

**Sistemazione idrogeologica ed ambientale per la messa in sicurezza del territorio a rischio idrogeologico compreso la messa in sicurezza delle infrastrutture intercluse (strade, ponti, aree agricole e insediamenti di attività artigianali) nel bacino idrografico dei torrenti "Fiumicello-Badolato-Torna" nonché delle relative aste torrentizie confluenti e zone limitrofe"- Comuni di Castelnuovo-Vallo della Lucania-Salento-Gioi-Moio della Civitella-Novi.**

**STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**  
(Art. 23 D.lgs 50/2016)

**Tav. 08**

Studio Geologico

*Il RUP*

*Il collaboratore alla progettazione*

*Il Progettista*



*Vallo della Lucania .*

# INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....</b>	<b>3</b>
<b>3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOLITOLOGIA DI DETTAGLIO.....</b>	<b>4</b>
<b>4. GEOMORFOLOGIA GENERALE E DI DETTAGLIO .....</b>	<b>11</b>
<b>5. IDROGEOLOGIA GENERALE E DI DETTAGLIO .....</b>	<b>13</b>
<b>6. COMPATIBILITÀ GEOLOGICA DEGLI INTERVENTI NEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>14</b>
6.1. COMPATIBILITÀ DEGLI INTERVENTI NELLE AREE A RISCHIO DA FRANA .....	18
6.2. COMPATIBILITÀ DEGLI INTERVENTI NELLE AREE A RISCHIO IDRAULICO .....	20
<b>7. INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA.</b>	<b>22</b>
7.1. STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI .....	23
7.2. CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DEI TERRENI .....	24
<b>8. CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....</b>	<b>25</b>
8.1. VERIFICA DELLE PERICOLOSITÀ DOVUTI AGLI EFFETTI COSISMICI.....	29
8.1.1. STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE .....	30
8.1.2. DENSIFICAZIONE .....	32
<b>9. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI.....</b>	<b>34</b>

## **ALLEGATI:**

- 1 - CLASSIFICAZIONE DELL'AREA NEGLI ALLEGATI GRAFICI DEL PIANO STRALCIO PER  
L'ASSETTO IDROGEOLOGICO -**

## **1. PREMESSA**

Nelle pagine che seguono vengono esposte le risultanze dello **studio geologico** a carattere preliminare redatto dallo scrivente, **dott. Lucio Gnazzo**, geologo iscritto all'Ordine dei Geologi della Campania al n. 1640, a corredo dello studio di fattibilità tecnica ed economica del progetto dei lavori di **"Sistemazione idrogeologica ed ambientale per la messa in sicurezza del territorio a rischio idrogeologico compreso la messa in sicurezza delle aree con infrastrutture intercluse (strade, ponti, viadotti, aree artigianali, ecc) nel bacino idrografico dei torrenti "Fiumicello – Badolato – Torna " - Comune di Castelnuovo – Vallo della Lucania – Salento – Gioi – Moio della Civitella – Novi Velia"**.

L'obiettivo del progetto, per i cui dettagli si rimanda alla relazione tecnica illustrativa ed agli elaborati grafici, è di pervenire ad un riequilibrio dell'attuale assetto idrogeologico di un tratto dell'alveo della Fiumara Selva dei Santi, delle aree latitanti e dei suoi affluenti.

Il progetto in esame comprende diversi interventi di riqualificazione e adeguamenti finalizzati alla sistemazione idraulica dei corsi d'acqua significativi, laddove i disordini idrogeologici, uniti all'intromissione antropica, rappresentano le condizioni al contorno del verificarsi di episodi di dissesto idrogeologico in alveo e nelle aste fluviali e torrentizie determinando anche fenomeni di esondazione localizzati e potenziale rischio per l'ambiente e le infrastrutture al contorno (strade, ponti, centri abitati, aree produttive).

In sintesi gli interventi previsti possono essere sintetizzati in:

- ✓ realizzazione di opere idrauliche di difesa spondale e ingegneria naturalistica lungo l'alveo principale;
- ✓ realizzazione di opere idrauliche di difesa spondale e ingegneria naturalistica lungo le aste torrentizie secondarie;
- ✓ interventi di mitigazione e difesa idrogeologica con miglioramento dell'efficienza protettiva della copertura forestale;
- ✓ sistemazione opere accessorie: strade, ponti, viadotti.

Scopo del presente lavoro è stato di definire le caratteristiche geomorfologiche, geologiche ed idrogeologiche delle aree direttamente interessate dagli interventi e di quelle limitrofe per una significativa estensione, tutto ciò per fornire dettagliate indicazioni sulla morfologia dei luoghi e dell'eventuale presenza di processi geomorfici potenziali od in atto, sulla litologia dei terreni affioranti e del substrato e sulla circolazione idrica superficiale e sotterranea.

Per l'espletamento dell'incarico sono state innanzitutto condotte numerose osservazioni sulla

morfologia e geologia delle aree d'indagine e delle zone limitrofe, sia mediante sopralluoghi e ricorrendo alle osservazioni di superficie condotte in fase di ricognizione sul terreno, sia attraverso un'attenta visione delle foto aeree, della consultazione della cartografia tematica a disposizione e della bibliografia specialistica reperita.

A tale fase preliminare ha fatto seguito un esame più particolareggiato, dedicato alla ricostruzione della successione litostratigrafica rappresentativa dei siti d'intervento ed, infine, alla caratterizzazione delle aree in Prospettiva Sismica.

Il lavoro è stato basato sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili e, per tale motivo sono stati utilizzati i dati ed i sondaggi con prove di laboratorio relativi alle indagini geologiche pregresse.

Nell'intorno dell'area d'intervento, infatti, sono state condotte numerose ed approfondite indagini, condotte dallo scrivente e non, consistenti in:

- ✓ sondaggi a carotaggio continuo
- ✓ prove SPT in foro
- ✓ prove di laboratorio su campioni indisturbati prelevati nel corso dei sondaggi
- ✓ prove sismiche superficiali a rifrazione ed in foro del tipo Down Hole

L'inquadramento geomorfologico del territorio è stato definito ricorrendo alle osservazioni di superficie condotte in fase di ricognizione sul terreno e ad un'attenta consultazione della cartografia tematica esistente, delle foto aeree della zona e della bibliografia specialistica reperita. I dati ottenuti sono stati integrati con l'ausilio del Foglio 209 "Vallo della Lucania" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 e del Foglio 503 "Vallo della Lucania della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 e relative note descrittive.

## **2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

Le aree d'intervento sono ubicate all'interno dei territori comunali di **Castelnuovo, Vallo della Lucania, Salento, Gioi, Moio della Civitella e Novi Velia in provincia di Salerno**, e sono individuabili nella cartografia ufficiale I.G.M. al **Foglio 503 Sezione II (Vallo della Lucania), della Carta Topografica d'Italia Serie 25 (Figura 1)**.

Le aree d'intervento interessano settori dei bacini idrografici dei torrenti "Fiumicello", "Badolato" e "Torna".

Il tracciato del Torrente Fiumicello ha all'incirca andamento N-S nel suo tratto iniziale per poi deviare in direzione E-W fino alla sua confluenza nel Fiume Alento ad una quota altimetrica di ca. 25 metri s.l.m.. Gli interventi di progetto lungo l'asta principale e dei corsi d'acqua inoli che in esso

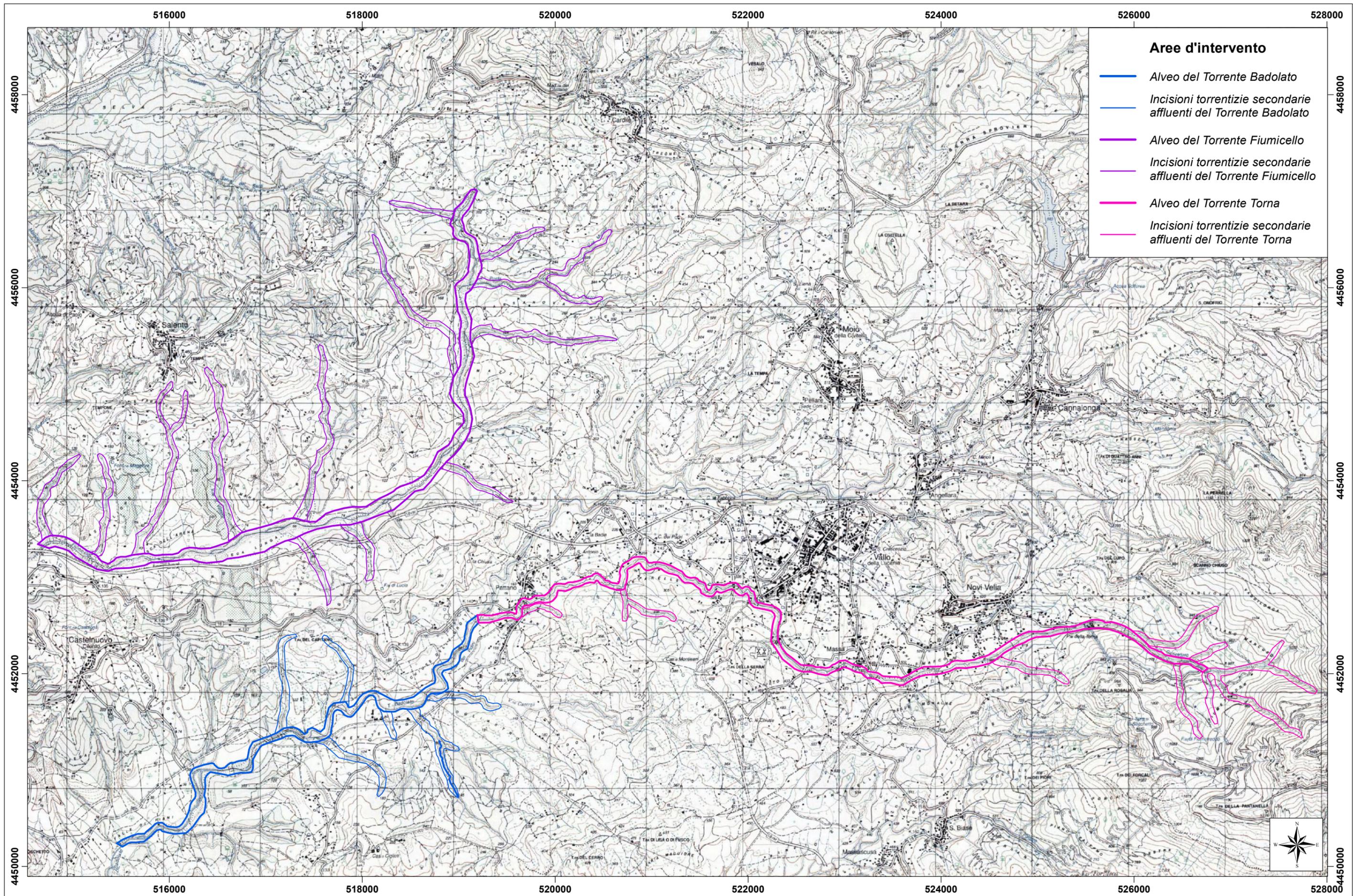


Figura 1 – Corografia delle aree oggetto di studio  
 Carta Topografica d'Italia IGM – Serie 25 - Unione dei Fogli 503 Sezione I (Felitto), Sezione II (Vallo della Lucania, Sezione III (Omignano) e Sezione IV (Ogliastro Cilento)  
 Riduzione in Scala 1:35000 della cartografia in Scala 1:25000

confluiscono iniziano all'incirca ad una quota di ca. 200 metri s.l.m e di fatto terminano in corrispondenza della confluenza con il Fiume Alento.

Il tratto del Torrente Badolato oggetto degli interventi è quello che si sviluppa, con andamento all'incirca ENE-WSW, da monte verso valle tra la frazione Pattano, in corrispondenza della confluenza del Torrente Torna, e la località Valle di Piani tra le quote altimetriche di ca. 115 metri s.l.m. in cui e ca. 20 metri s.l.m.

Infine, il tracciato dell'alveo del torrente Torna, ha direzione all'incirca E-W, ed il settore del corso d'acqua e dei suoi affluenti interessato è compreso all'incirca tra le quote altimetriche di ca. 860 metri in prossimità della Sorgente Fiumefreddo nel comune di Novi Velia (SA) e ca. 115 metri s.l.m. in corrispondenza della sua confluenza in sinistra orografica del Torrente Badolato.

### **3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOLITOLOGIA DI DETTAGLIO**

Sotto l'aspetto geologico il territorio indagato si inserisce nell'ambito del settore nord-occidentale della Provincia Stratigrafico-Strutturale del Cilento, caratterizzata da successioni prevalentemente terrigene, anche se differenziate sotto l'aspetto compositivo e strutturale.

I modelli stratigrafico-strutturali tradizionali e la Cartografia Ufficiale riferiscono tali successioni, nell'insieme, all'Unità Stratigrafico-Strutturale del "***Flysch del Cilento***", ovvero al complesso Liguride p.p., costituito, dal basso verso l'alto, dalle seguenti Formazioni:

- ➔ **Formazione delle Crete Nere** (ovvero di S. Venere, ovvero di Ascea) di età Cretacico inferiore-medio;
- ➔ **Formazione di Pollica**, di età Cretacico superiore - Paleocene;
- ➔ **Formazione di S. Mauro**, di età Paleocene - Eocene superiore.

Recenti studi di Geologia Regionale, basati su correlazioni interregionali e su originali dati biostratigrafici hanno reinterpretato le successioni affioranti, riconoscendo la presenza nel Cilento della Formazione del Saraceno, che, assieme alla Formazione delle Crete Nere, costituisce la falda alloctona di origine interna denominata Unità Nord-Calabrese.

L'insieme della Formazione di Pollica e della Formazione di S. Mauro costituirebbero una serie sedimentaria mesoautoctona, di età successiva alla prima fase tettonica che ha interessato i domini esterni della Piattaforma Campano-Lucana. In tal senso si conserva la denominazione Unità Cilento-Albidona, ovvero riferire tutte le formazioni al Gruppo del Cilento.

Nell'ambito delle successioni dell'Unità Nord-Calabrese sono presenti sequenze che per i caratteri litologici e strutturali sono assimilabili alle successioni tipiche del cosiddetto Complesso Sicilide, recentemente definite informalmente "Successioni ad Affinità Sicilide" o anche Unità Tettonica di

Castelnuovo Cilento.

I rapporti geometrici fra queste ultime e l'Unità Nord-Calabrese sono molto complessi e non ancora ben definiti.

L'Unità del Cilento-Albidona poggia trasgressiva discordante sia sui terreni dell'Unità Nord-Calabrese che sulla successione flyscioide della Formazione del Bifurto, radicata sulla Piattaforma Campano-Lucana.

Secondo il nuovo modello, quindi, abbiamo l'**Unità Nord-Calabrese** e l'**Unità di Castelnuovo Cilento**.

La prima è costituita dalle seguenti formazioni (**cf. Figura 2 -Carta geolitologica delle aree d'intervento**):

- ✓ **Formazione delle Crete Nere - membro "black shales" (CRN)**: successione fittamente stratificata di argille marnose silicifere fessurate e giuntate con strati e straterelli quarzoarenitici fratturati e contorti, che a luoghi formano dei "boudins" inglobati nella massa argillosa; al disotto della copertura detritico-colluviale la massa argillosa risulta fortemente ammorbidita e poco consistente, mentre in corrispondenza di faglie diventa argillitica scagliettata.
- ✓ **Formazione delle Crete Nere - membro a quarziti (CRN)**: strati e banchi quarzoarenitici molto fratturati ed interstrati argillitici ed argilloso-marnosi verdastri fessurati.
- ✓ **Formazione del Saraceno - membro calcareo (SCE)**: calcareniti e calcilutiti silicifere in strati e straterelli, con liste e noduli di selce ed interstrati argillitici ed argillitico-marnosi nerastrati passanti verso l'alto ad arenarie in strati e straterelli; lo stato deformativo è generalmente molto elevato, con pieghe a piccolo e piccolissimo raggio di curvatura, in genere isoclinali ed a zig-zag; il comportamento geomeccanico è condizionato dalla prevalenza del membro lapideo, cosa che induce un chiaro effetto anche a livello di morfoselezione.
- ✓ **Formazione del Saraceno - membro arenaceo (SCE<sub>1</sub>)**: calcareniti, arenarie micacee in strati e straterelli con pieghe a medio e piccolo raggio di curvatura ed interstrati argillosi e siltitici fogliettati.

L'**Unità di Castelnuovo Cilento (Successioni ad Affinità Sicilide)** è costituita dalle seguenti Formazioni:

- ✓ **Arenarie di Pianelli (PNL)**: Torbiditi arenaceo-pelitiche, sottili e medie, raramente spesse, generalmente tabulari; arenarie ricche di quarzo e miche grigie, da medie a fini; peliti siltose di colore variabile da: grigio a verde a nocciola, raramente rossastro.
- ✓ **Marne e Calcareniti del Torrente Trenico (TCN)**: torbiditi marnoso-calcaree e marnoso-

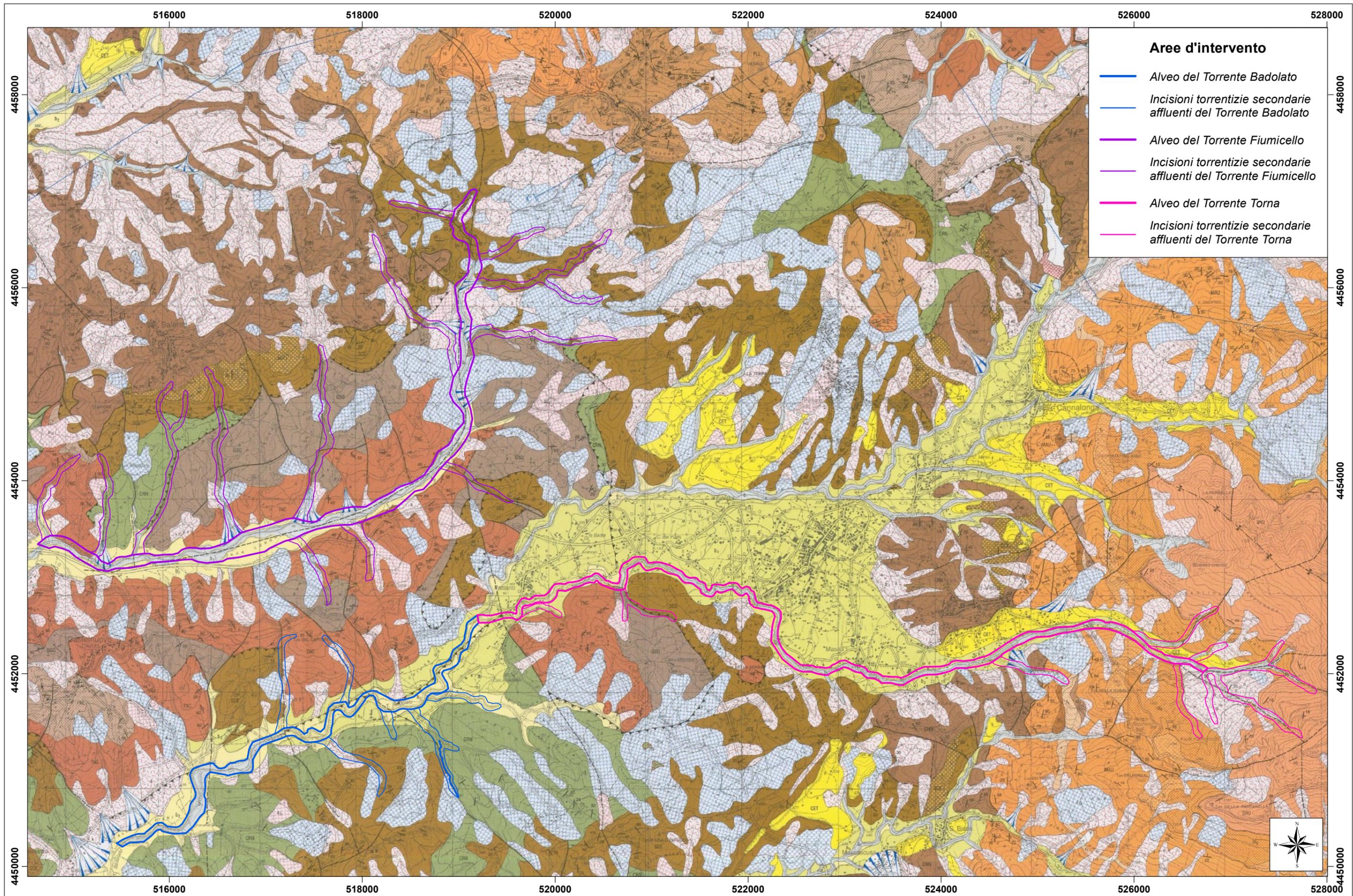


Figura 2 -Carta geolitologica delle aree d'intervento  
Scala 1:25000

arenacee in strati da medi a molto spessi, tabulari; marne grigie-chiare in livelli spessi e argilliti sottilmente laminate, da grigio chiare a scure, raramente rossastre nella parte inferiore; areniti frequentemente carbonatiche grigie da medie a fini. Nella parte inferiore della successione sono talora presenti liste e noduli di selce scura. Intensa deformazione fragile pervasiva, con clivaggio tipo *pencil slate* e frequenti vene di calcite interstrato che favoriscono un'intensa alterazione fino ad un completa decarbonizzazione.

- ✓ **Argilliti di Genesio (GSO):** Prevalenti argilliti folate generalmente scure, talora policrome, subordinatamente e marne scure, talora silicizzate e torbiditi con base costituita da siltiti, arenarie fini, rare calcilutiti e areniti carbonatiche, in strati sottili e medi, talora spessi; siltiti e arenarie fini micacee, estremamente alterate, talora silicizzate, o con liste di selce scura. Intensa tettonizzazione con frequenti piani di frattura e clivaggio di tipo *pencil slate*; frequenti vene di calcite interstrato, localmente pieghe mesoscopiche a cuspidate.

Queste successioni sono, nell'insieme, piegate secondo uno stile deformativo a pieghe isoclinali, per cui in campagna si osserva la ripetizione continua dei litotipi caratteristici. Sulla Cartografia Geologica Ufficiale tali litologie sono state inserite nella Formazione delle Crete Nere - S. Venere-Ascea.

Seguono verso l'alto in contatto stratigrafico trasgressivo discordante le successioni denominate "Gruppo del Cilento" di età Burdigaliano superiore-Langhiano costituite da:

**Membro di Contrada Caporra :** calcareniti micacee nere ed arenarie calcarifere micacee nere con fratture riempite da vene calcitiche e siltiti grigio-piombo in genere allentate ed ammorbidite; localmente la successione diventa caotica, con prevalenza della componente argilloso-siltosa inglobante pezzame litoide fratturato e pacchi di strati disarticolati; la componente argilloso-siltitica si presenta generalmente allentata ed ammorbidita, allo stato plastico.

**Olistostromi (inferiori, medi, superiori) (ol<sub>1</sub>, ol<sub>2</sub>, ol<sub>3</sub>):** argille siltose ed argilliti varicolori a struttura fluidale inglobanti caoticamente blocchi eterogenei ed eterometrici; tali orizzonti dello spessore fino ad oltre 50-60 metri sono intercalati a vari livelli nella successione del Gruppo del Cilento, di cui costituiscono i noti "**olistostromi**".

**Formazione di Pollica (PLL):** arenarie quarzoso-micacee in strati e straterelli disposti in alternanze ritmiche con argillo-siltiti brune ed argilliti nerastre; la giacitura è in sequenze ordinate ed, a luoghi, con pieghe a ginocchio ed a zig-zag; localmente la sequenza è interrotta da fenomeni in massa sedimentari, tipo "slumping" e "debris flow".

**Membro Marna Fogliarina (f<sub>1</sub>, f<sub>2</sub>):** marne calcaree calcareniti marnose a tipica fratturazione amigdaloide ("**fogliarina**"), costituenti megatorbiditi calcaree fino a 30 metri di spessore, a luoghi interessate da diaclasi beanti disposte in famiglie a diversa orientazione.

**Formazione di San Mauro (MAU):** arenarie quarzose, marne e conglomerati in strati e banchi ed interstrati argillo-siltosi bruni in sequenze ordinate ritmiche; corrisponde al membro arenaceo - marnoso dell'Unità del Cilento, ovvero alla parte bassa della Formazione di S. Mauro auct.

**Formazione Arenaceo - Conglomeratica:** conglomerati grossolani poligenici in banchi lentiformi amalgamati e con rari interstrati argilloso-siltosi, frequentemente interessati da numerosi sistemi di discontinuità (diaciasi) beanti e verticali se in prossimità di versanti acclivi; corrisponde al membro conglomeratico del Gruppo del Cilento.

Chiude la serie fliscioide la **Formazione di Monte Sacro (SRO)** del Serravalliano, litologicamente costituita da arenarie grossolane e conglomerati poligenici in strati e banchi con rari livelli siltosi discontinui, sovrapposta al descritto Gruppo del Cilento in contatto stratigrafico discordante.

I terreni affioranti nelle aree di intervento, di fatto, sono costituiti quasi esclusivamente dai terreni di **terreni di copertura quaternaria**, rappresentati dalla **formazione di Centola, dai depositi alluvionali e dagli accumuli detritici, di frana e di conoide**.

I depositi alluvionali costituiscono le unità della copertura quaternaria più diffuse ed importanti ai fini della ricostruzione delle fasi morfoevolutive recenti del territorio cilentano. Le alluvioni più antiche, affioranti come lembi relitti o come forme non compatibili con il recente sistema morfogenetico, sono rappresentate esclusivamente da depositi clastici (Conglomerati di Centola), presentando, secondo alcuni autori, strette analogie con processi deposizionali di ambiente periglaciale.

Lungo le diverse vallate e nelle aree di piana connesse al reticolo idrologico superficiale sono stati riconosciuti almeno quattro ordini di depositi alluvionali, compresi quelli attuali mobilizzabili; per le caratteristiche morfostratigrafiche ed altimetriche rilevate, è stato possibile discriminare tre ordini di terrazzi alluvionali, nel complesso, sebbene afferenti a diversi bacini idrografici, correlabili tra di loro.

Nell'ambito del territorio analizzato il bacino del fiume Alento è quello più importante per ampiezza ed individualità territoriale. Gli altri corsi d'acqua presenti sottendono bacini idrografici di estensione minore. Nella maggior parte dei casi rilevati, per le loro caratteristiche morfostratigrafiche, i terrazzi fluviali possono essere classificati come "ripiani" a testimoniare, per il territorio esaminato la recente prevalenza dei processi erosivi a discapito di quelli deposizionali.

I depositi di versante provengono dallo smantellamento per degradazione fisico-meccanica (coltri di alterazione) dei versanti, messi in posto per fenomeni di ruscellamento (colluvioni), o da processi morfogenetici indotti dalla gravità (frane, detriti di falda).

In molti casi, data la complessità delle vicende e dei processi che hanno caratterizzato l'evoluzione

del rilievo cilentano, i detriti di falda e le coltri eluvio-colluviali si ritrovano intercalati a corpi di frana di varia estensione, indicando così l'alternarsi a varie riprese dell'attività morfogenetica; per le frane antiche è possibile che, nel tempo, processi di progressivo smantellamento o di colluvionamento, ne cancellino le evidenze morfologiche.

Nella carta geolitologica sono state differenziate le seguenti unità cartografiche, dalla più antica alla più recente:

I **Conglomerati di Centola (CET)** sono epositi conglomeratici da massivi a debolmente stratificati e/o organizzati, affioranti in lembi relitti e/o terrazzati. A luoghi si rinvengono anche lungo crinali secondari, costituiti da clasti eterometrici, da centimetrici a blocchi metrici, generalmente caratterizzati da un buon grado di arrotondamento e/o subarrotondati, talora con spigoli smussati. Quando presente la matrice è arenacea e siltosa. Solitamente il deposito è caratterizzato da un alto grado di alterazione, con conseguente scarsa cementazione, e da una complessiva colorazione dal rossastro al giallo ocra. La composizione dei conglomerati e della matrice arenacea risente fortemente della litologia del substrato; in genere i blocchi di maggiori dimensioni e ben arrotondati derivano dalle litologie arenaceo-conglomeratiche del Gruppo del Cilento e dei Conglomerati di Monte Sacro; talora si rinvengono lembi di strati, generalmente con minore grado di arrotondamento, delle unità argilloso-calcaree oligoceniche. Questo deposito costituisce una coltre detritica, probabilmente dovuta a ripetuti eventi tettono-climatici, potente nell'area fino a qualche decina di metri, in discordanza, angolare ed erosiva, su tutti i terreni prequaternari. Il limite superiore con i depositi alluvionali e di versante soprastanti è discordante, erosivo.

Le **Alluvioni terrazzate antiche (II ordine) (b3)** formano depositi eterometrici ed eterogenei, debolmente coesivi e/o cementati, relitti, costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie, ciottoli e blocchi generalmente ben arrotondati, molto alterati, in matrice sabbioso-ghiaiosa arrossata con intercalazioni di lenti sabbioso-limose e limo-argillose. Sono presenti caratteristiche strutture da embriatura e/o ostacolo. Tali depositi sono caratterizzati, a luoghi, da passaggi laterali in eteropia con litofacies fluvio-palustri limoso-argillose e limoso-sabbiose grigio-azzurrognole e giallastre, passanti verso l'alto a coltri eluvio-colluviali. In questa unità sono stati inclusi anche i depositi detritici rimaneggiati e torrenziali di fondovalle incoerenti e/o pseudo-cementati, in corpi molto spesso coalescenti, costituiti prevalentemente da ciottoli e blocchi (da pochi dm<sup>3</sup> a svariati m<sup>3</sup>), generalmente ben arrotondati e molto alterati, in matrice sabbiosa, terrazzati sull'attuale livello di base. A luoghi costituiscono corpi di "colate" detritiche correlate al rimaneggiamento di depositi detritici di versante ed al riempimento dei fondovalle e dei segmenti pedemontani. Questi depositi mostrano evidenti analogie petrografiche e sedimentologiche con i Conglomerati di Centola. Se ne differenziano per un minor grado di alterazione ed un minore contenuto in matrice.

Le **Coltri eluvio-colluviali (a)** rappresentano le coltri di alterazione di spessore variabile, a

prevalente componente limoso-argillosa e sabbiosa, con scheletro detritico eterometrico da minuto a grossolano; comprendono, quando non distinguibili cartograficamente, locali depositi torrentizi prevalentemente limoso-sabbiosi, anch'essi con scheletro detritico eterometrico, talora con inclusi detritici ciottolosi, fino a blocchi di cubatura anche superiore al metro, a luoghi terrazzati ed interessati da erosione concentrata di tipo calanchivo. In alcuni casi, si rileva un'elevata presenza di blocchi di svariati metri cubi, subarrotondati e/o debolmente smussati, solitamente incastrati tra di loro con scarsa matrice e debole coltre pedogenizzata, a testimoniare un deposito detritico accumulatosi con meccanismi legati a processi parossistici in condizioni climatico-ambientali diverse dall'attuale. Nel loro complesso, tali depositi colmano depressioni vallive, vallecole a fondo piatto o si dispongono ai piedi dei versanti costituendo il raccordo morfologico dei settori pedemontani del rilievo. A luoghi, colmano parzialmente o costituiscono lembi relitti, sospesi per reincisione, lungo i corsi d'acqua pedemontani ed intravallivi. Questi depositi si ritrovano, e spesso abbondano, nelle zone di impluvio, specialmente quelle meno acclivi, in vallecole a fondo piatto dove raggiungono spessori considerevoli anche superiori ai 10 metri. In questa unità vengono comprese anche le coltri di alterazione del substrato in posto di spessore cartografabile e comunque significativo. Sono costituite da pezzame litoide e/o pezzi di successione disarticolata e scompaginata; è quasi sempre presente un orizzonte humificato e gli apparati radicali si spingono in profondità anche oltre 1-2 metri. In questa categoria di detriti è possibile che siano compresi anche accumuli di frane antiche, e stabilizzate, che, per effetto dei successivi processi di modellamento del paesaggio e per la presenza di copertura vegetale, non mostrano più i tipici caratteri morfologici distintivi dei movimenti gravitativi.

Le **Alluvioni terrazzate del I ordine (b2)** sono depositi eterometrici ed eterogenei incoerenti, a luoghi debolmente coesivi e/o cementati, relitti, costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie, ciottoli e blocchi generalmente ben arrotondati, talora molto alterati, in matrice sabbioso-ghiaiosa con intercalazioni di lenti sabbioso-limose e limo-argillose. Sono presenti caratteristiche strutture da embriciatura e/o ostacolo. Tali depositi si rinvengono terrazzati, al massimo di qualche metro, al di sopra dell'alveo attuale, ai bordi delle aree golenali, a luoghi fossilizzati da una debole copertura eluvio-colluviale pedogenizzata.

Dal punto di vista litologico gli **Accumuli di frane (a<sub>1a</sub>, a<sub>1b</sub>)** costituiscono formazioni detritiche eterometriche ed eterogenee, a struttura caotica, con pezzame litoide del substrato, in matrice argilloso-siltosa, accumulati per effetto di movimenti gravitativi. Le frane possono essere distinte secondo il grado di attività, vale a dire se in evoluzione (**a<sub>1b</sub>**) o quiescenti (**a<sub>1a</sub>**).

Le **Alluvioni attuali (b<sub>1</sub>)** sono rappresentate da depositi eterometrici ed eterogenei incoerenti, mobilizzabili, costituiti prevalentemente da ciottoli, talora embriciati, da sabbie grossolane e sabbie limose, talora da blocchi. Si rinvengono negli alvei attuali o costituiscono terrazzi poco più alti dell'alveo attuale, nell'ambito delle aree golenali e non cartografabili separatamente. Questi

depositi appaiono fortemente influenzati sia da fenomeni naturali che da interventi antropici; fra i primi si evidenziano le frane, anche di ridotte dimensioni, che talora provocano localizzati sbarramenti lungo i corsi d'acqua; fra i secondi le opere trasversali al corso d'acqua, quali briglie, soglie e rampe.

Lo spessore dei depositi di copertura, ricavato sia attraverso l'osservazione delle acclivi scarpate che delimitano gli alvei dei torrenti, sia attraverso i sondaggi geognostici eseguiti risulta non inferiore a 20-25 metri. A letto di tali depositi, a profondità indefinita e con contatto sempre discordante ed irregolare, si rinviene il bed-rock relativo dell'area.

Sotto il profilo geologico-strutturale in questo settore della catena Appenninica il substrato pre-quadernario è rappresentato da successioni marine, in facies di flysch e di ambiente bacinale, di età compresa tra l'Eocene medio ed il Miocene, che la letteratura scientifica (Bonardi et alii, 1988; Progetto CARG - Carta Geologica Regionale in scala 1:25.000) attribuisce all'Unità tettonica Nord-Calabrese (Eocene medio-Burdigaliano), all'Unità tettonica di Castelnuovo Cilento (Eocene medio-Burdigaliano) ed al Gruppo del Cilento (Langhiano-Tortoniano inf.). Tali successioni, argillitico-marnose ed arenaceo-conglomeratiche, costituiscono l'ossatura dei rilievi collinari che delimitano ad est ed ovest l'intera valle dell'Alento e dei suoi tributari principali di quest'area.

Al di sopra delle successioni marine si rinvengono depositi quadernari di copertura costituiti da sedimenti clastici di origine continentale quali alluvioni limo-argillose e sabbioso-ghiaiose, di riempimento della valle dell'Alento e delle valli tributarie, depositi detritico-argillosi e limo-argillosi, costituenti i prodotti di accumulo dei processi denudazionali ed erosionali agenti sui versanti (detriti di versante, colluvioni, cumuli di frana, ecc..) e depositi di spiaggia sia eolici che marini.

Dal punto di vista della tettonica ed assetto strutturale, il settore della "Provincia Stratigrafico-Strutturale del Cilento" in cui s'inserisce il territorio in esame, rappresenta il risultato finale di numerosi eventi tettono-sedimentari di tipo compressivo e distensivo che, a partire dal Miocene inferiore, hanno interessato Unità appartenenti a diversi domini paleogeografici e responsabili della costruzione di questo settore della catena Appenninica. A tali fasi sono seguite quelle orogenetiche che hanno portato alla surrezione della stessa catena.

L'elemento strutturale di primo ordine è costituito dalla sovrapposizione tettonica, avvenuta nel Burdigaliano inferiore, dell'insieme di Unità di provenienza interna sui domini paleogeografici dell'Unità Alburno Cervati.

A fasi disgiuntive intercalate alle fasi compressive sarebbe da attribuire la formazione del bacino di sedimentazione Silentino, di età Burdigaliano medio-superiore-Langhiano, compreso fra le falde cristalline calabresi in fase di rapido inserimento nel "varco" Calabro-Peloritano ed i domini esterni appenninici già deformati.

Gli affioramenti dell'Unità Cilento-Albidona sembrano suturare a scala regionale le superfici di accavallamento delle Unità esterne interessate fino al Langhiano dalla tettonogenesi.

Molto evidenti sono gli effetti della tettonica disgiuntiva plio-quadernaria responsabile della formazione di blocchi variamente ribassati e/o rialzati e, quindi, della formazione delle principali morfostrutture dell'area.

#### **4. GEOMORFOLOGIA GENERALE E DI DETTAGLIO**

L'area di specifico interesse, dal punto di vista morfologico, può essere divisa in due settori principali: il primo caratterizzato dall'affioramento dei depositi detritico-alluvionali, mentre il secondo dalla presenza delle formazioni arenaceo-conglomeratiche ed argilloso-arenacee del flysch del Cilento. Nelle aree in cui affiorano i terreni del flysch del Cilento, i versanti, che degradano dagli spartiacque verso i fondovalle si presentano in uno stadio morfologico giovanile con la scarpata sommitale modellata nel substrato, la porzione intermedia (rettilinea o concava) ricoperta da depositi di versante, una rottura basale in prossimità dell'alveo, una copertura superficiale costituita da terreni detritici sciolti. Nella porzione mediana dei bacini afferenti l'area di studio i versanti evolvono in seguito a movimenti di massa. Le tipologie più diffuse sono gli scorrimenti rotazionali, le colate ed i fenomeni misti derivati dalla combinazione di dei primi due tipi. Tali fenomeni sono localizzati alle testate dei valloni ed incrementati dallo scalzamento al piede operato dalle acque incanalate. Nella parte bassa degli stessi bacini, invece, i terreni detritici sciolti sono interessati da processi erosivi intensi sia diffusi che lineari. I primi sono dovuti al dilavamento della coltre superficiale e dei suoli agrari ad opera del ruscellamento delle acque non regimate, i secondi, richiamando notevoli quantità di materiale detritico dalle sponde dei fossi, predispongono gli stessi al rischio a franare. Le unità morfologiche sono costituite, quindi, da quella collinare e da quella di piana costiera e fondovalle.

Dal punto di vista morfoevolutivo il modello dell'intera area, ricavato dall'analisi e dall'interpretazione delle forme relitte erosionali e deposizionali, ha evidenziato che dopo un'intensa attività tettonica che ha dislocato a varie quote antiche forme di erosione, si sono prodotti, in clima periglaciale, accumuli clastici di dimensioni notevoli. Le prime generazioni si sono depositate su un paesaggio ad elevata maturità morfologica (formazione di Centola), mentre le altre, successive alle dissecazioni fluviali, hanno interessato i fondovalle.

Il disegno morfologico dell'area riflette i principali lineamenti strutturali acquisiti durante il Pleistocene, legati alle vicissitudini neotettoniche del margine peritirrenico della catena Appenninica. I progressivi approfondimenti dei corsi d'acqua hanno inciso le aree di mezzacosta e pedemontana modellando la sommità delle creste in maniera sottile ed allungata. Come è noto, la

configurazione morfologica di un territorio ricalca di norma l'assetto strutturale dei principali corpi geologici affioranti ed è il risultato dei differenti sistemi morfoevolutivi instauratisi nella regione. A questo proposito occorre ricordare come nel Cilento ebbero molta influenza le fasi traslative miopleistoceniche e la tettonica disgiuntiva plio-pleistocenica. Esse hanno delineato un quadro morfotettonico composto da alti strutturali e da depressioni tettoniche in cui si sono conservate le formazioni terrigene delle unità Silentine.

Le condizioni morfologiche dei versanti costituiti dalle formazioni del flysch del Cilento offrono una notevole varietà di configurazioni esaltate da processi di morfogenesi selettiva che trovano facile sviluppo nell'assortimento dei tipi litologici.

L'assetto morfologico attuale della zona è strettamente connesso alle caratteristiche geologico-strutturali delle formazioni presenti e all'evoluzione tettonico-sedimentaria cui tali formazioni sono state sottoposte nel corso del Quaternario. Questi terreni di ambiente marino, lagunare e continentale costituiscono degli alti strutturali rappresentati dai rilievi collinari della potente serie terrigena del flysch del Cilento che si intervallano ai bassi morfologici.

Tutta l'area, laddove affiorano i termini flyscioidi, è caratterizzata da morfologie acclivi, risultanti dal modellamento dei terreni da parte degli agenti atmosferici. Sulle superfici così ottenute si è avuta la deposizione dei materiali sciolti, costituenti la coltre di copertura recente, che possono essere ricondotti a genesi colluviale.

Le forme morfologiche riscontrate nel paesaggio esaminato sono il frutto dell'erosione esercitata sia degli agenti atmosferici che dalle acque ruscellanti, diffuse ed incanalate, nonché dai fenomeni gravitativi presenti soprattutto nella copertura detritica. L'imbibimento dei terreni a prevalente componente argillosa e lo scalzamento al piede operato dai corsi d'acqua sulle sponde è causa dei molti movimenti gravitativi presenti nell'area. La caratteristica morfologica prevalente delle aree interessate dagli interventi di forestazione è quella di essere impostate quasi completamente su aree di versante con acclività topografiche abbastanza elevate.

I principali processi morfogenetici in atto sono riconducibili prevalentemente a movimenti gravitativi e/o a processi di dilavamento s.l. e risultano essere strettamente collegati alla natura litotecnica delle unità riconosciute ed alla sistematica variabilità litostratigrafica che si rileva lungo lo sviluppo delle successioni. A questo si aggiunge, quale carattere predisponente, e talvolta determinante, il locale assetto geometrico-strutturale che vede, prevalentemente, la sovrapposizione di litologie a comportamento fragile su litologie a comportamento plastico, per un maggiore contenuto di sedimenti argillosi. L'esposizione più o meno completa del contatto, molto spesso netto e di natura meccanica, talora graduale (fascia di deformazione lungo il contatto), e la posizione altimetrica lungo lo sviluppo del versante, costituiscono fattori predisponenti l'insorgere di fenomeni franosi anche di notevoli dimensioni. In alcuni casi sono riconoscibili forme, non cartografabili, legate ad

antichi dissesti, i cui depositi, presenti sotto forma di lembi relitti, risultano chiaramente associati a condizioni climatiche e morfoevolutive non compatibili con quelle attuali.

La distribuzione e tipologia dei fenomeni franosi risente, come accennato, in primo luogo delle caratteristiche litologiche e strutturali, nonché, a tratti, della degradazione superficiale. Per ovvi motivi, le unità caratterizzate dalla prevalente presenza di litologie argillose, risultano interessate da un maggiore grado di erodibilità, sia diffusa che concentrata, ed una maggiore propensione al dissesto di natura franosa.

La natura litologica delle coltri di alterazione e delle coperture detritiche di versante, talora caratterizzate da spessori considerevoli, evidenziano caratteristiche forme erosionali riconducibili a fenomeni di dilavamento concentrato e/o diffuso.

Sui versanti costituiti da substrato argilloso o con coperture detritiche di spessore considerevole, si sviluppano talora profonde incisioni fino alla formazione di veri e propri calanchi.

## **5. IDROGEOLOGIA GENERALE E DI DETTAGLIO**

L'idrografia superficiale della zona in studio è rappresentata dalla presenza di alcuni torrenti di cui la gran parte è caratterizzata dal regime occasionale e torrentizio che sono impostati sui rilievi collinari circostanti. Tali corsi d'acqua, costituiscono una delle fonti di alimentazione della rete idrica sotterranea, in azione concomitante con le acque meteoriche di infiltrazione.

Dal punto di vista idrogeologico gli elementi geologici di maggiore rilevanza, che caratterizzano questa parte di territorio, sono ravvisabili nei terreni flyscioidi miocenici e i terreni detritici che si sovrappongono ad essi.

I primi, sono tipicamente caratterizzati dall'alternanza ritmica di strati litoidi, arenacei e/o calcarenitici, a strati pelitici. La componente litoide a luoghi prevale su quella pelitica mentre in altri è subordinata ad essa.

L'assetto strutturale è complesso in quanto questi terreni avendo subito le fasi deformative mioceniche sono caratterizzati da forti deformazioni duttili (piegamenti ecc.). Per le caratteristiche litologiche variegata, nonché per l'assetto strutturale complesso queste formazioni sono definibili, secondo una dizione ormai in uso, come formazioni strutturalmente complesse. Per le caratteristiche citate, questi terreni si caratterizzano come a scarso grado di permeabilità per fratturazione e porosità.

I termini arenaceo-pelitici che caratterizzano gran parte del territorio oggetto di studio possono essere considerati omogenei dal punto di vista idrogeologico, tanto da essere raggruppati in uno stesso complesso idrogeologico. Il grado e il tipo di permeabilità variano da strato a strato; tuttavia

la presenza ritmica degli interstrati pelitici e la loro grande continuità laterale conferiscono all'insieme uno scarso grado di permeabilità per porosità e subordinatamente per fratturazione.

I sedimenti costituenti le formazioni detritiche elu-colluviali e di frana sono dotati di permeabilità variabile; laddove prevale la componente limo-argillosa, i sedimenti denotano una permeabilità piuttosto bassa, laddove prevale la componente sabbioso-ghiaiosa e detritica si ha una più elevata permeabilità e tali sedimenti, laddove opportunamente tamponati, possono essere potenziale sede di accumuli idrici peraltro di modesta entità. La circolazione idrica sotterranea avviene nell'ambito della coltre di alterazione e al contatto tra la porzione di substrato fratturato ed alterato ed il substrato resistente a minor grado di fratturazione. Gli acquiferi sono modesti, rappresentati dalle coltri detritiche e dalla fascia di alterazione dello stesso substrato.

Lo strato drenante, costituito da sabbia e ciottoli eterodimensionali, da un punto di vista quantitativo, risulta decisamente prevalente sui litotipi impermeabili limosi e/o argillosi.

Per questi terreni si potrà assumere un valore del coefficiente di infiltrazione potenziale pari al 35%.

Il complesso alluvionale che caratterizza gran parte delle aree oggetto d'intervento presenta una permeabilità variabile in funzione della granulometria. Le sabbie limose, i ciottoli e le ghiaie evidenziano un grado di permeabilità per porosità medio-alto. Laddove, invece si ha prevalenza della componente limo-argillosa la circolazione idrica è scarsa. Pertanto in tali depositi, anche per effetto della loro giacitura lenticolare, si originano falde sospese a più livelli.

## **6. COMPATIBILITÀ GEOLOGICA DEGLI INTERVENTI NEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO**

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico, previsto dalle Leggi nn. 267/98 e 365/00, si configura come stralcio funzionale relativo al rischio idrogeologico nell'ambito del Piano di bacino idrografico previsto dall'art. 17 comma 6-ter, della legge 18 maggio 1989, n. 183 e dalla L.R. 7 febbraio 1994, n. 8.

L'ex Autorità di Bacino Regionale Sinistra Sele, poi Autorità di Bacino Campania Sud ed ora Distretto Idrografico per l'Appennino Meridionale, ha adottato con delibera n. 11 del 16/04/2012 il **"PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO" - RISCHIO IDRAULICO E RISCHIO FRANA - AGGIORNAMENTO 2012** che di fatto sostituisce il Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico adottato con delibera di Comitato Istituzionale n. 55 del 12/06/2002 e il "Progetto di aggiornamento del P.S.A.I. (Rischio frane e rischio idraulico) adottato con delibera n. 2 del 11/04/2011 dei quali, a partire dal 14 Maggio 2012, data di pubblicazione sul B.U.R.C. n. 31, è cessata l'efficacia.

Come evidenziato negli stralci allegati in calce alla presente, negli elaborati a corredo dello stesso, i tracciati dei corsi d'acqua oggetto d'intervento intercettano zone di accumulo di aree interessate da fenomeni gravitativi cartografati nel PSAI e classificate con grado di **Pericolosità** variabile da **P1- Moderata a P4 - Molto Elevata** e di **Rischio** anch'esso variabile da **R1- Moderato a R4 - Molto Elevato** (**CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA E CARTA DEL RISCHIO DA FRANA**) ed in parte sono classificate a **Pericolosità d'Ambito variabile Pa3 - Elevata** (**CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA**).

Inoltre, sono classificate come **Aree di Attenzione di Versante, di Conoide e di Fondovalle** (**CARTA DELLE AREE DI ATTENZIONE SU BASE GEOMORFOLOGICA**).

Con riferimento al **Rischio Idraulico**, invece, in parte rientrano all'interno di aree classificate come **Fasce Fluviali A, B o C** (**CARTA DELLE FASCE FLUVIALI**) con grado di **Rischio Idraulico variabile da** (**CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO**) e aree che non sono state classificate come

Le **aree a pericolosità da ambito da dissesti di versante** sono regolamentate dall'art. 40 del TESTO UNICO COORDINATO DELLE NORME DI ATTUAZIONE DEI PSAI RELATIVI AI BACINI IDROGRAFICI REGIONALI IN DESTRA E IN SINISTRA SELE ED INTERREGIONALE DEL FIUME SELE" emanato dall'Autorità di Bacino Campania Sud con Delibera del Comitato Istituzionale n. 22 del 02.08.2016:

#### **ARTICOLO 40 - Aree di pericolo da ambito da dissesti di versante**

1. *Le aree di pericolosità da ambito da dissesti di versante sono qualificate dalla propensione moderata, media, elevata o molto elevata ad innescare fenomeni di movimenti franosi come quelli dell'ambito di riferimento e sono rispettivamente individuate nelle cartografie di piano come Pa1, Pa2, Pa3, Pa4.*
2. *Nelle aree classificate a pericolosità da ambito da dissesti di versante, fatta eccezione per gli interventi di cui al comma 1 lettera a), b) e c) dell'art. 3 del D.lvo n. 380/2001, è necessario dimostrare che gli interventi non alterino l'equilibrio idrogeologico dell'area interessata e dell'ambito geomorfologico di riferimento mediante la redazione di:
  - a. *uno studio geologico di dettaglio, per le aree classificate Pa1 e Pa2;*
  - b. *uno studio di compatibilità geologica, per le aree classificate Pa3 e Pa4, da redigersi con i contenuti di cui all'articolo 51 in conformità degli indirizzi e delle indicazioni di cui all'allegato H.**
3. *In tali aree i soggetti, titolari del rilascio di titoli abilitativi e/o nulla osta, verificano che i suddetti studi dimostrino quanto richiesto al precedente comma 2, provvedendo a trasmettere una copia di tutta la documentazione progettuale all'Autorità di Bacino ai soli fini dell'aggiornamento dello stato conoscitivo del territorio.*

Con riferimento alle **Aree di Attenzione** l'**art. 41** delle predette Norme, ai commi 1 e 2 recita rispettivamente:

- 1. Le aree di attenzione, riportate nelle cartografie del PSAI, rappresentano porzioni di territorio, non sottoposte a modellazione idraulica né ricadenti nelle aree propriamente in frana, evidenziando sotto il profilo geomorfologico una interazione tra dinamica gravitativa dei versanti e dinamica del reticolo drenante di versante e di fondovalle;*
- 2. Nell'ambito di tali aree tutte le attività e gli interventi, fatta eccezione per gli interventi di cui al comma 1 lettera a), b) ed e) dell'art. 3 del D. Lvo n. 380/2001, sono subordinati ad una previa verifica degli scenari di dissesto possibili da attuarsi attraverso uno studio interdisciplinare in cui le considerazioni di carattere geomorfologico di maggiore dettaglio devono essere oggettivate da uno studio idraulico idrologico coerente con le fenomenologie prospettate.*

Per le aree a rischio idrogeologico reale da frana ed idraulico il "TESTO UNICO COORDINATO DELLE NORME DI ATTUAZIONE DEI PSAI RELATIVI AI BACINI IDROGRAFICI REGIONALI IN DESTRA E IN SINISTRA SELE ED INTERREGIONALE DEL FIUME SELE" all'**art. 13, comma 8** sancisce che *"Nelle aree perimetrate a rischio idraulico e a pericolosità idraulica, a rischio da frana e a pericolosità da frana, le prescrizioni relative si applicano contemporaneamente, ciascuna operando in funzione della rispettiva finalità, così come indicato al precedente comma 7, e tenendo conto che le disposizioni più restrittive prevalgono sempre su quelle meno restrittive."*

Va da sé, quindi, che per la determinazione degli interventi consentiti in aree caratterizzate contemporaneamente da rischio e pericolo idrogeologico siano innanzitutto da confrontare i vincoli relativi a ciascuna classe riscontrata, assumendo come vigenti quelli più limitativi, siano essi relativi al rischio o alla pericolosità.

Nel fattispecie, in via cautelativa, sarà conveniente la disciplina prevista per le aree a rischio molto elevato sia da dissesti di versante che da rischio idraulico.

Al fine di stabilire la conformità degli interventi rispetto al Testo Unico delle Norme di Attuazione del vigente Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI) - Rischio Idraulico e Rischio Frane, si ritiene opportuno e necessario fare alcune attente valutazioni e considerazioni:

I commi 2 e 6 dell'**art. 21 - Disposizioni Generali in aree a rischio da Dissesti di Versante** recitano testualmente:

*- Comma 2 "Nelle aree a rischio da frana continuano a svolgersi le attività antropiche ed economiche esistenti alla data di adozione del PSAI osservando le cautele e le prescrizioni disposte dalle presenti norme, a condizione che siano adottati e/o approvati a norma di legge i Piani di Emergenza di Protezione Civile"*

- **Comma 6** *"Tutte le nuove attività, opere e sistemazioni e tutti i nuovi interventi consentiti nelle aree a rischio da frana, rispetto alla pericolosità dell'area, devono essere tali da:*

- a. *migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di sicurezza del territorio e di difesa del suolo;*
- b. *non costituire in nessun caso, un fattore di aumento della pericolosità da dissesti di versante (diretto e indiretto), attraverso significative e non compatibili trasformazioni del territorio;*
- c. *non compromettere la stabilità dei versanti;*
- d. *non costituire elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione definitiva delle specifiche cause di rischio esistenti;*
- e. *non pregiudicare le sistemazioni definitive delle aree a rischio né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o da altri strumenti di pianificazione;*
- f. *garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;*
- g. *limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio, avendo cura di limitare lo scarico proveniente da piazzali nei tratti dei corsi d'acqua definiti a rischio/pericolosità idraulica;*
- h. *rispondere a criteri di basso impatto ambientale, prevedendo, ogni qualvolta possibile, l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica di cui al Decreto Presidente della Giunta Regionale della Campania n. 574 del 22 luglio 2002.*

**Ed, al comma 7 dell'art. 8 Disposizioni generali in aree a rischio idraulico**

1. *Tutte le nuove attività, opere e sistemazioni e tutti i nuovi interventi consentiti, ivi compresi quelli di manutenzione, sia ordinaria che straordinaria, nelle aree a rischio idraulico, devono essere tali da:*
  - b. *migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità idraulica;*
  - c. *non costituire in nessun caso un fattore di aumento della pericolosità idraulica né localmente, né nei territori a valle o a monte, producendo significativi ostacoli al normale libero deflusso delle acque ovvero causando una riduzione significativa della capacità di invaso delle aree interessate;*
  - d. *non costituire un elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione delle specifiche cause di rischio esistenti;*

- e. non pregiudicare le sistemazioni idrauliche definitive né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o da altri strumenti di pianificazione;
- f. garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un ostacolo significativo al regolare deflusso delle acque, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;
- g. limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio, avendo cura di limitare lo scarico proveniente da piazzali nei tratti dei corsi d'acqua definiti a rischio/pericolosità idraulica;
- h. rispondere a criteri di basso impatto ambientale, prevedendo, ogni qualvolta possibile, l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica di cui al Decreto Presidente della Giunta Regionale della Campania n. 574 del 22 luglio 2002;
- i. salvaguardare la risorsa acqua in funzione del minimo deflusso vitale o della potenzialità della falda.

#### **6.1. COMPATIBILITÀ DEGLI INTERVENTI NELLE AREE A RISCHIO DA FRANA**

Ai sensi dell'art. 14 Comma 1 del "TESTO UNICO COORDINATO DELLE NORME DI ATTUAZIONE DEI PSAI RELATIVI AI BACINI IDROGRAFICI REGIONALI IN DESTRA E IN SINISTRA SELE ED INTERREGIONALE DEL FIUME SELE", gli interventi di progetto rientrano tra gli interventi consentiti nelle aree a rischio da frana:

#### **ARTICOLO 14 - Interventi consentiti nelle aree a rischio da frana**

1. Nelle aree perimetrate a rischio molto elevato da frana sono sempre ammessi:
  - a. la manutenzione ordinaria delle opere idrauliche e di sistemazione dei versanti;
  - b. la manutenzione straordinaria delle opere idrauliche e di sistemazione dei versanti;
  - c. gli interventi di bonifica e di sistemazione delle aree di possibile innesco e sviluppo dei fenomeni di dissesto;
  - d. gli interventi di sistemazione e miglioramento ambientale finalizzati a ridurre i rischi, sempre che non interferiscano negativamente con l'evoluzione dei processi e degli equilibri naturali e favoriscano la ricostituzione della vegetazione spontanea autoctona;
  - e. gli interventi urgenti delle autorità di difesa del suolo e di protezione civile competenti per la salvaguardia della incolumità delle persone e della conservazione dei beni a fronte del verificarsi di eventi pericolosi o situazioni di rischi.
2. I progetti di cui al precedente comma 1, lettere b), c) e d), devono essere corredati dallo studio di compatibilità geologica da redigersi con i contenuti di cui all'articolo 51, ed in

conformità degli indirizzi e le indicazioni di cui all'allegato H rispetto ai bacini idrografici di riferimento, sul quale questa Autorità è chiamata ad esprimere il proprio parere di competenza.

3. Gli interventi posti in essere con il rito della somma urgenza, da parte degli Organi competenti in materia di difesa del suolo e di protezione civile, rivolti alla salvaguardia della incolumità delle persone e alla conservazione dei beni, a seguito di eventi calamitosi o situazioni di rischio eccezionali, devono essere comunicati all'Autorità, affinché quest'ultima, se richiesto, possa mettere in atto ogni utile attività di cooperazione.

ed, ai sensi dell'**art. 15 commi 5 e 6**:

**ARTICOLO 15 - Disciplina delle aree a rischio da frana R4 per i Bacini idrografici in Destra Sele e in Sinistra Sele e Rf4 per il Bacino idrografico Interregionale Sele**

5. Nelle aree perimetrate a rischio reale molto elevato da frana, in relazione alle opere pubbliche o d'interesse pubblico esistenti, sono ammessi altresì:
- a. gli interventi necessari per l'adeguamento di opere e infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico;
  - b. gli interventi di adeguamento funzionale e prestazionale degli impianti esistenti di depurazione delle acque e di smaltimento dei rifiuti, principalmente per aumentarne le condizioni di sicurezza e igienico-sanitarie di esercizio o per acquisire innovazioni tecnologiche purché:
    - non concorrano ad incrementare il carico insediativo;
    - non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio;
    - risultino essere coerenti con la pianificazione degli interventi d'emergenza di protezione civile;
    - venga dimostrata l'assenza di alternative;
    - venga dimostrata la non delocalizzabilità;
6. I progetti di cui al comma 4, lettere a), f), i), j e comma 5, lettere a) e c), devono essere corredati dallo studio di compatibilità geologica da redigersi con i contenuti di cui all'articolo 51, ed in conformità degli indirizzi e le indicazioni di cui all'allegato H rispetto ai bacini idrografici di riferimento, debitamente asseverato da tecnico abilitato. Gli interventi ricadenti in aree a pericolosità media Pf2a, a pericolosità moderata Pf1, a pericolosità P2 e P1, di cui al comma 1, devono essere corredati dallo studio di compatibilità geologica da redigersi con i contenuti di cui all'articolo 51 ed in conformità degli indirizzi e delle indicazioni di cui all'allegato H rispetto ai bacini idrografici di riferimento, debitamente asseverato da tecnico abilitato

L'allegato H "INDIRIZZI TECNICI PER LA REDAZIONE DEGLI STUDI DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA PER IL BACINO IDROGRAFICO REGIONALE IN SINISTRA SELE" al suddetto Testo Unico prescrive che il professionista redattore dello studio di compatibilità debba dimostrare:

- ▶ *la compatibilità del progetto con quanto previsto dalla normativa di attuazione del piano, con particolare riferimento alle garanzie ed alle condizioni vincolanti rispetto alle problematiche connesse al rischio idrogeologico,*
- ▶ *che le realizzazioni garantiscono, secondo le caratteristiche e le necessità relative a ciascuna fattispecie, la sicurezza del territorio in base ai criteri definiti dal quadro normativo che disciplina la formazione dei piani stralcio per l'assetto idrogeologico"*

Lo stesso allegato sancisce che la compatibilità idrogeologica deve essere:

- ✓ **verificata** *in funzione dei dissesti che interessano le aree a diversa suscettività al dissesto perimetrate ai sensi del presente piano;*
- ✓ **stimata** *in base alle interferenze tra i dissesti idrogeologici individuati e le destinazioni o le trasformazioni del suolo in progetto;*
- ✓ **valutata** *confrontando gli interventi proposti con gli effetti sull'ambiente, tenendo conto della dinamica evolutiva dei dissesti che interessano il contesto in esame.*

## **6.2. COMPATIBILITÀ DEGLI INTERVENTI NELLE AREE A RISCHIO IDRAULICO**

Ai sensi dell'art. 9 Comma 1 del "TESTO UNICO COORDINATO DELLE NORME DI ATTUAZIONE DEI PSAI RELATIVI AI BACINI IDROGRAFICI REGIONALI IN DESTRA E IN SINISTRA SELE ED INTERREGIONALE DEL FIUME SELE", gli interventi di progetto rientrano tra gli interventi consentiti nelle aree a rischio idraulico:

### **ARTICOLO 14 - Interventi per la mitigazione del rischio idraulico**

1. *Nelle aree perimetrate a rischio idraulico sono sempre ammessi:*
  - a. *la manutenzione ordinaria delle opere idrauliche e di sistemazione dei versanti;*
  - b. *la manutenzione straordinaria delle opere idrauliche e di sistemazione dei versanti;*
  - c. *gli interventi idraulici e le opere idrauliche per la messa in sicurezza delle aree e per la riduzione o l'eliminazione del rischio;*
  - d. *gli interventi di sistemazione e miglioramento ambientale finalizzati a ridurre il rischio idraulico, che favoriscano, tra l'altro, la ricostruzione dei processi e degli equilibri naturali, il riassetto delle cenosi di vegetazione riparia, la ricostituzione della vegetazione spontanea autoctona. Tra tali interventi sono altresì compresi i tagli di piante autorizzati*

dall'autorità forestale o idraulica competente per territorio, nell'ottica di assicurare il regolare deflusso delle acque, in coerenza del disposto del Decreto Presidente della Repubblica 14 aprile 1993, "Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni recante criteri e modi per la redazione dei programmi di manutenzione idraulica e forestale"; la manutenzione ordinaria delle opere idrauliche e di sistemazione dei versanti;

e. gli interventi urgenti delle autorità di difesa del suolo e di protezione civile competenti per la salvaguardia dell'incolumità delle persone e della conservazione dei beni a fronte del verificarsi di eventi pericolosi o situazioni di rischio.

2. I progetti di cui al comma 1, lett. b), c) e d), devono essere corredati dallo studio di compatibilità idraulica da redigersi con i contenuti di cui all'articolo 50, ed in conformità degli indirizzi e le indicazioni di cui all'allegato G rispetto ai bacini idrografici di riferimento, sul quale questa Autorità è chiamata ad esprimere il proprio parere di competenza.

3. Gli interventi posti in essere con il rito della somma urgenza, da parte degli Organi competenti in materia di difesa del suolo e di protezione civile, rivolti alla salvaguardia della incolumità delle persone e alla conservazione dei beni, a seguito di eventi calamitosi o situazioni di rischio eccezionali, devono essere comunicati all'Autorità, affinché quest'ultima, se richiesto, possa mettere in atto ogni utile attività di cooperazione.

Ne consegue, quindi, che gli interventi di progetto sono compatibili con le misure di salvaguardia emanate nel "TESTO UNICO COORDINATO DELLE NORME DI ATTUAZIONE DEI PSAI RELATIVI AI BACINI IDROGRAFICI REGIONALI IN DESTRA E IN SINISTRA SELE ED INTERREGIONALE DEL FIUME SELE" fatta salva la necessità di dover redigere mirati studi di compatibilità geologica ed idraulica.

Si ricorda, infine, che per detti interventi, ai sensi dell'**art 7 - Pareri dell'Autorità di Bacino**, sarà obbligatorio richiedere il parere dell'Autorità:

1. Fatto salvo quanto previsto dagli altri studi e/o misure di salvaguardia vigenti dell'Autorità, nonché di quanto stabilito dall'articolo 14 della L.R. 7 febbraio 1994, n. 8 e dalle norme del presente Piano, spetta all'Autorità esprimere un parere preventivo, obbligatorio e vincolante su progetti definitivi e/o atti di pianificazione comunque denominati relativi a:

a) interventi per la mitigazione del rischio idraulico di cui all'articolo 9, comma 2;

b) interventi consentiti nelle aree a rischio da frana di cui all'art. 14, comma 2;

c) interventi consentiti nelle aree a rischio da colata di cui all'art. 23, comma 2;

d) interventi consentiti nelle aree a pericolosità idraulica, da frana e da colata di cui all'articolo 27, comma 6;

e) interventi consentiti nelle aree a pericolosità idraulica comprese nella Fascia Fluviale A e B1 per i tre Bacini idrografici di cui all'articolo 28, comma 3;

- f) *interventi consentiti nelle aree a pericolosità idraulica comprese nelle Fasce Fluviali B2 e B3 dei tre Bacini idrografici di cui all'articolo 29, comma 2;*
- g) *interventi consentiti sui corsi d'acqua non studiati mediante verifiche idrauliche per i Bacini idrografici Regionali in Destra e in Sinistra Sele di cui all'art. 32;*
- h) *interventi consentiti nelle aree a pericolosità da frana molto elevata ed elevata P4 e P3 per i Bacini idrografici Regionali in Destra e in Sinistra Sele e a pericolosità reale da frana Pf3 e Pf2 per il Bacino idrografico Interregionale Sele di cui all'articolo 33, comma 2;*
- i) *interventi consentiti nelle aree a pericolosità da colata molto elevata e elevata P4 e P3 e in quelle suscettibili a fenomeni da colata (ASC) di cui agli di cui agli artt. 38, comma 2 e 39;*
- j) *interventi in aree di attività estrattive dismesse di cui all'art. 47, comma 2 e 3;*
- k) *interventi relativi alle infrastrutture, per gli impianti a rete pubblici o di interesse pubblico e per gli impianti tecnologici di cui all'articolo 49, comma 3 e comma 6;*
- l) *proposte di aggiornamento, varianti e modifiche al PSAI di cui all'articolo 55.*
- m) *opere relative alla tutela e gestione delle risorse idriche di cui all'articolo 57, comma 5;*
- n) *piani forestali e di bonifica montana redatti secondo le normative regionali vigenti;*
- o) *piani urbanistici attuativi come disciplinati dalla specifica normativa della Regione Campania e della Regione Basilicata e le varianti agli strumenti urbanistici comunali prodotte da progetti puntuali previste dal DPR 327/01, dal DPR n. 160/2010 e da altri specifici dispositivi di legge;*
- p) *piani territoriali di coordinamento e i piani di Settore regionali;*

2. *Il parere di cui ai precedenti punti l), e p) rientrano nella competenza del Comitato Istituzionale; quelli di cui alle lettere a) b), c), d), e), f), g), h), i), j) k), m), n) e o), sono delegati al Segretario Generale.*

## **7. INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA**

Il **D.M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni”**, pubblicato sul S.O. della Gazzetta Ufficiale n. 8 del 20/02/2018, raccoglie in un unico organico testo le Norme tecniche per le costruzioni prima distribuite in diversi decreti ministeriali. Esse forniscono i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla

sicurezza strutturale delle opere.

Il **D.M. LL.PP. 11/3/88**, concernente le "norme tecniche relative alle indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione", prescrive che le scelte di progetto, i calcoli e le verifiche tecniche relative alla progettazione devono fondarsi sempre sulla caratterizzazione geologica e geotecnica del sottosuolo ottenuta con rilievi, indagini e prove. Tale caratterizzazione rappresenta il risultato finale del processo di acquisizione, elaborazione ed analisi delle informazioni acquisite (geologiche, tettoniche, stratigrafiche, meccaniche, ecc.) dalla campagna geognostica effettuata e, dunque, rileva le condizioni reali del sottosuolo in esame.

### **7.1. STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI**

La ricostruzione della stratigrafia delle aree d'intervento e la valutazione dei parametri geotecnici dei litotipi costituenti la locale successione saranno oggetto degli studi geologici e geotecnici delle successive fasi progettuali per le quali si dovranno predisporre puntuali piani di indagini mirati e adeguati a quanto richiesto dalla normativa vigente.

Ad ogni modo, le aree di intervento interessate dalla progettazione preliminare sono state oggetto di un rilevamento geomorfologico e geologico di dettaglio e dall'acquisizione di stratigrafie disponibili di sondaggi meccanici a carotaggio continuo eseguiti in aree adiacenti.

L'insieme di questi dati ha consentito di determinare per le varie aree, per la fase di lavoro preliminare, sufficienti conoscenze della litologia dei terreni affioranti e del sottosuolo per una significativa profondità.

Dall'analisi dei numerosi affioramenti in corrispondenza delle sponde dei corsi d'acqua è emersa una discreta omogeneità del sottosuolo sia verticalmente che lateralmente ed è stata individuata, nella quasi totalità, la presenza di due litotipi prevalenti.

I terreni riscontrati sono stati raggruppati, in funzione della loro composizione granulometrica e delle caratteristiche meccaniche, nei seguenti litotipi:

**LITOTIPO A** – In questo litotipo vengono raggruppati i terreni a granulometria medio-grossolana e precisamente ciottoli arrotondati e sub-arrotondati con ghiaia grossolana in abbondante matrice sabbiosa, ghiaia con ciottoli, ghiaie, ghiaietto uniforme con sabbia.

**LITOTIPO B** – In questo litotipo vengono raggruppati i terreni a granulometria media e fine (sabbia fine e media, sabbia limosa e sabbia con limo).

## 7.2. CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DEI TERRENI

A solo titolo indicativo si ritiene opportuno riportare un riepilogo delle principali proprietà geomeccaniche degli orizzonti definiti in precedenza:

<b>LITOTIPO A</b>			
<b>Ciottoli con sabbia e ghiaietto sabbioso di natura marnoso arenaceo in matrice limo-sabbiosa. Sabbie da mediamente addensate ad addensate, a luoghi si rinvencono lenti di esiguo spessore di limi sabbiosi molto addensati</b>			
<b>PESO DI VOLUME</b>	$\gamma_n$	1,800÷1,950	[gr/cm <sup>3</sup> ]
<b>ANGOLO DI ATTRITO</b>	$\varphi'$	30÷34	[°]
<b>COESIONE</b>	$c'$	0,00÷0,08	[Kg/cm <sup>2</sup> ]
<b>MODULO EDOMETRICO</b>	$E_{ed}$	150÷250	[Kg/cm <sup>2</sup> ]

<b>LITOTIPO B</b>			
<b>Sabbie e sabbie limose mediamente addensate di colore marrone chiaro con livelli di limi sabbiosi</b>			
<b>PESO DI VOLUME</b>	$\gamma_n$	1,850÷1,980	[gr/cm <sup>3</sup> ]
<b>ANGOLO DI ATTRITO</b>	$\varphi'$	26÷30	[°]
<b>COESIONE</b>	$c'$	0,05÷0,10	[Kg/cm <sup>2</sup> ]
<b>MODULO EDOMETRICO</b>	$E_{ed}$	70÷100	[Kg/cm <sup>2</sup> ]

## **8. CARATTERIZZAZIONE SISMICA**

Caratteristica peculiare della risposta sismica di un sito sono, oltre alle caratteristiche geolitologiche, anche i contenuti delle vibrazioni spettrali in arrivo, e la loro interazione positiva con la frequenza propria dei manufatti. Infatti, in presenza di siti costituiti da terreni capaci di attenuare il passaggio delle onde sismiche, ed in presenza di epicentri poco profondi si possono avere fenomeni di amplificazione.

Nell'“**Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni**” **D.M. del 17 gennaio 2018**, pubblicato sul S.O. della Gazzetta Ufficiale n. 8 del 20/02/2018,, definiscono le regole da seguire per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni, sia in zona sismica che in zona non sismica. Esse forniscono i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere. Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica di un sito deve essere valutata sia in termini geografici (condizioni topografiche del sito) che in termini temporali (vita di riferimento della costruzione); tali condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

- ◆ in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale.
- ◆ in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- ◆ per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno  $T_R$  ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata per tenere conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, sul sito di riferimento rigido ed orizzontale, in funzione di tre parametri:

- ➔  $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno (espresso in g/10);
- ➔  $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (parametro adimensionale);

➔  $T_c^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (espresso in secondi).

Per la determinazione dei valori  $a_g$ ,  $F_0$ , e  $T_c^*$  necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti. Per l'individuazione reticolo di appartenenza del sito si potrà fare riferimento alle coordinate espresse in gradi decimali e riferite al sistema geodetico WGS84.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel paragrafo 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità  $V_s$  per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2.

I valori di  $V_s$  sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove:

$h_i$  = spessore dell'i-esimo strato;

$V_{s,i}$  = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

$N$  = numero di strati;

$H$  = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni

naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

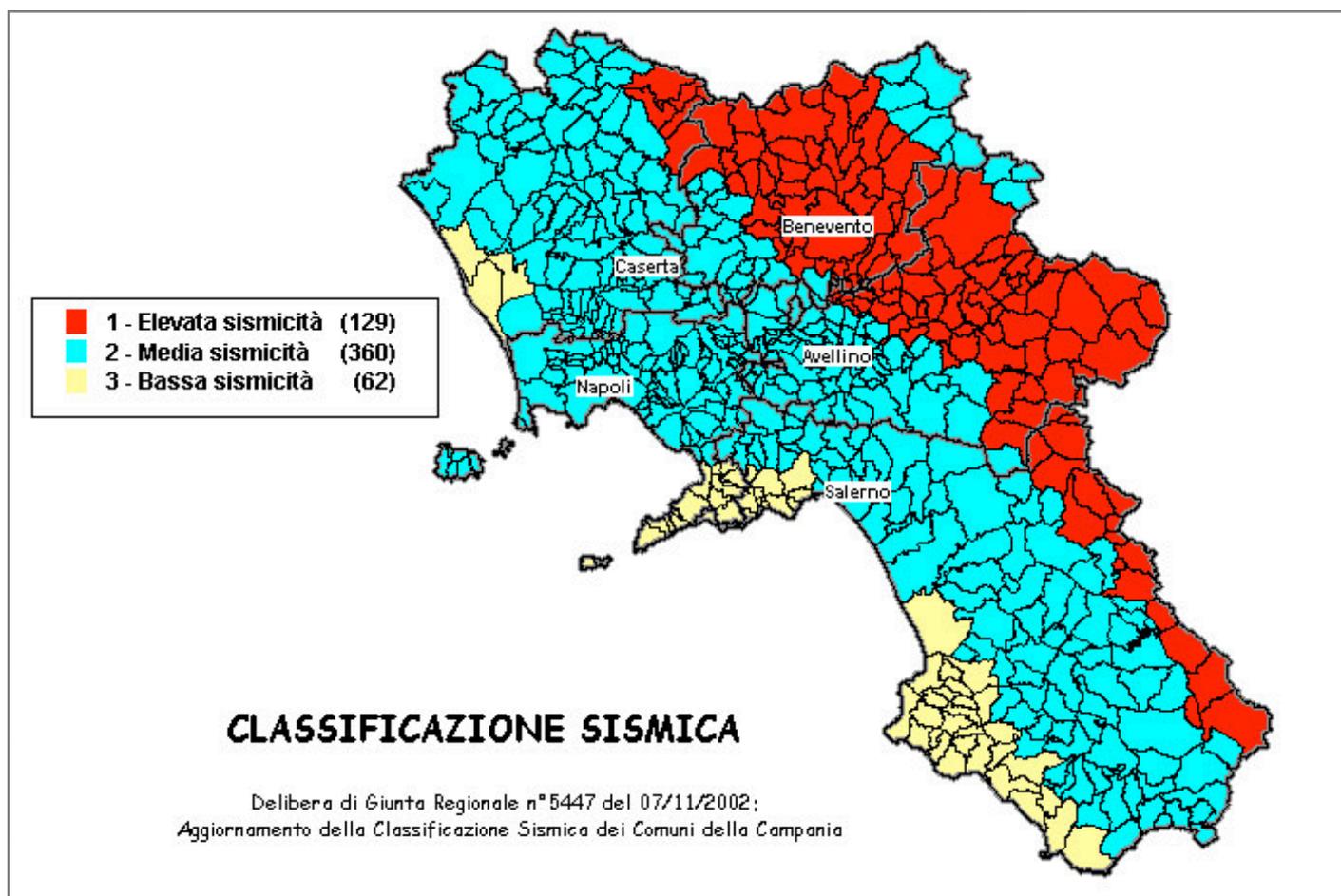
Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II delle NTC, in cui vengono distinte cinque tipologie di suoli (A - B - C - D - E) e che possono essere individuate in base allo schema seguente.

CLASSE	DESCRIZIONE
A	<b><i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i></b> caratterizzati da valori di <b>velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s</b> , eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m
B	<b><i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i></b> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da <b>valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s</b>
C	<b><i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i></b> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da <b>valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s</b>
D	<b><i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i></b> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da <b>valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s</b> .
E	<b><i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i></b> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

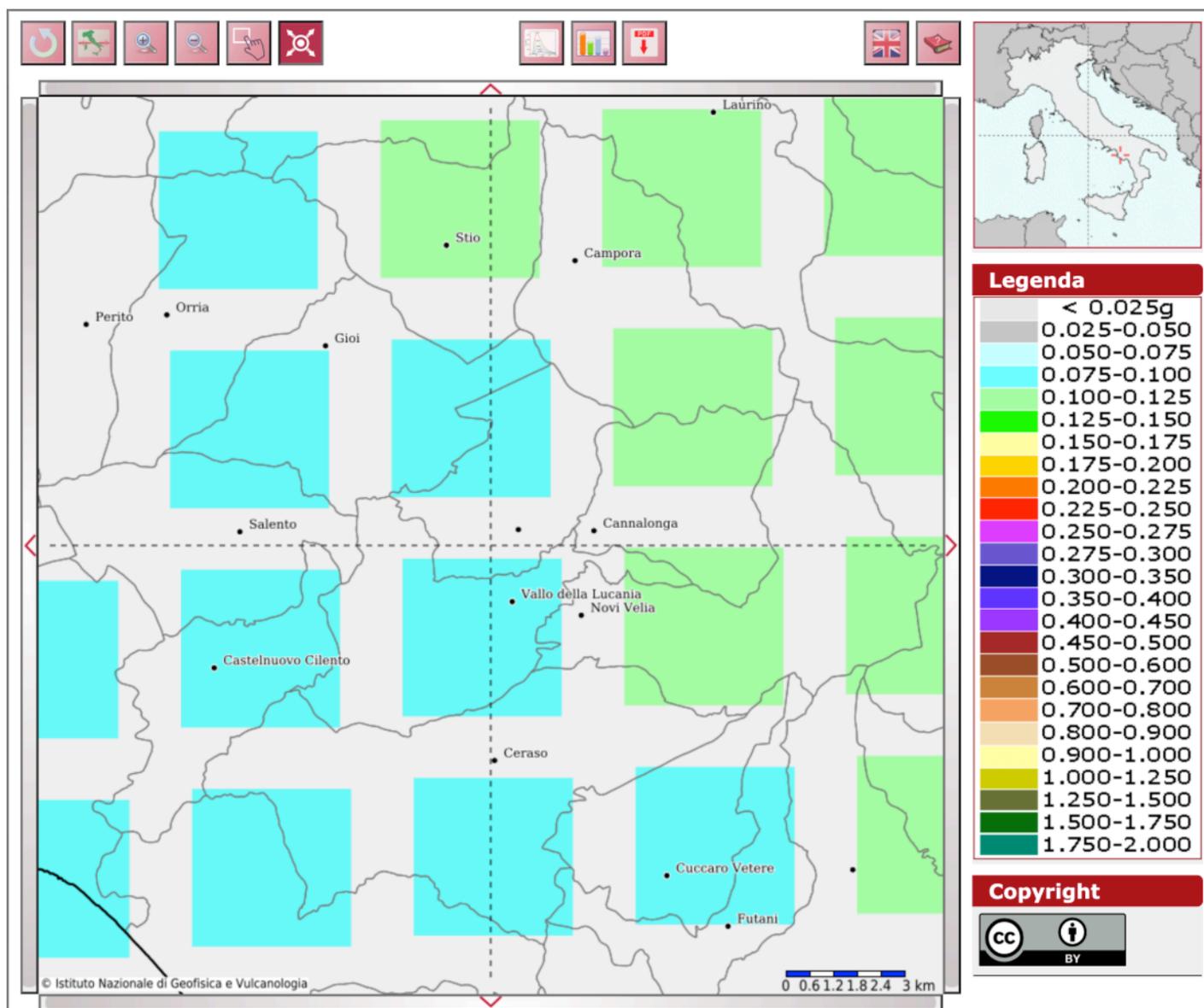
Si ricorda, infine, che *i territori comunali di Castelnuovo e di Salento* nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Campania n. 5447 del 7.11.2002, che ha approvato l'aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale, sono stati classificati a **bassa sismicità (Zona Sismica 3)** mentre *i territori comunali di Vallo della Lucania, Gioi, Moio della Civitella e di Novi Velia* sono stati classificati a **media sismicità (Zona Sismica 2) (Figura 3)**.

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido o pianeggiante  $a_g$ , che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni. Nel caso della **Zona Sismica 3** il valore di  $a_g$  è  $0,05 \leq a_g < 0,15 g$  mentre per la **Zona Sismica 2** il valore di  $a_g$  è  $0,15 < a_g \leq 0,25 g$ .



**Figura 3 - Classificazione sismica del 2002 dei comuni della Regione Campania**  
Zona 1:  $a_g > 0.25g$  - Zona 2:  $0.15g < a_g \leq 0.25g$  - Zona 3:  $0.05g < a_g \leq 0.15g$

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica, disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, redatta secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008), indica che *il territorio oggetto degli interventi* rientra nelle celle contraddistinte da valori di  $a_g$  di riferimento compresi tra **0.075 e 0.125** (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento  $a_g$ ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50) (**Figura 4**).



**Figura 4 - Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/01/08) - Punti della griglia riferiti a parametro dello scuotimento  $a_g$ ; probabilità in 50 anni 10% e percentile 50**

### 8.1. VERIFICA DELLE PERICOLOSITÀ DOVUTI AGLI EFFETTI COSISMICI

In relazione a possibili scenari di pericolosità, oltre a fenomeni di amplificazione locale si possono registrare veri e propri fenomeni di instabilità dei terreni. Questi insorgono, quando le forze (azioni) indotte da un terremoto superano la resistenza al taglio dei terreni provocandone la rottura.

L'approccio a tale situazione reale consiste nell'individuare le condizioni di potenziale instabilità del terreno ed il margine di sicurezza rispetto a tale situazione in occasione dell'evento sismico atteso.

I terreni sottoposti a potenziale instabilità sono definiti sismicamente instabili, in cui gli sforzi ciclici indotti dal terremoto di riferimento uguagliano o superano la resistenza al taglio del terreno stesso che, non essendo in grado di trasmettere gli sforzi indotti, subisce collassi e rotture. Generalmente tali terreni sono caratterizzati da proprietà meccaniche molto scadenti, basse resistenze al taglio

ed elevate deformabilità. I possibili effetti che un terremoto può provocare in un determinato sito, in rapporto alle condizioni locali sono:

- ✓ fenomeni di liquefazione in terreni granulari fini;
- ✓ fenomeni di densificazione in terreni incoerenti, nonché asciutti o parzialmente saturi;
- ✓ movimenti franosi lungo pendii;
- ✓ cedimenti in terreni argillosi soffici;
- ✓ scorrimenti e cedimenti differenziali in corrispondenza di contatti geologici o di faglie.

I fenomeni sovraelencati sono imputabili principalmente alle proprietà geotecniche dei terreni e all'interazione fra onde sismiche e natura dei depositi.

Esiste un'abbondante bibliografia, a livello nazionale ed internazionale, relativa agli effetti cosismici indotti da terremoti sia di storici che di recente accadimento, di moderata o elevata magnitudo/intensità. Oltre alla descrizione dei fenomeni ed alla ricostruzione dei meccanismi che presiedono al verificarsi di tali effetti di superficie, che corrispondono sempre a deformazioni di natura permanente del terreno e quindi a condizioni di rottura a seguito di sollecitazioni sismiche, tali studi sono volti alla definizione dell'occorrenza di ciascuna categoria di effetti in relazione a parametri quali: magnitudo dell'evento, distanza epicentrale ovvero distanza dalla linea di rottura desunta dalla distribuzione degli after-shock, accelerazione di picco (PGA), ecc..

#### 8.1.1. STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

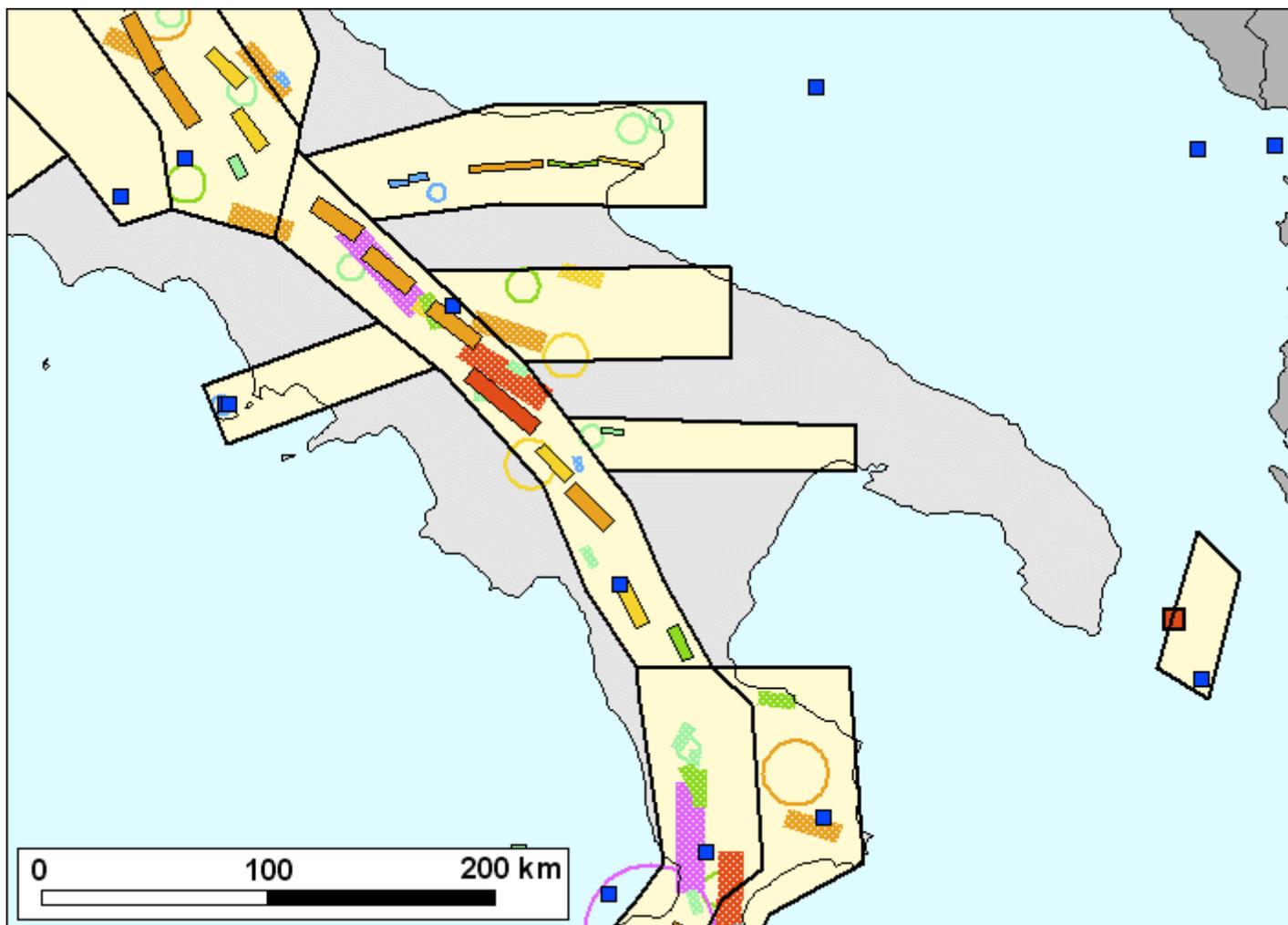
La liquefazione dei terreni è un fenomeno che interessa terreni con specifiche caratteristiche granulometriche e geotecniche, in condizioni di saturazione, a modesta profondità dal piano campagna ed a seguito di sollecitazioni sismiche significative.

In base a specifici studi ampiamente riportati in letteratura, le condizioni tipiche per tale fenomeno sono:

- ✓ terremoti con magnitudo  $M \geq 5,5$  e con accelerazioni  $a_{max} \geq 0,2$  g;
- ✓ falda idrica a profondità minore di 5,00 m dal p.c.;
- ✓ profondità dei terreni potenzialmente liquefacibili minore di 15,00 m;
- ✓ terreni ben classati con  $0,05 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 1,00 \text{ mm}$ ;
- ✓ contenuto in fini ( $D < 0,074 \text{ mm}$ ) inferiore al 10%;

- ✓ basso grado di addensamento ( $N_{SPT} < 10$  per profondità  $< 10$  m da p.c. e  $N_{SPT} < 20$  per profondità  $> 10$  m da p.c.).

Nella figura che segue (MELETTI C., VALENSISE G., 2004) sono individuate le aree sismogenetiche in cui è da attendersi terremoti con magnitudo  $M \geq 5,5$  (**Figura 5**).



**Figura 5 - Zonazione sismogenetica ZS9 per l'Appennino meridionale e l'avampaese apulo (BORDI IN NERO) A CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DELLE SORGENTI SISMOGENETICHE CONTENUTE NEL DATABASE DISS 2.0. MELETTI C., VALENSISE G. (2004): "ZONAZIONE SISMOGENETICA ZS9 - APP.2 AL RAPPORTO CONCLUSIVO", GRUPPO DI LAVORO PER LA REDAZIONE DELLA MAPPA DI PERICOLOSITÀ SISMICA (ORD. PCM20/03/03 N. 3274) - ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA, MARZO 2004.**

Il **D.M. 17 gennaio 2018 - "Aggiornamento delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"** contiene al **punto 7.11.3.4.2** le linee guida per valutare la suscettibilità alla liquefazione dei terreni. Una valutazione semplificata della suscettibilità può essere ottenuta considerando le seguenti condizioni:

- ✓ magnitudo del sisma
- ✓ accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti

- ✓ profondità media stagionale della falda
- ✓ tipo di deposito.

La verifica a liquefazione potrà essere omessa qualora si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $q_{c1N} > 180$ , dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (*Standard Penetration Test*) normalizzata a una tensione efficace verticale di 100 kPa, e  $q_{c1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (*Cone Penetration Test*) normalizzata a una tensione di verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nel fuso granulometrico indicato dal citato Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018) (*distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) (Figura 6) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 7.11.1(b) (Figura 7) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$  dove  $U_c$  è dato dal rapporto  $D_{60}/D_{10}$  e  $D_{60}$  e  $D_{10}$  rappresentano il diametro delle particelle corrispondenti rispettivamente al 60% e al 10% del passante sulla curva granulometrica cumulativa*).

#### 8.1.2. DENSIFICAZIONE

Sotto l'effetto delle sollecitazioni prodotte da un terremoto, i terreni granulari asciutti subiscono una compattazione volumetrica, nota come densificazione. Le conseguenze principali legate a tale fenomeno consistono in un miglioramento delle caratteristiche dinamiche del terreno (con aumento del modulo di taglio e diminuzione del coefficiente di smorzamento), a cui è associato un abbassamento del livello topografico del deposito. I parametri principali che maggiormente influenzano tale fenomenologia sono la densità relativa, l'ampiezza della deformazione di taglio, il numero di cicli di carico e lo stato di sollecitazione in sito.

Nel sottosuolo del sito di specifico interesse non sono stati riscontrati terreni granulari asciutti che possano subire fenomeni di compattazione volumetrica.

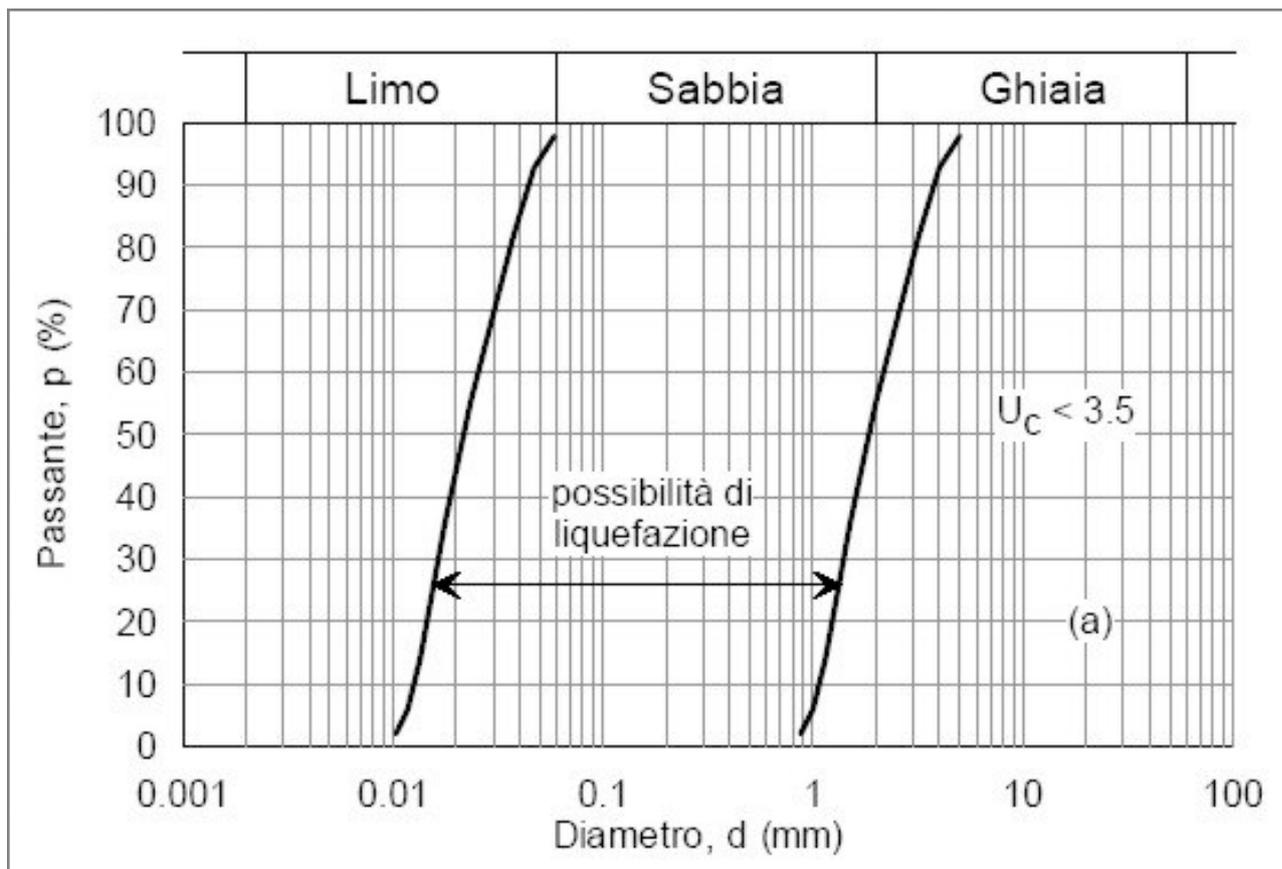


Figura 6 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione ( $U_c < 3,5$ )

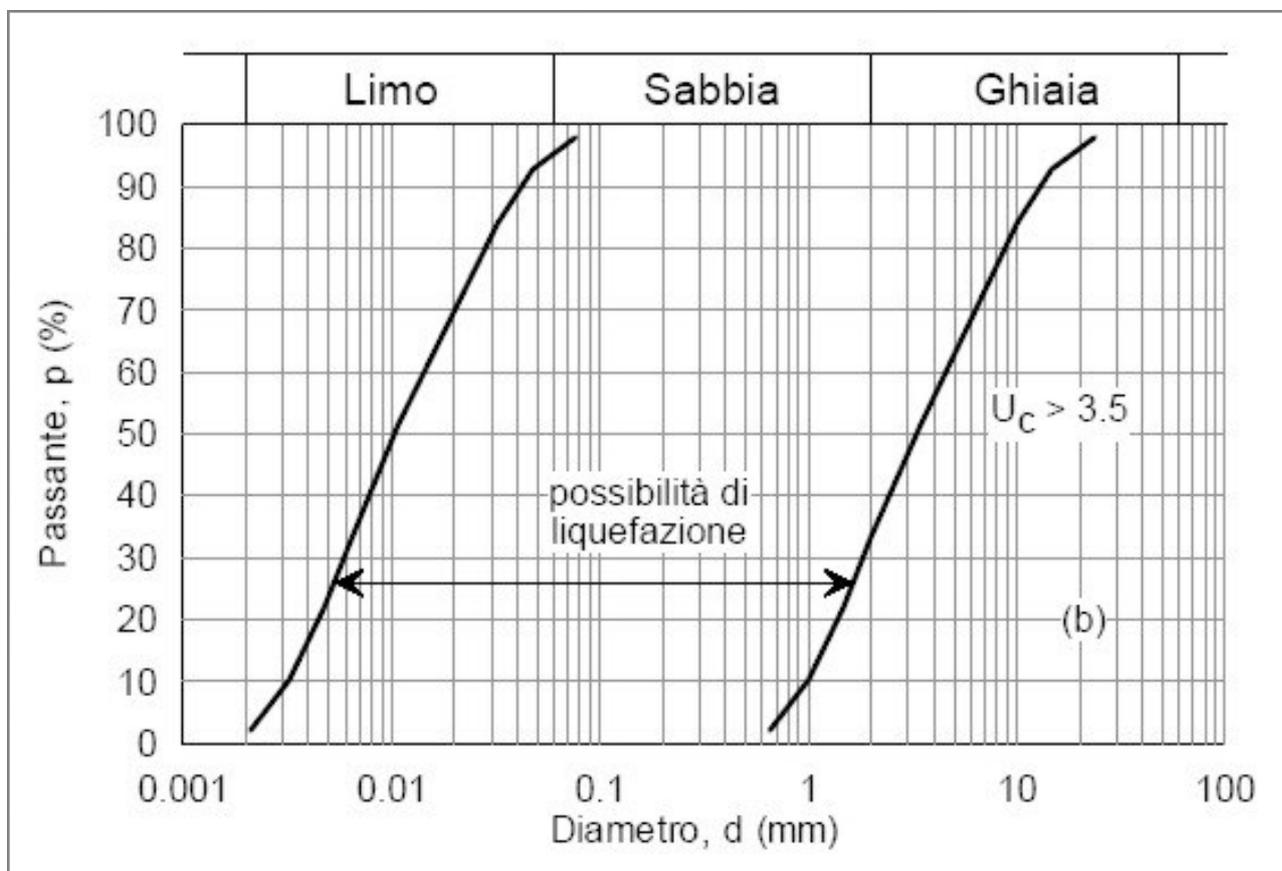


Figura 7 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione ( $U_c > 3,5$ )

## **9. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI**

Il presente studio geologico è stato redatto a corredo dello studio di fattibilità tecnica ed economica del progetto dei lavori di **“SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA ED AMBIENTALE PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO A RISCHIO IDROGEOLOGICO COMPRESO LA MESSA IN SICUREZZA DELLE AREE CON INFRASTRUTTURE INTERCLUSE (STRADE, PONTI, VIADOTTI, AREE ARTIGIANALI, ECC) NEL BACINO IDROGRAFICO DEI TORRENTI “FIUMICELLO – BADOLATO – TORNA “ - COMUNE DI CASTELNUOVO – VALLO DELLA LUCANIA – SALENTO – GIOI – MOIO DELLA CIVITELLA – NOVI VELIA”**.

Nel corso del presente studio, redatto a carattere preliminare, sono state schematizzate in linea generale e con il grado di approfondimento richiesto in questa fase della progettazione le principali caratteristiche geologiche morfologiche ed idrogeologiche delle aree oggetto di intervento e sono stati forniti tutti gli elementi utili ad evidenziare le problematiche connesse alla realizzazione delle opere in oggetto.

La ricostruzione della successione litostratigrafica dei terreni e la caratterizzazione delle proprietà fisico-meccaniche dei litotipi, in questa fase, è stata ottenuta facendo riferimento a risultati scaturiti da precedenti indagini geognostiche effettuate su terreni adiacenti con analoghe caratteristiche litologiche.

Ovviamente, nelle successive fasi progettuali, in corrispondenza delle aree in cui sono previste le principali opere andranno meglio definite la caratteristiche litostratigrafiche e geomeccaniche dei litotipi d’imposta dei manufatti per le quali si dovranno, necessariamente, predisporre puntuali piani di indagini mirati e adeguati a quanto richiesto dalla normativa vigente.

Da tutto quanto detto nei capitoli precedenti si evince in maniera inequivocabile che dalla sovrapposizione di fattori naturali ed antropici i tratti dei corsi d’acqua esaminati hanno subito una perturbazione nel loro naturale processo di equilibrio e di stabilità.

La modifica di tali fattori è ora possibile e può consentire di indurre i suddetti verso un nuovo assetto mediante l’adozione di tecniche di Ingegneria Naturalistica che hanno il pregio di avere una valida efficacia e nel contempo di mitigare notevolmente l’impatto in un ambito di bellezza naturalistica da preservare quale il contesto delle aree d’intervento.

Gli elementi negativi riscontrati nel corso del rilevamento sono costituiti essenzialmente dagli evidenti processi di erosione delle sponde dei corsi d’acqua e, localmente, dalla presenza di fitta vegetazione.

Si sottolinea che la presenza della vegetazione ha un duplice effetto nei confronti dei processi fluviali. La presenza di qualsiasi tipo di vegetazione in alveo e sulle sponde comporta un aumento della scabrezza idraulica al contorno, aumentando di conseguenza la resistenza al moto e

riducendo la velocità. Da un lato l'aumento della scabrezza produce, a parità di portata, un innalzamento del livello dell'acqua, e dunque un maggiore rischio di esondazione, dall'altro, invece, ha una funzione stabilizzante ed antierosiva. In tale contesto assume estrema importanza valutare gli effetti della vegetazione e stabilire quindi un bilancio tra quelli stabilizzanti e destabilizzanti.

Nel contesto di riferimento si può optare per la necessità di mantenere al di fuori dell'alveo normalmente attivo la vegetazione esistente, limitando gli abbattimenti ad esemplari ad alto fusto morti, pericolanti, debolmente radicati, che potrebbero costituire un potenziale pericolo in quanto facilmente scalzabili e asportabili in caso di piena.

Per di più ulteriori elementi negativo è rappresentato dal fatto che, alcune incisioni nel loro tratto terminale sono state completamente intubate ed hanno subito l'inevitabile riduzione della sezione che evidentemente non è sufficiente a garantire il regolare deflusso, soprattutto nel periodo di piena. Se ne deduce quindi che è di fondamentale importanza intervenire e realizzare un adeguamento della sezione di deflusso dei torrenti.

Ancora, si fa rilevare che il tracciato dei corsi d'acqua costituisce elemento destabilizzante e rappresenta la fondamentale causa di dissesto idrogeologico per le incisive azioni di modellamento geomorfologico esercitato in alveo e nelle aste fluviali e torrentizie determinando fenomeni di esondazione e movimenti gravitativi localizzati e potenziale rischio per l'ambiente e le infrastrutture al contorno (strade, ponti, centri abitati, aree produttive) della cui integrità dovrà essere uno dei principali obiettivi degli interventi di progetto che verranno adottati nelle successive fasi progettuali.

Il processo di verifica, valutazione e stima della compatibilità geologica ed idraulica degli interventi in riferimento al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico ampiamente discusso nel corso del presente lavoro, ha portato a stabilire che gli stessi sono compatibili con le misure di salvaguardia emanate nel *"TESTO UNICO COORDINATO DELLE NORME DI ATTUAZIONE DEI PSAI RELATIVI AI BACINI IDROGRAFICI REGIONALI IN DESTRA E IN SINISTRA SELE ED INTERREGIONALE DEL FIUME SELE"* fatta salva la necessità di dover redigere mirati studi di compatibilità geologica ed idraulica .

A tal proposito, si fa rilevare che dall'esame della cartografia del PSAI, rischio idraulico e rischio frana, sono individuabili le aree d'intervento che coincidono con aree classificate a pericolosità e rischio idraulico e da frana per cui gli interventi che verranno previsti dovranno essere finalizzati anche, e soprattutto, a pervenire ad una mitigazione del rischio idrogeologico delle suddette aree d'intervento

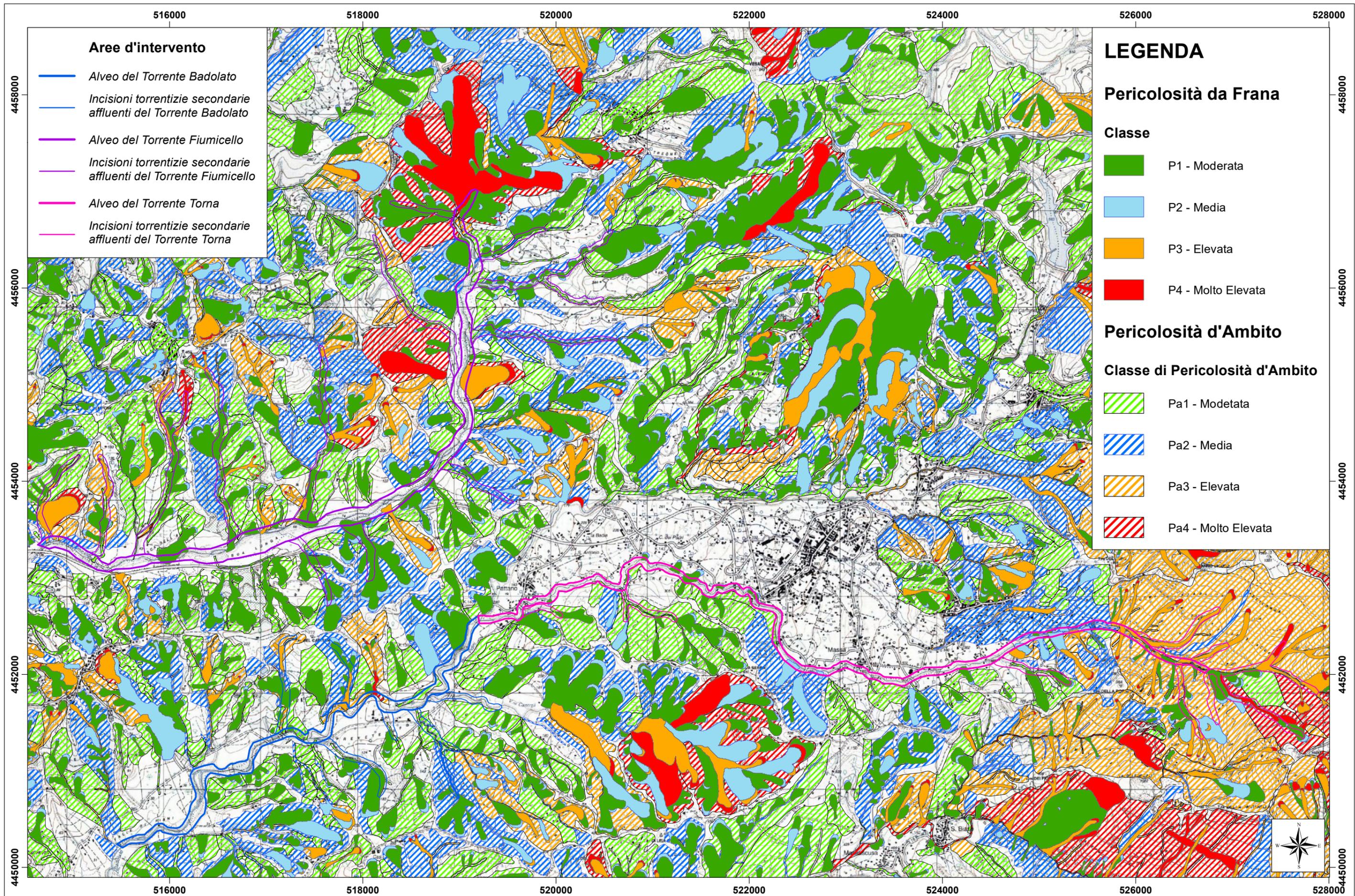
Tanto dovevasi per incarico ricevuto.



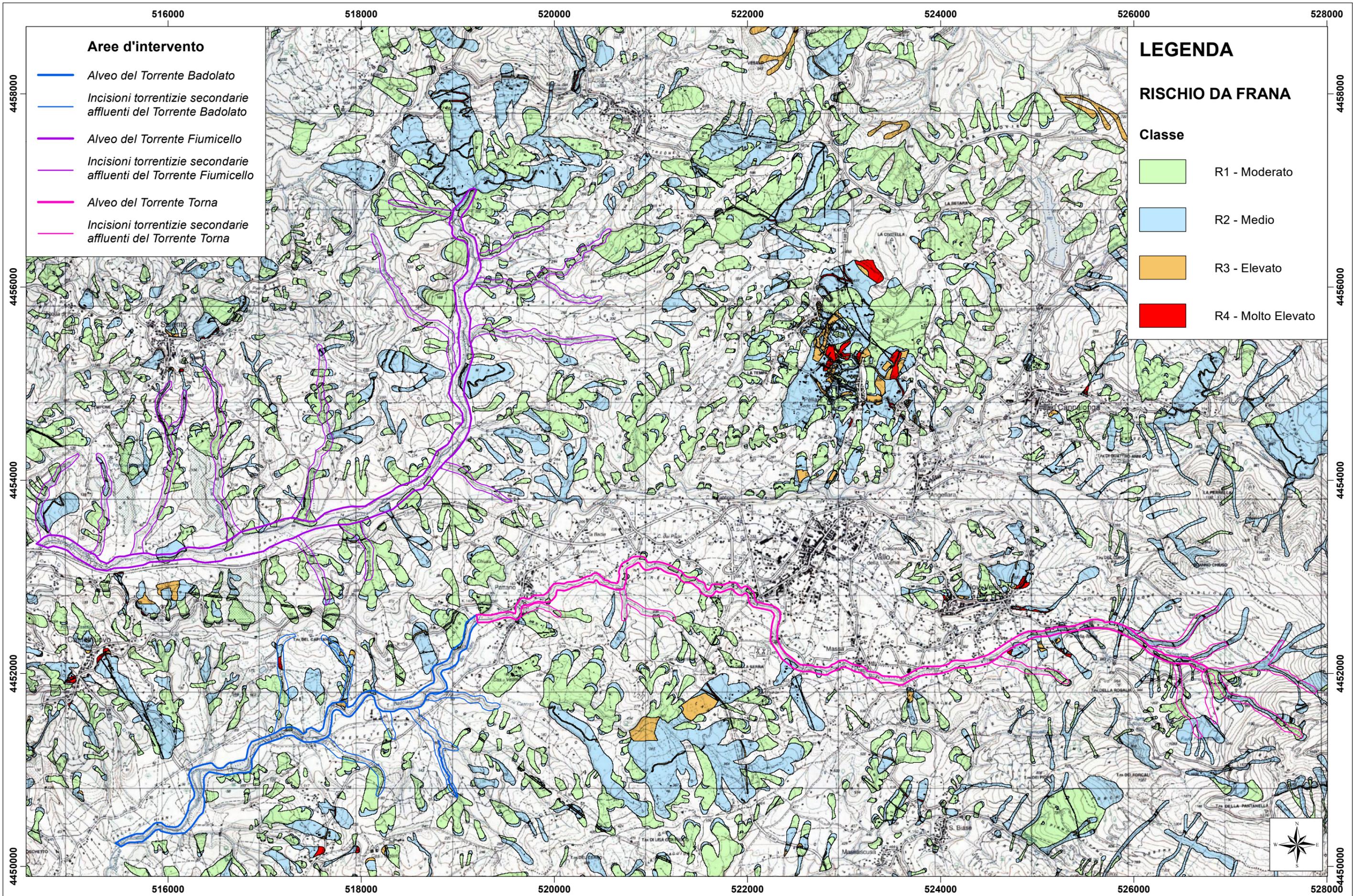
Il geologo  
dott. Lucio Gnazzo

## **ALLEGATI**

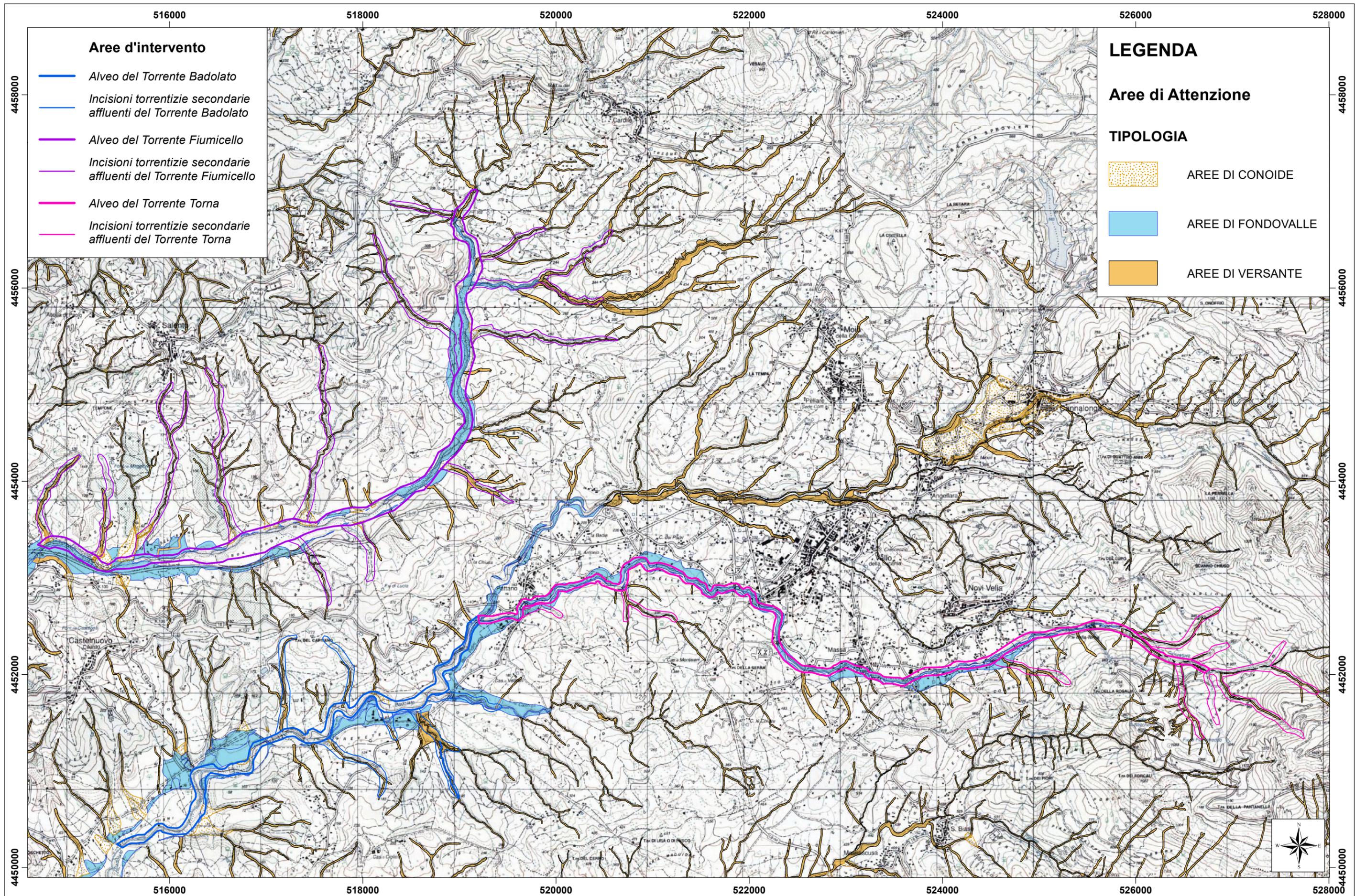
**CLASSIFICAZIONE DELLE AREE D'INTERVENTO NEGLI ALLEGATI  
GRAFICI DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO**



CLASSIFICAZIONE DELLE AREE D'INTERVENTO NELLA "CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA" DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO - AGGIORNAMENTO 2012 DELL'EX AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE SINISTRA SELE SOVRAPPOSIZIONE IN AMBIENTE GIS DEGLI SHAPEFILES AGGIORNATI DISPONIBILI SUL SITO WEB DELL'AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE PER L'APPENNINO MERIDIONALE SULLA CARTA TECNICA REGIONALE DELLA REGIONE CAMPANIA COORDINATE UTM WGS 84 33N - SCALA 1:25000



CLASSIFICAZIONE DELLE AREE D'INTERVENTO NELLA "CARTA DEL RISCHIO DA FRANA" DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO - AGGIORNAMENTO 2012 DELL'EX AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE SINISTRA SELE SOVRAPPOSIZIONE IN AMBIENTE GIS DEGLI SHAPEFILES AGGIORNATI DISPONIBILI SUL SITO WEB DELL'AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE PER L'APPENNINO MERIDIONALE SULLA CARTA TECNICA REGIONALE DELLA REGIONE CAMPANIA COORDINATE UTM WGS 84 33N - SCALA 1:35000



**Aree d'intervento**

- Alveo del Torrente Badolato
- Incisioni torrentizie secondarie affluenti del Torrente Badolato
- Alveo del Torrente Fiumicello
- Incisioni torrentizie secondarie affluenti del Torrente Fiumicello
- Alveo del Torrente Torna
- Incisioni torrentizie secondarie affluenti del Torrente Torna

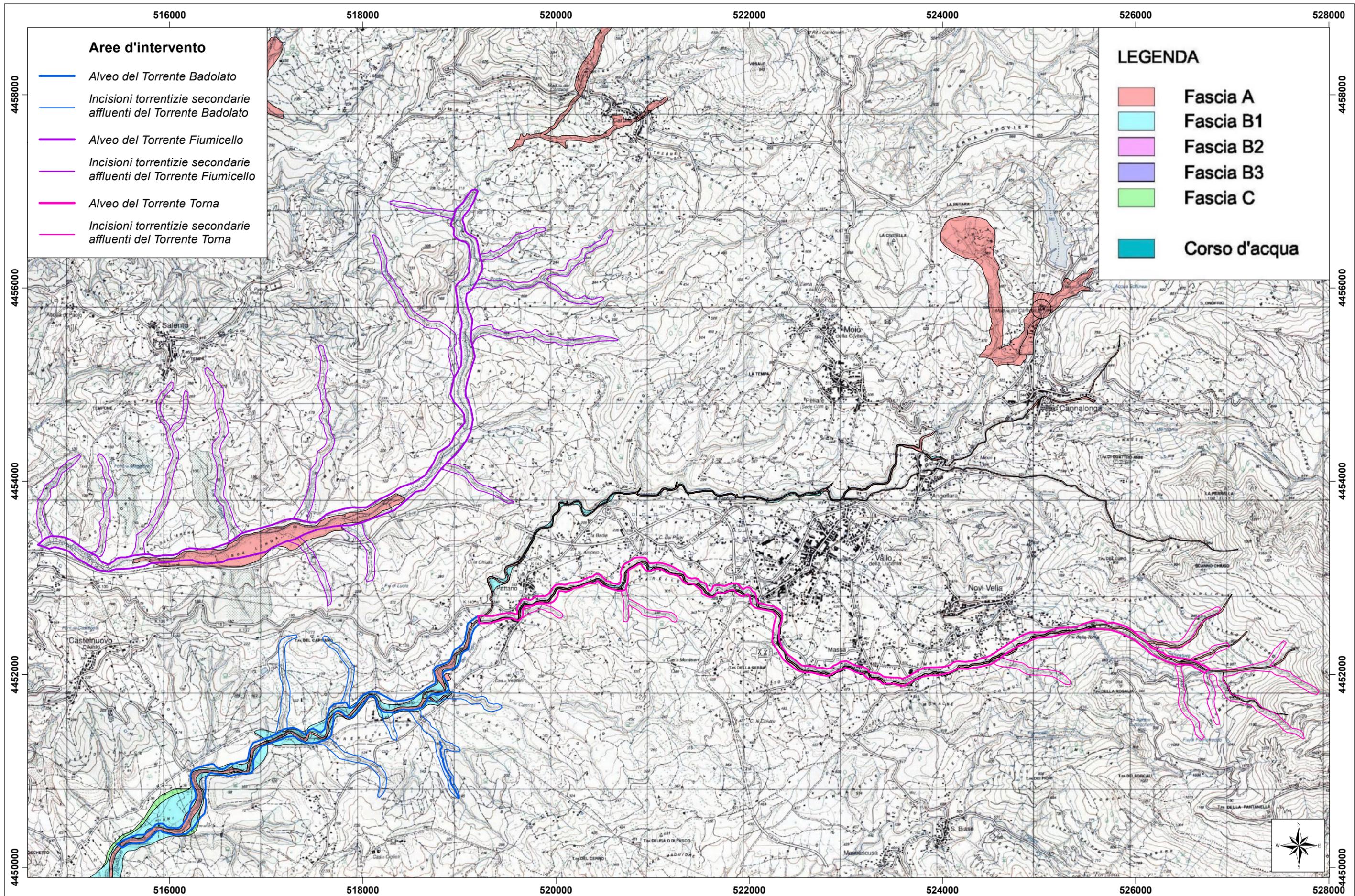
**LEGENDA**

**Aree di Attenzione**

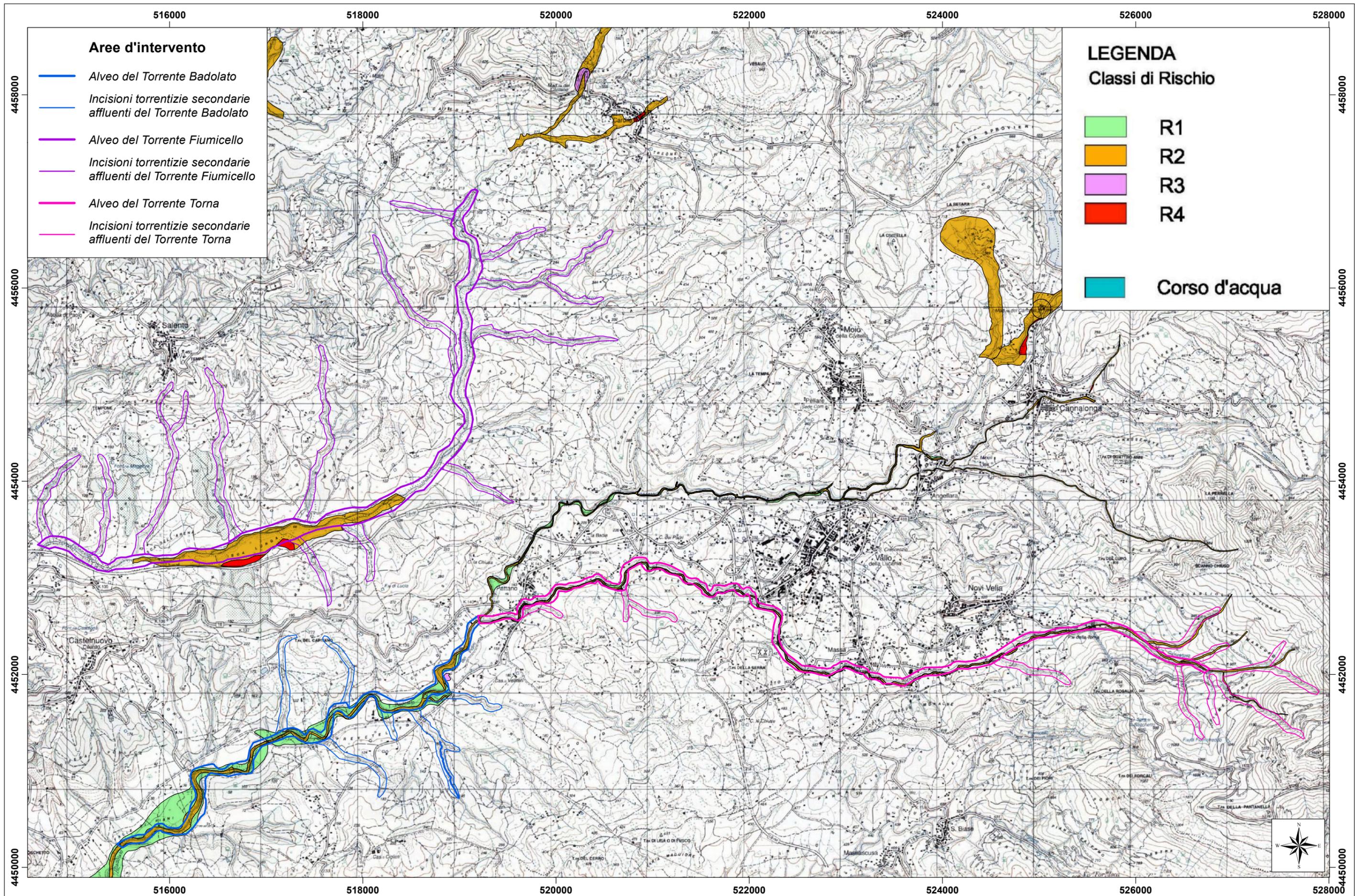
**TIPOLOGIA**

- AREE DI CONOIDE
- AREE DI FONDOVALLE
- AREE DI VERSANTE

CLASSIFICAZIONE DELLE AREE D'INTERVENTO NELLA "CARTA DELLE AREE DI ATTEZIONE SU BASE GEOMORFOLOGICA" DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO - AGGIORNAMENTO 2012 DELL'EX AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE SINISTRA SELE SOVRAPPONIMENTO IN AMBIENTE GIS DEGLI SHAPEFILES AGGIORNATI DISPONIBILI SUL SITO WEB DELL'AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE PER L'APPENNINO MERIDIONALE SULLA CARTA TECNICA REGIONALE DELLA REGIONE CAMPANIA COORDINATE UTM WGS 84 33N - SCALA 1:35000



CLASSIFICAZIONE DELLE AREE D'INTERVENTO NELLA "CARTA DELLE FASCE FLUVIALI" DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO - AGGIORNAMENTO 2012 DELL'EX AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE SINISTRA SELE SOVRAPPOSIZIONE IN AMBIENTE GIS DEGLI SHAPEFILES AGGIORNATI DISPONIBILI SUL SITO WEB DELL'AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE PER L'APPENNINO MERIDIONALE SULLA CARTA TECNICA REGIONALE DELLA REGIONE CAMPANIA COORDINATE UTM WGS 84 33N - SCALA 1:35000



CLASSIFICAZIONE DELLE AREE D'INTERVENTO NELLA "CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO" DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO - AGGIORNAMENTO 2012 DELL'EX AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE SINISTRA SELE SOVRAPPONIMENTO IN AMBIENTE GIS DEGLI SHAPEFILES AGGIORNATI DISPONIBILI SUL SITO WEB DELL'AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE PER L'APPENNINO MERIDIONALE SULLA CARTA TECNICA REGIONALE DELLA REGIONE CAMPANIA COORDINATE UTM WGS 84 33N - SCALA 1:35000