificata ad alto grado di attenzione.
- AREA DI MEDIA ATTENZIONE - A2**
Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana quiescente, a massima intensità attesa medio.
- AREA DI MODERATA ATTENZIONE - A1**
Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana a massima intensità attesa bassa.
- AREA A RISCHIO POTENZIALMENTE ALTO - R4p**
Area nella quale il livello di rischio, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scale di maggior dettaglio.
- AREA DI ATTENZIONE POTENZIALMENTE ALTA - A4p**
Area non urbanizzata, nella quale il livello di attenzione, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scale di maggior dettaglio.
- AREA A RISCHIO POTENZIALMENTE BASSO - R1p**
Area nella quale l'esclusione di un qualsiasi livello di rischio, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scale di maggior dettaglio.
- AREA DI ATTENZIONE POTENZIALMENTE BASSA - A1p**
Area nella quale l'esclusione di un qualsiasi livello di attenzione, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scale di maggior dettaglio.
- Area di possibile ampliamento del fenomeno frano cartografato all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco, per lo quale si rimanda al D.M. L.P.P. 15/2008 - C.
- Area di versante nella quale non è stato ricostruito un livello di rischio o di attenzione significativo (applicazioni D.M. L.P.P. 15/2008 - G).