

**COMUNE DI MERCATO SAN SEVERINO  
(PROVINCIA DI SALERNO)**

**AMPLIAMENTO DEL CIVICO CIMITERO ALLA FRAZIONE COSTA  
RELAZIONE GEOLOGICA E STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA**

**ROCCAPEMONTE, GENNAIO 2016**

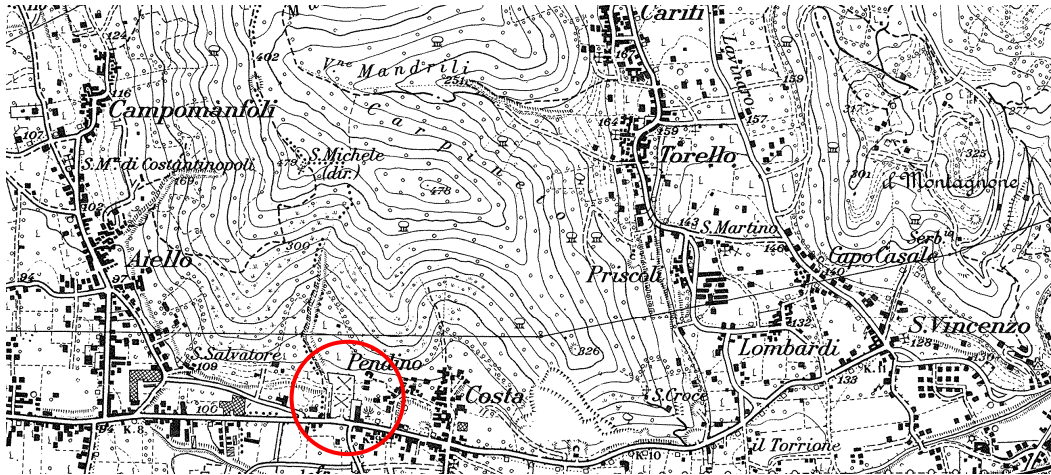
**DR. GEOL. ENRICO BOTTIGLIERI**



## **- PREMESSA**

La seguente relazione è stata redatta a corredo del progetto di "AMPLIAMENTO DEL CIVICO CIMITERO ALLA FRAZIONE COSTA DI MERCATO SAN SEVERINO (SALERNO)".

L'area d'intervento è riportata nella Tav. N. 33 - Salerno - (Quadrante 185-II) in scala 1:25.000, della Carta Topografica Programmatica della Regione Campania (Edizione Aggiornata all'anno 1990) a quote comprese tra 110 e 120m circa s/m ed è individuata in catasto nelle particelle 71, 73, 101 e 102 del foglio 10 (v. stralcio catastale allegato).



Stralcio della Tav. N.33 - Salerno - in scala 1:25.000 della C.T.P. della Regione Campania (Aggiornata al 1990)

Scopo del lavoro è stato di:

- individuare le caratteristiche morfologiche, geolitologiche, idrogeologiche e di stabilità del sito;
- risalire alla stratigrafia del sottosuolo e alla parametrizzazione geotecnica e sismica dei terreni;
- verificare la compatibilità dell'intervento con le Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.S.A.I.) dell'Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale (competente per il territorio), adottato con Delibera del Comitato Istituzionale n°1 del 23 febbraio 2015 (B.U.R.C. n°20 del 23/03/2015).

Allo scopo, per la stesura della relazione è stato condotto uno studio mediante:

- l'inquadramento del sito nel contesto geologico-strutturale regionale e nell'ambito dello Studio Geologico a corredo del P.U.C., fornendone a stralcio la Carta geolitologica, la Carta della Stabilità, la Carta Idrogeologica e la Carta della Zonazione del territorio in prospettiva sismica;
- un rilevamento geologico di superficie, esteso a una più vasta zona rispetto a questa di specifico interesse;
- indagini geognostiche costituite da due sondaggi esplorativi a carotaggio continuo, quattro prove penetrometriche dinamiche del tipo S.P.T. (Standard Penetration Test), analisi e prove di laboratorio geotecnico su due campioni di terreno prelevati durante i sondaggi ed un profilo sismico superficiale a rifrazione del tipo M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves);
- l'inquadramento del sito nell'ambito del P.S.A.I. dell'Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale, con la redazione della seguente cartografia estesa al sottobacino che incombe sull'area d'intervento:
  - Carta degli spessori delle coperture;
  - Carta geomorfologica;
  - Carta dell'idrologia;
  - Carta idrogeologica;
  - Carta del rischio atteso (solo relativamente al sito d'intervento).

Per chiarezza di lavoro qui di seguito, dopo l'elencazione della normativa cui si è fatto riferimento per la stesura della relazione, si riporta anche una breve descrizione dell'intervento in progetto.

## **- NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- Legge della Regione Campania n°9 del 7/1/1983,
- D.M. 11/3/88,
- D.M. 14/1/2008 (N.T.C./2008)
- Norme di Attuazione del P.S.A.I. dell'Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale, adottato con Delibera del Comitato Istituzionale n°1 del 23 febbraio 2015 (B.U.R.C. n°20 del 23/03/2015).

#### **- DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IN PROGETTO**

L'intervento si estenderà su di una superficie di circa 5.000m<sup>2</sup> e consiste nella realizzazione di loculi, stalli destinati a parcheggio e di un inceneritore per bare.

L'inceneritore occuperà una superficie di 20m<sup>2</sup> e i loculi saranno di due tipi, caratterizzati da diverse dimensioni.

Per una descrizione dettagliata delle opere e per la loro posizione in pianta si rimanda al progetto dell'intervento.

#### **- INQUADRAMENTO DEL SITO NEL CONTESTO GEOLOGICO - STRUTTURALE REGIONALE**

Il Comune di Mercato San Severino si trova nella Valle del Torrente Solofrana, lungo il bordo sud-orientale del grande "graben" della Piana Campana, in una zona di contatto tra alcuni dei più importanti gruppi montuosi quali i Monti Lattari, i Monti di Salerno, i Monti di Sarno e di Avella e i Monti Picentini.

La Valle del Solofrana è delimitata a nord-ovest dai Monti di Sarno, a nord-est dai Monti Picentini (occidentali) e a sud-est dai Monti di Salerno. Rappresenta un'importante struttura depressa che si è generata nei massicci carbonatici della piattaforma campano-lucana durante le fasi tettoniche plio-pleistoceniche (neotettonica) a seguito di una serie di faglie a gradinata a prevalente andamento NE-SO ed E/O, che hanno provocato il progressivo ribassamento dell'area.

Successivamente la depressione è stata colmata da potenti accumuli di materiale detritico e piroclastico, più o meno argillificato. Il materiale detritico proviene dal naturale arretramento dei versanti di faglia di neoformazione; i terreni piroclastici sono dovuti agli apparati vulcanici campani.

Perpendicolari al Torrente Solofrana, in corrispondenza d'incisioni che solcano i terreni carbonatici, sia lungo i Monti di Sarno e di Salerno e sia lungo i Monti Picentini, talora sono insediate delle valli secondarie che drenano le acque nel Solofrana. Anche in queste valli i terreni carbonatici sono ricoperti da prodotti detritici e piroclastici.

La maggiore potenza della formazione detritica e piroclastica si rinviene nel fondovalle; mentre verso monte tale formazione, se è presente, talvolta si riduce alla sola coltre agraria.

Talora nella Valle si ritrova un pacco francamente argilloso delle Unità Irpine, di colore prevalentemente grigio e di considerevole potenza, interposto tra i materiali detritici e piroclastici e le rocce carbonatiche.

#### **- INQUADRAMENTO DEL SITO NEL CONTESTO DELLO STUDIO GEOLOGICO DI CUI ALLA L. REGIONE CAMPANIA N°9/83**

Lo studio fu eseguito dallo scrivente, è datato dicembre 2009 ed è conforme alla Legge della Regione Campania n°9/83 ed alle successive Norme e Leggi.

Nell'ambito della cartografia tematica redatta a corredo di tale studio, il sito:

- nella Carta Geolitologica, per porzione ricade in una zona di affioramento di "Detrito di falda" e per porzione di "Depositi piroclastici e alluvionali";
- nella Carta della Stabilità, per porzione è indicato quale "area stabile" e per porzione quale "area potenzialmente instabile";
- nella Carta Idrogeologica ricade per porzione in una zona costituita da terreni a "permeabilità variabile localmente ma, nel complesso, di medio grado" e per porzione in una zona con terreni caratterizzati da "bassa permeabilità";
- nella Carta della Zonazione del Territorio in Prospettiva Sismica, infine, ricade in una zona caratterizzata da una "accelerazione massima al suolo PGA compresa tra 0.18 e 0.22g e con velocità delle onde sismiche trasversali  $V_{S30}$  compresa tra 360 e 500m/sec".

In allegato si forniscono gli stralci della citata cartografia.

#### **- RILEVAMENTO GEOLOGICO** (IDENTIFICAZIONE DELLE FORMAZIONI PRESENTI NEL SITO; STATO DEI TIPI LITOLOGICI, DELLE STRUTTURE E DEI CARATTERI FISICI DEL SOTTOSUOLO; ILLUSTRAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DEGLI ASPETTI STRATIGRAFICI, IDROGEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI DEL SITO).

L'area ricade in località Pendino della frazione Costa di Mercato San Severino, è ubicata ad est del Cimitero Comunale, a sud del massimo relativo "S. Michele" (479m s/m), che è parte integrante del versante sud dei Monti di Sarno.

Più precisamente, l'area si trova alla base del versante sinistro di una piccola valle insediata nei Monti di Sarno in località Carpineto.

La valle è sita in destra del Torrente Solofrana, è perpendicolare ad esso, da nord si estende verso sud ed in mezzzeria è solcata da una incisione che segna il confine comunale tra Mercato San Severino e Castel San Giorgio.

Essa è delimitata:

- a nord, da uno spartiacque che dal Rudere di San Michele, attestato a 475m s/m, si allunga e degrada verso est fino a raggiungere i 430m circa di quota e poi prosegue sempre verso est e risale fino a toccare di nuovo i 475m s/m;
- ad est e ad ovest, da due ulteriori spartiacque, che dai 475m s/m raggiungono circa i 120m s/m.

Il fianco destro della valle (posto ad ovest) degrada in direzione sud-sudest e quello sinistro (posto ad est) degrada in direzione sud-sudovest.

La pendenza media dei versanti che delimitano la valle varia nell'intorno del 45%÷50%, corrispondente a circa 25°÷28°.

Il sito d'interesse sostanzialmente è costituito da tre terrazzi pseudo pianeggianti, che da ovest si allungano verso est e che degradano in direzione sud. La differenza di quota tra terrazzi contigui è dell'ordine del metro, metro e mezzo.

All'atto delle indagini la superficie topografica dei terrazzi non ha evidenziato segni di fenomeni di dissesto in atto.

In riferimento al Foglio 185 - Salerno - della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, i terreni del comprensorio sono da riferire a:

- **a**: Alluvioni subattuali e recenti: sabbie, ghiaie, coperture eluviali;
- **dt<sup>2</sup>**: Detrito di falda sciolto o debolmente cementato, frammisto a materiale piroclastico dilavato;
- **Gs-m**: Dolomie e calcari dolomitici grigi.

In riferimento alla Carta Geologica dell'Autorità di Bacino Regionale ex Sarno in scala 1:10.000 (Progetto CARG), i terreni del comprensorio sono costituiti da:

- **PR**: Depositi piroclastici di caduta prevalentemente primaria, stratificati e spesso rimaneggiati, costituiti da sabbia e limo con nuvole e/o singoli elementi di clasti calcarei e pomici subarrotondate;
- **Dt<sub>2a</sub>**: Detrito di falda caratterizzato da alternanza di sabbie e ghiaie con clasti prevalentemente calcarei;
- **CDO**: Calcari e calcari dolomitici stratificati di colore grigio.

Si tratta, comunque, di una sequenza di terreni costituita da termini piroclastici limosi e sabbiosi con pomici, sciolti o poco addensati, che poggiano o su detriti carbonatici ghiaioso-ciottolosi e sabbiosi del detrito di falda, in continuità su roccia carbonatica litoide o su tufo giallo o grigio da poco a bene addensato.

Le piroclastiti sono permeabili, a permeabilità subordinata, per porosità (permeabilità primaria o in piccolo). Il loro grado di permeabilità è massimo in corrispondenza della frazione più grossolana (sabbie e pomici); mentre raggiunge valori inferiori in presenza di materiale a granulometria più fine (limi e limi argillificati).

I detriti carbonatici ghiaioso-ciottolosi e sabbiosi, se non sono cementati, posseggono un grado di permeabilità medio per porosità (permeabilità primaria o in piccolo); quando sono cementati sono da ritenere permeabili per fessurazione e solitamente posseggono un grado di permeabilità che è funzione del grado di cementazione.

I termini carbonatici del substrato profondo e dei massicci che bordano il comprensorio, infine, sono caratterizzati da un elevato grado di permeabilità per fratturazione e subordinatamente per carsismo (permeabilità secondaria o in grande). Assorbono buona parte delle acque di precipitazione e costituiscono dei veri e propri serbatoi idrici.

#### **- INDAGINI ESEGUITE**

##### **- SONDAGGI GEOGNOSTICI**

Sono stati eseguiti due sondaggi dalla DITTA LITHOS S.R.L. con sede in ROMA - VIALE ANGELICO 39, in possesso della CONCESSIONE MINISTERIALE SETTORE C n°5262 DEL 03/06/2011 DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI AI SENSI DELLA CIRCOLARE N°7619 DEL 8/9/2010.

E' stata utilizzata una sonda a carotaggio continuo ad avanzamento a circolazione d'acqua e, quando possibile, a secco, attrezzata con carotiere di diametro pari a 110mm.

I sondaggi sono stati ubicati come è riportato nella Planimetria allegata, dove sono stati contraddistinti con le sigle S1 e S2.

Entrambi i sondaggi sono stati approfonditi fino a 25m dalla superficie topografica, attestata in S1 a 124m s/m e in S2 a 116m.

La profondità di perforazione raggiunta ha consentito d'indagare tutto il volume significativo di sottosuolo interessato dalle opere da realizzare, così come definito al punto 3.2.2 del D.M. 14/1/2008 ("*Per volume significativo di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso*"), sia che per la costruzione delle opere si faccia ricorso a fondazioni superficiali e sia che si adottino fondazioni profonde (per queste ultime lo spessore del

volume significativo a partire dalla base del palo di fondazione generalmente in media è pari a 5 volte il diametro del palo stesso).

Le carote estratte durante le perforazioni sono state raccolte in apposite cassette e sono servite per la ricostruzione delle colonne stratigrafiche.

In allegato si forniscono i Certificati numeri 1469a e 1469b del 15/12/2015 della Ditta LITHOS S.r.l., che riproducono le stratigrafie dei sondaggi, con la schematizzazione grafica dei terreni intercettati durante le perforazioni, la descrizione litologica dei termini e la potenza degli strati.

In allegato, inoltre, si fornisce anche la documentazione fotografica delle cassette catalogatrici e delle postazioni sui punti d'indagine.

- PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE S.P.T. (STANDARD PENETRATION TEST)

Le prove sono state eseguite a profondità comprese tra 3.50 e 12m dal piano campagna, laddove è stato possibile per lo stato di addensamento dei terreni.

Per la loro esecuzione alla base del foro, alle diverse profondità, è stato posto un campionatore Raymond con puntazza conica, di diametro pari a 52mm, che è stato infisso nei terreni per tre tratti consecutivi di 15cm l'uno, tramite un maglio battente di 63.5Kg con volata di 76.2cm ed è stato contato il numero di colpi necessario per la penetrazione di ciascun tratto.

Dal numero di colpi registrato per l'avanzamento della punta penetrometrica negli ultimi 30cm, utilizzando opportune correlazioni, si è potuto risalire alle caratteristiche di addensamento (Densità relativa) dei terreni investigati ed ai valori dell'angolo di attrito interno, del modulo edometrico e del peso di volume dei terreni.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva con le quote di esecuzione e i risultati delle prove, che sono segnati anche nelle colonne stratigrafiche.

Sondaggio	Profondità prova	Numero colpi.
S1	3.50/3.95	5/7/10
	5.00/5.08	>50=Rifiuto
S2	7.00/7.45	6/8/8
	12.00/12.07	>50=Rifiuto

- ANALISI E PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO

Durante le perforazioni sono stati prelevati due campioni di terreno, che poi sono stati sottoposti ad analisi e prove di laboratorio geotecnico presso il "LABORATORIO SOIL TEST S.R.L." con sede in VIA ASSUNTA N°47 FRAZ. FALCIONE CASERTA, in possesso dell'AUTORIZZAZIONE ad eseguire PROVE SULLE TERRE NUMERO 5608 DEL 4/7/2013 rilasciata dal MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI AI SENSI DEL D.P.R. 380/2001 ART. 59.

I campioni sono stati prelevati in forma indisturbata con campionatore a pareti sottili tipo Shelby. In S1 da -3 a -3.50m e in S2 da -5 a -5.50m. Il campione prelevato in S1 è stato contrassegnato con la sigla S1C1 e il campione prelevato in S2 con la sigla S2C1.

Su entrambi i campioni sono state eseguite le prove di:

- Caratterizzazione generale;
- Granulometria;
- Taglio diretto.

Sono stati determinati, quindi, i valori del peso di volume naturale  $\gamma_n$ , del peso specifico dei granuli  $\gamma_s$ , del contenuto in acqua naturale  $w$ , del peso dell'unità di volume secco  $\gamma_d$ , della porosità  $n$ , dell'indice dei vuoti  $e$ , del grado di saturazione  $S_r$ , del peso di volume saturo  $\gamma_{sat}$ , del peso volume sommerso  $\gamma'$  della coesione  $c$  e dell'angolo di attrito interno  $\varphi$  e la composizione granulometrica dei terreni campionati.

In allegato si forniscono i risultati delle prove costituiti dai Certificati ufficiali rilasciati dal Laboratorio, numeri 2078-2015, 2079-2015, 2080-2015, 2081-2015, 2082-2015, 2083-2015, 2085-2015 del 18/12/2015.

- PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE DEL TIPO M.A.S.W. (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)

Al fine di determinare il parametro  $V_{S30}$ , nell'area d'interesse è stata effettuata una serie di acquisizioni M.A.S.W. (Multi-channel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva-Park C.B., Miller R.D., Xia J., 1999) utili a definire il profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  in funzione della profondità.

Il metodo impiegato per la determinazione delle velocità delle onde S (M.A.S.W: Multichannel Analysis of Surface Waves) consiste in una tecnica di indagine non invasiva che consente di ricostruire il profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$  basandosi sulla misura delle onde di superficie in corrispondenza dei geofoni posti lungo uno stendimento sismico opportunamente predisposto.

L'indagine è stata eseguita in conformità con quanto previsto dal D.P.R. 328/01 art.41, dal D.M. 14.01.2008 § 3.2 e 6.2.1, Circolare 617/09 § 10.1 esplicativa delle applicazioni del D.M.14/01/08, che fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ).

Per un approfondimento sulla tecnica di indagine utilizzata nonché per le caratteristiche della strumentazione impiegata e le risultanze della prova eseguita, si rimanda alla allegata "Relazione Sismica Interpretativa" datata gennaio 2016, redatta dal Geologo Dr. Giovanni Turco.

#### **- DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO - TECNICO DEL SOTTOSUOLO E CARATTERIZZAZIONE SISMICA**

Le stratigrafie fornite dalla Ditta esecutrice dei sondaggi sono le seguenti:

##### Stratigrafia Sondaggio S1:

- "0.00/1.00: Terreno agrario
- 0.00/3.00m: Piroclastiti sabbiose marroni con piccole pomici gialle. A fine strato (per circa 50cm) a granulometria limoso-sabbiosa
- 3.00/4.50m: Piroclastiti sabbiose a grana grossa con pomici grigie di diametro anche di 1cm
- 4.50/7.00m: Detrito carbonatico grigio scuro, prima sabbioso e poi ciottoloso. Al tetto il detrito è frammisto a materiale piroclastico sabbioso-limoso rossiccio
- 7.00/25m: Roccia calcarea fratturata"

##### Stratigrafia Sondaggio S2:

- "0.00/0.70m: Terreno agrario
- 0.70/6.50m: Piroclastiti sabbioso-limose con pomici gialle e grigie talora prevalente. Le pomici gialle sono di piccole diametro, le grigie di diametro massimo anche pari a 1cm circa
- 6.50/8.00: Piroclastiti sabbiose debolmente limose di colore giallastro con abbondanti pomici bianche talora prevalenti (intorno ai 7m)
- 8.00/12.00m: Piroclastiti sabbiose marrone e giallastro con pomici gialle. Trattasi di tufite giallastre, al tetto marrone scuro
- 12.00/25.00m: Tufo giallo al tetto tenero e poi addensato"

In relazione a queste stratigrafie, si può prevedere che l'area d'interesse vada suddivisa in due zone a differenti caratteristiche stratigrafiche:

- una zona di monte (Zona 1), di modesta estensione rispetto all'estensione dell'area d'intervento, la cui stratigrafia è da ricondurre ad una successione di prodotti piroclastici sabbiosi per circa 5m poggianti su di un livello di detrito carbonatico sabbioso-ciottoloso dello spessore di 2÷3m, che passa a roccia carbonatica fratturata intercettata fino a -25m;
- una zona di valle (Zona 2), con la stratigrafia costituita da una sequenza di termini piroclastici rappresentati da sabbie e sabbie limose e pomici, fino a 12m dal piano campagna e poi da tufo giallo, da tenero ad addensato, fino a 25m di profondità.

La delimitazione delle due zone è riportata nella Carta della prevedibile situazione stratigrafica allegata.

Dai risultati delle prove S.P.T, elaborati con il Programma di calcolo Dynamic Probing edito dalla Geostru con sede in Bianco (RC), concesso in uso allo scrivente con licenza n°5958, ai terreni investigati possono essere assegnati i valori dei parametri geotecnici riportati nelle tabelle che seguono dove, nella prima colonna, è riportata la definizione granulometrica dei litotipi rilevata dalle stratigrafie e nella terza è riportata la profondità di esecuzione delle prove.

Le tabelle indicano anche le correlazioni utilizzate per risalire dal numero di colpi  $N_{SPT}$  al valore dei parametri geotecnici.

#### S.P.T. - Sondaggio S1

Peso unità di volume

Descrizione	$N_{SPT}$	Prof. Strato (m)	$N_{SPT}$ corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma ( $t/m^3$ )
Piroclastiti sabbiose a grana grossa con pomici grigie di diametro anche di 1cm	17	3,95	17	Meyerhof ed altri	1,93
Detrito carbonatico grigio scuro, prima sabbioso e poi ciottoloso. Al tetto il detrito è frammisto a materiale piroclastico sabbioso-limoso rossiccio	50	5,45	50	Meyerhof ed altri	2,24

### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	N <sub>SPT</sub>	Prof. Strato (m)	N <sub>SPT</sub> corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Piroclastiti sabbiose a grana grossa con pomici grigie di diametro anche di 1cm	17	3,95	17	Sowers (1961)	32,76
Detrito carbonatico grigio scuro, prima sabbioso e poi ciottoloso. Al tetto il detrito è frammisto a materiale piroclastico sabbioso-limoso rossiccio	50	5,45	50	Sowers (1961)	42

### Modulo Edometrico

Descrizione	N <sub>SPT</sub>	Prof. Strato (m)	N <sub>SPT</sub> corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Piroclastiti sabbiose a grana grossa con pomici grigie di diametro anche di 1cm	17	3,95	17	Begemann 1974	62,38
Detrito carbonatico grigio scuro, prima sabbioso e poi ciottoloso. Al tetto il detrito è frammisto a materiale piroclastico sabbioso-limoso rossiccio	50	5,45	50	Begemann 1974	130,17

### Densità relativa

Descrizione	N <sub>SPT</sub>	Prof. Strato (m)	N <sub>SPT</sub> corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Piroclastiti sabbiose a grana grossa con pomici grigie di diametro anche di 1cm	17	3,95	17	Gibbs & Holtz 1957	46,79
Detrito carbonatico grigio scuro, prima sabbioso e poi ciottoloso. Al tetto il detrito è frammisto a materiale piroclastico sabbioso-limoso rossiccio	50	5,45	50	Gibbs & Holtz 1957	65,09

### Classificazione AGI

Descrizione	N <sub>SPT</sub>	Prof. Strato (m)	N <sub>SPT</sub> corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Piroclastiti sabbiose a grana grossa con pomici grigie di diametro anche di 1cm	17	3,95	17	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Detrito carbonatico grigio scuro, prima sabbioso e poi ciottoloso. Al tetto il detrito è frammisto a materiale piroclastico sabbioso-limoso rossiccio	50	5,45	50	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

## S.P.T. - Sondaggio S2

### Peso unità di volume

Descrizione	N <sub>SPT</sub>	Prof. Strato (m)	N <sub>SPT</sub> corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Piroclastiti sabbiose debolmente limose di colore giallastro con abbondanti pomici bianche talora prevalenti	16	7,45	16	Meyerhof ed altri	1,91
Tufo giallo al tetto tenero e poi addensato	50	10,45	50	Meyerhof ed altri	2,24

### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	N <sub>SPT</sub>	Prof. Strato (m)	N <sub>SPT</sub> corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Piroclastiti sabbiose debolmente limose di colore giallastro con abbondanti pomici bianche talora prevalenti	16	7,45	16	Sowers (1961)	32,48
Tufo giallo al tetto tenero e poi addensato	50	10,45	50	Sowers (1961)	42

### Modulo Edometrico

Descrizione	N <sub>SPT</sub>	Prof. Strato (m)	N <sub>SPT</sub> corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Piroclastiti sabbiose debolmente limose di colore giallastro con abbondanti pomici bianche talora prevalenti	16	7,45	16	Begemann 1974	60,33
Tufo giallo al tetto tenero e poi addensato	50	10,45	50	Begemann 1974	130,17

### Densità relativa

Descrizione	N <sub>SPT</sub>	Prof. Strato (m)	N <sub>SPT</sub> corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Piroclastiti sabbiose debolmente limose di colore giallastro con abbondanti pomici bianche talora prevalenti	16	7,45	16	Gibbs & Holtz 1957	38
Tufo giallo al tetto tenero e poi addensato	50	10,45	50	Gibbs & Holtz 1957	51,3

### Classificazione AGI

Descrizione	N <sub>SPT</sub>	Prof. Strato (m)	N <sub>SPT</sub> corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Piroclastiti sabbiose debolmente limose di colore giallastro con abbondanti pomici bianche talora prevalenti	16	7,45	16	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Tufo giallo al tetto tenero e poi addensato	50	10,45	50	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Le analisi e prove di laboratorio geotecnico hanno consentito di determinare i seguenti valori dei parametri geotecnici, limitatamente a ciascun campione analizzato e alle analisi eseguite:

Campione S1C1 (3+3.50m) Descrizione visiva: Sabbia limosa con pomici marrone	Campione S2C1 (5+5.50m) Descrizione visiva: Limo con sabbia marrone scuro
<ul style="list-style-type: none"> <li>- peso di volume <math>\gamma = 15.98 \text{ kN/m}^3</math>;</li> <li>- contenuto in acqua <math>w = 35.02\%</math>;</li> <li>- peso specifico <math>\gamma_s = 24.88 \text{ kN/m}^3</math>;</li> <li>- peso secco dell'unità di volume <math>\gamma_d = 11.84 \text{ kN/m}^3</math>;</li> <li>- peso dell'unità di volume saturo <math>\gamma_{sat} = 16.98 \text{ kN/m}^3</math>;</li> <li>- peso dell'unità di volume immerso in acqua <math>\gamma' = 7.17 \text{ kN/m}^3</math>;</li> <li>- grado di saturazione <math>S_r = 80.59\%</math>;</li> <li>- porosità <math>n = 52.44\%</math>;</li> <li>- indice di porosità <math>e = 1.10</math>;</li> <li>- coesione <math>c = 2.53 \text{ kPa}</math>;</li> <li>- angolo di attrito interno <math>\phi = 29^\circ, 64</math></li> <li>- "Sabbia limosa debolmente ghiaiosa" (Ghiaia=10.13%, Sabbia=62.44%, Limo=23.23%, Argilla=4.19%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- peso di volume <math>\gamma = 16.18 \text{ kN/m}^3</math>;</li> <li>- contenuto in acqua <math>w = 26.86\%</math>;</li> <li>- peso specifico <math>\gamma_s = 25.46 \text{ kN/m}^3</math>;</li> <li>- peso secco dell'unità di volume <math>\gamma_d = 12.75 \text{ kN/m}^3</math>;</li> <li>- peso dell'unità di volume saturo <math>\gamma_{sat} = 17.65 \text{ kN/m}^3</math>;</li> <li>- peso dell'unità di volume immerso in acqua <math>\gamma' = 7.84 \text{ kN/m}^3</math>;</li> <li>- grado di saturazione <math>S_r = 70.00\%</math>;</li> <li>- porosità <math>n = 49.90\%</math>;</li> <li>- indice di porosità <math>e = 1.00</math>;</li> <li>- coesione <math>c = 4.53 \text{ kPa}</math>;</li> <li>- angolo di attrito interno <math>\phi = 27^\circ, 83</math></li> <li>- "Limo con sabbia" (Ghiaia =0.84%, Sabbia =30.87%, Limo =64.62%, Argilla =3.67%)</li> </ul>

I dati acquisiti con l'indagine sismica, elaborati come è descritto nella relazione geofisica allegata, hanno consentito di risalire alla stratigrafia del sito fino a profondità molto maggiori di 30m dal piano campagna e di definire i valori del profilo verticale  $V_s$  e quindi del parametro  $V_{S30}$  del sito.

Sono stati individuati cinque sismostrati principali:

- il primo orizzonte sismico, rilevato fino alla profondità di circa 0.5 metri dal p.c., è caratterizzato da una velocità media delle onde S di 68m/s;
- il secondo, dello spessore di circa 2.2 metri, ha fatto registrare una velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) pari a 186m/s;
- un terzo orizzonte intercettato è caratterizzato da uno spessore di circa 4.4 metri ed una velocità di circa 208m/s;
- il quarto livello incontrato è connotato da una velocità delle onde S di circa 454m/s e da uno spessore pari a circa a 8.4 metri;
- infine, il quinto ed ultimo orizzonte rilevato (semispazio), del quale non è possibile conoscere lo spessore ma che si segue fino ad una profondità sicuramente superiore ai trenta metri, è caratterizzato da una velocità delle onde S di circa 749m/s.

Il valore della  $V_{S30}$  determinata, definita dalla relazione:

$$V_{S30} = 30 / [\sum_{(i=1,N)} h_i / V_{S,i}]$$

dove:

- $V_{S30}$ = velocità delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità;
- $h_i$ = spessore (in metri) dell'i-esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;
- $V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato.

è pari a 385m/s, da cui ne deriva che il sito in esame - in relazione al D.M. 14/01/2008 e segnatamente al punto 3.2.2 del D.M. - è caratterizzato da una Categoria di sottosuolo di tipo B ["*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30m, caratterizzati



da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S30}$  compresi tra 360m/s e 800m/s (ovvero  $N_{SPT,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina").

#### **- POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE**

Ai sensi del punto 3 del paragrafo 7.11.3.4.2 del D.M. 14/1/2008, si omette la verifica a liquefazione dei terreni trattandosi di un sito caratterizzato da un piano campagna da ritenere praticamente orizzontale (si tratta di terrazzi pianeggianti con dislivello di quota tra terrazzi contigui dell'ordine del metro, metro e mezzo) con profondità media stagionale della falda maggiore di 15m dal piano campagna e certamente maggiore di 25m, che è la profondità raggiunta con le perforazioni e fino alla quale non è stata rinvenuta falda idrica.

#### **- VERIFICA DELLA COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO CON LE NORME DI ATTUAZIONE DEL P.S.A.I.**

##### **- INQUADRAMENTO DEL SITO NELL'AMBITO DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO**

Nell'ambito dell'Aggiornamento del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale, adottato con la Delibera di Comitato Istituzionale n°1 del 23 febbraio 2015, l'area oggetto di studio

- non rientra tra le aree a pericolosità e/o a rischio idraulico;
- per la gran parte ricade tra le aree a pericolosità da frana moderata P2 e a rischio da frana moderato R1,
- solo una sua modesta porzione di sud-ovest rientra tra le aree a pericolosità da frana molto elevata P4 e a rischio da frana elevato R3.

In allegato si forniscono gli stralci della cartografia del P.S.A.I. relativi alle carte della pericolosità e del rischio da frana con indicata l'area d'interesse.

##### **- CARTOGRAFIA TEMATICA**

Si fa riferimento agli stralci della *CARTA GEOMORFOLOGICA* e della *CARTA DEGLI SPESSORI* del P.S.A.I. che si forniscono in allegato.

Dalla *CARTA GEOMORFOLOGICA* si rileva che il sito per buona parte ricade in un'area rappresentativa di un "*Talus detritico colluviale*" e solo per porzione ricade in una zona di "*Conoide detritico alluvionale*".

Dalla *CARTA DEGLI SPESSORI* si rileva che i versanti carbonatici dei fianchi della valle che sovrastano il sito sono ricoperti da sedimenti sciolti per spessori variabili da 0.5 a 2÷3m.

Per le caratteristiche geologiche, di stabilità ed idrogeologiche dell'area, si rimanda rispettivamente alla *CARTA GEOLOGICA*, alla *CARTA DELLA STABILITÀ* e alla *CARTA IDROGEOLOGICA* allegate, di cui al paragrafo sull'*INQUADRAMENTO DEL SITO NEL CONTESTO DELLO STUDIO GEOLOGICO PREVISTO DALLA LEGGE REGIONE CAMPANIA N°9/83*.

E' stata redatta, infine, la *CARTA IDROLOGICA* del sottobacino, nella quale sono segnate tre incisioni. L'incisione principale, che solca la valle nella sua parte centrale e altre due incisioni, una in destra ed una in sinistra dell'incisione principale.

##### **- COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO**

Sulla base di quanto riportato, si può riferire quanto segue circa la compatibilità dell'intervento in progetto con le Norme di Attuazione del P.S.A.I.

Si tratta di un intervento di ampliamento di un'infrastruttura con la realizzazione di nuovi manufatti. Le opere per la gran parte ricadono in un'area a pericolosità da frana moderata P2 e rischio da frana moderato R1 e solo per una modesta porzione ricadono in un'area a pericolosità da frana molto elevata P4 e a rischio da frana elevato R3.

Trattandosi di nuove opere, la loro fattibilità va verificata in relazione al comma 2 dell'art.39 delle Norme che recita:

*"I Piani urbanistici e loro varianti, i progetti di nuovi manufatti e infrastrutture, devono prevedere la verifica delle nuove trasformazioni alla luce della loro conformità con il Piano Stralcio vigente e quindi devono prevedere l'elaborazione della "carta del rischio atteso". Per la valutazione di tale rischio sarà necessario sovrapporre le nuove destinazioni d'uso del territorio con la cartografia della Pericolosità Idraulica e da Frana, di cui al presente Piano, e attraverso l'uso delle matrici del rischio di cui all'Allegato C, verificare il nuovo valore del rischio. Le nuove destinazioni d'uso del territorio, che comportano un Rischio atteso R3 ed R4 non sono compatibili con le prescrizioni del presente Piano; quelle, invece, che determinano un Rischio atteso R2 ed R1 possono essere*

accettabili solo previa verifica che i costi che gravano sulla collettività per lo stato di rischio che si andrà a determinare siano minori dei benefici socioeconomici conseguiti dalle opere o dalle attività proposte."

Ciò premesso, in riferimento alla "Tab. 4 - Definizione degli elementi esposti, della vulnerabilità e del danno atteso in relazione ai fenomeni franosi" dell'Allegato C, che attribuisce alle Zone ed Impianti Cimiteriali un Valore Esposto E3 (Alto) ed un Danno Potenziale D3 (Elevato) ed in riferimento alla "Tab. 5 - Determinazione del rischio da frana" dello stesso Allegato C, che assegna ad una data area un determinato valore del rischio in funzione del danno potenziale e della pericolosità dell'area:

**Tab. 5 – Determinazione del rischio da frana**

$R_k = P_n \times D_m$		$P_n$			
		P4	P3	P2	P1
$D_m$	D4 - danno altissimo	R4	R3	R2	R1
	D3 - danno alto	R4	R3	R2	R1
	D2 - danno medio	R3	R2	R1	R1
	D1 - danno basso	R2	R1	R1	R1

si ottiene che:

- per le opere ricadenti nella porzione del sito a pericolosità da frana moderata P2, si determina un rischio atteso medio R2;
- per le opere ricadenti nella porzione del sito a pericolosità da frana molto elevata P4, si determina un rischio atteso molto elevato R4.

Da ciò ne deriva che le opere previste nella porzione di area a pericolosità da frana moderata P2 possono essere realizzate ("previa verifica che i costi che gravano sulla collettività per lo stato di rischio che si andrà a determinare siano minori dei benefici socioeconomici conseguiti dalle opere o dalle attività proposte"), in quanto determinano nell'area un livello di rischio accettabile che non supera il valore R2; mentre le opere ricadenti nella porzione di area a pericolosità da frana P4 non sono realizzabili, in quanto determinano nell'area un livello di rischio R4, non accettabile perché supera il valore R2.

In allegato si fornisce la CARTA DEL RISCHIO ATTESO relativa all'area d'intervento, nella quale sono distinte le due zone:

- la zona caratterizzata dal rischio atteso R2 e quella dal rischio atteso R4.

#### **CONCLUSIONI**

L'area d'intervento è riportata nella Tav. N. 33 - Salerno - (Quadrante 185-II) in scala 1:25.000, della Carta Topografica Programmatica della Regione Campania (Edizione Aggiornata all'anno 1990) a quote comprese tra 110 e 120m circa s/m ed è individuata in catasto nelle particelle 71, 73, 101 e 102 del foglio 10.

Lo studio condotto ha messo in evidenza che l'area si trova in località Carpineto, in destra del Torrente Solofrana, alla base del versante sinistro di una piccola valle insediata nei Monti di Sarno che da nord si allunga verso sud e che in mezz'ora è solcata da una incisione che segna il confine comunale tra Mercato San Severino e Castel San Giorgio.

In grande, i terreni del comprensorio sono riferibili ad una sequenza di terreni costituita da termini piroclastici limosi e sabbiosi con pomice, sciolti o poco addensati, che poggiano o su detriti carbonatici ghiaioso-ciottolosi e sabbiosi del detrito di falda, in continuità su roccia carbonatica litoide o su tufo giallo o grigio da poco a bene addensato.

In relazione alle stratigrafie dei sondaggi, si può prevedere che il sito d'interesse vada suddiviso in due zone a differenti caratteristiche stratigrafiche:

- una di monte (Zona 1), di modesta estensione rispetto all'estensione dell'area d'intervento, la cui stratigrafia è da ricondurre ad una successione di prodotti piroclastici sabbiosi per circa 5m poggianti su di un livello di detrito carbonatico sabbioso-ciottoloso dello spessore di 2-3m, che passa a roccia carbonatica fratturata intercettata fino a -25m;
- una zona di valle (Zona 2), il cui sottosuolo è composto da una sequenza di termini piroclastici rappresentati da sabbie e sabbie limose e pomice, fino a 12m dal piano campagna e poi da tufo giallo, da tenero ad addensato, fino a 25m di profondità.

La delimitazione delle due zone grossomodo coincide con la curva di livello che interseca il sito d'intervento e che si legge nella Planimetria con l'ubicazione delle indagini.

In ogni caso, nella Carta della prevedibile situazione stratigrafica è riportata la presunta delimitazione delle due zone.

Dai risultati delle prove S.P.T, ai terreni investigati possono essere assegnati i valori dei parametri geotecnici della tabella che segue:

Descrizione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )	Angolo d'attrito (°)	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Densità relativa (%)	Classificazione AGI
Piroclastiti sabbiose a grana grossa con pomici grigie di diametro anche di 1cm	1,91+1,93	32,48+32,76	60,33+62,38	38+46,79	MODERATAMENTE ADDENSATO
Detrito carbonatico grigio scuro, prima sabbioso e poi ciottoloso. Al tetto il detrito è frammisto a materiale piroclastico sabbioso-limoso rossiccio	2,24	42	130,17	65,09	ADDENSATO
Tufo giallo al tetto tenero e poi addensato	2,24	42	130,17	51,3	ADDENSATO

In riferimento alle analisi e prove di laboratorio geotecnico, alle piroclastiti limoso-sabbiose e/o sabbioso-limose che sovrastano il detrito carbonatico e/o il tufo giallo, possono essere attribuiti un peso di volume  $\gamma = 1.62\text{g/cm}^3 \div 1.64\text{g/cm}^3$ , una coesione  $c$  compresa tra  $0.025\text{Kg/cm}^2$  e  $0.046\text{Kg/cm}^2$  ed un angolo di attrito interno  $\varphi$  variabile tra  $28^\circ$  e  $30^\circ$ .

Alla roccia carbonatica, infine, vanno attribuiti i valori dei parametri geotecnici riportati nella Letteratura Tecnica Ufficiale.

L'indagine M.A.S.W. lascia attribuire al sito una  $V_{S30}$  pari a 385m/sec per profondità superiori ai 30m dal piano campagna; pertanto, in riferimento al D.M. 14/01/2008 e, segnatamente, al punto 3.2.2 del D.M., esso è caratterizzato da una Categoria di sottosuolo di tipo B (*"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S30}$  compresi tra 360m/s e 800m/s (ovvero  $N_{SPT,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u30} > 250\text{kPa}$  nei terreni a grana fina")*).

Ai sensi del punto 3 del paragrafo 7.11.3.4.2 del D.M. 14/1/2008, la verifica a liquefazione dei terreni è stata omessa trattandosi di un sito caratterizzato da un piano campagna da ritenere praticamente orizzontale (si tratta di terrazzi pianeggianti con dislivello di quota tra terrazzi contigui dell'ordine massimo del metro, metro e mezzo) con profondità media stagionale della falda maggiore di 15m dal piano campagna e certamente superiore a 25m, che è la profondità di perforazione fino alla quale non è stata rinvenuta la falda. Nel sito, quindi, non è prevedibile la liquefazione dei terreni in occasione di eventi sismici.

Per quanto attiene, infine, alla compatibilità dell'intervento in progetto con le Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale:

- le opere previste nella porzione di area a rischio medio da frana R2 della CARTA DEL RISCHIO ATTESO allegata, possono essere realizzate *"previa verifica che i costi che gravano sulla collettività per lo stato di rischio che si andrà a determinare siano minori dei benefici socioeconomici conseguiti dalle opere o dalle attività proposte"*; mentre quelle ricadenti nella pozione di area a rischio da frana molto elevato R4 della stessa CARTA DEL RISCHIO ATTESO, non sono realizzabili.

Tanto per incarico ricevuto.

ROCCAPIEMONTE, GENNAIO 2016

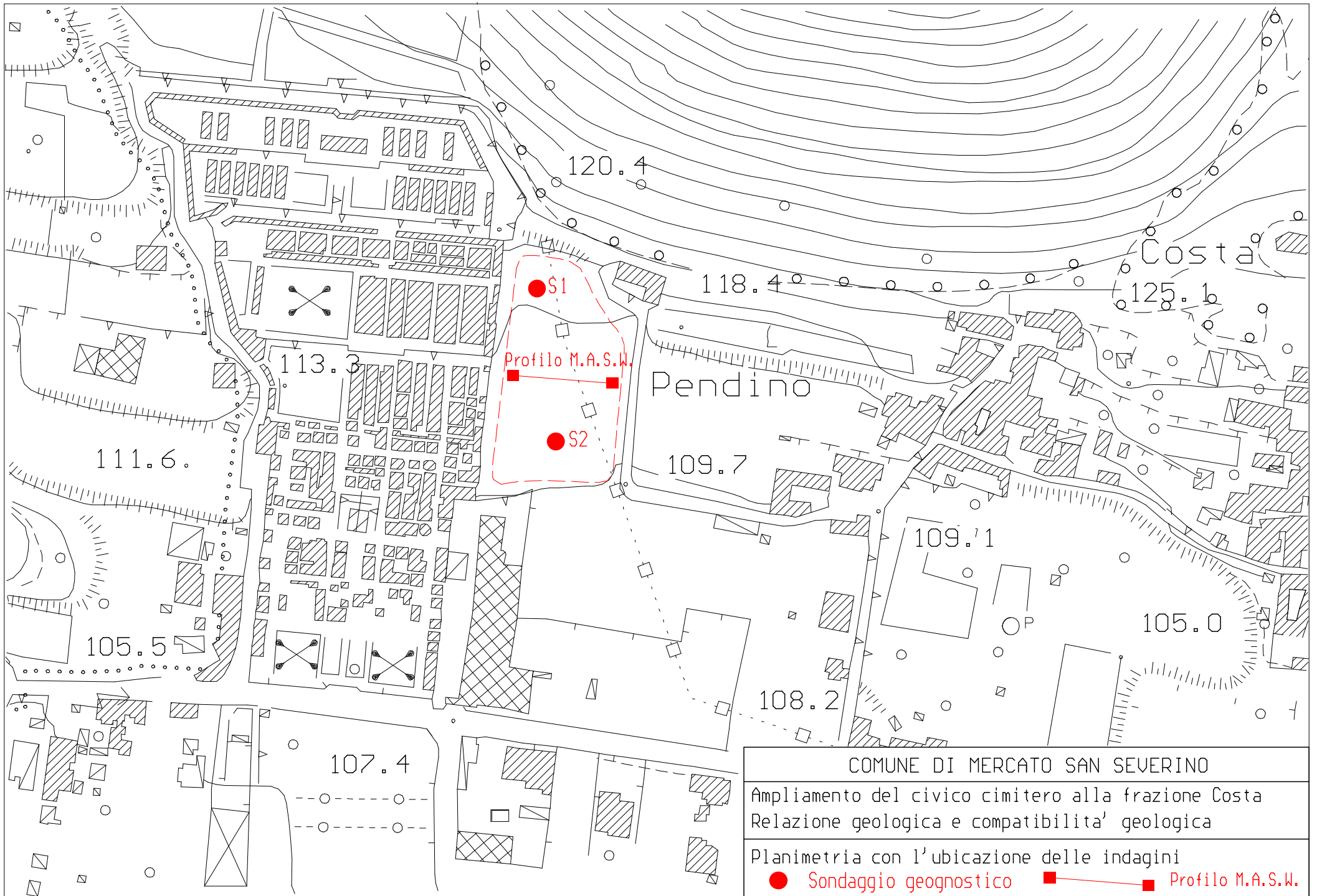
DR. GEOL. ENRICO BOTTIGLIERI





**LEGENDA**

- Civico Cimitero Comunale esistente
- perimetrazione dell'area oggetto d'intervento
- strada di progetto



RICHIEDENTE : I.Geo.s.as.

COMMITTENTE : GE.SE.MA. S.r.l.

LOCALITA' : Cimitero alla Frazione Costa di Mercato San Severino (SA)

OGGETTO : Ampliamento del Civico Cimitero alla Frazione Costa di Mercato San Severino

ATTREZZATURA : Sonda Teredo MN 900

METODO DI PERF.: Carotaggio continuo

QUOTA.: piano campagna.

PROFONDITA': 25.00 m

UBICAZIONE: Lat 40.781752°; N  
Lon 14.718656° E

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, ai sensi della Circolare n. 7619 del 08/09/2010 - Certificazione n° 5262



N° ACCETTAZIONE: 0724a/15  
DATA DI INIZIO: 09/12/2015  
DATA DI FINE: 10/12/2015  
NUMERO CERTIFICATO: 1469a  
DATA EMISSIONE: 15/12/2015

Sigla: S1

PAGINE: 1 di 1

p.c.	Profondità		Colonna Stratigraf.	Stratigrafia e descrizione dei terreni	Falda m	Poker test Kg/cm <sup>2</sup>	Van test Kg/cm <sup>2</sup>	down hole	piezometro	RQD %	Campione indisturbato	S.P.T.
	Q.rel. (m)	Spess. (m)										
	1.00	1.00		Terreno agrario;								
	2.00	2.00		Piroclastiti sabbiose marroni con piccole pomici gialle. A fine strato (per circa 50cm) a granulometria limoso-sabbiosa;							3.00	
	3.50	1.50		Piroclastiti sabbiose a grana grossa con pomici grigie di diametro anche di 1cm;							3.50	
	4.50	2.50		Detrito carbonatico grigio scuro, prima sabbioso e poi ciottoloso. Al tetto il detrito è frammisto a materiale piroclastico sabbioso-limoso rossiccio;								
	7.00	18.0		Roccia calcarea fratturata;								
	25.00			Fine sondaggio								

DIRETTORE DEL LABORATORIO  
 Dr. Geol. Franco BRIZZI

RESPONSABILE DI SITO  
 Dr. Geol. Giuseppe D'Onofrio

RICHIEDENTE : I.Geo.s.as.

COMMITTENTE : GE.SE.MA. S.r.l.

LOCALITA' : Cimitero alla Frazione Costa di Mercato San Severino (SA)

OGGETTO : Ampliamento del Civico Cimitero alla Frazione Costa di Mercato San Severino

ATTREZZATURA : Sonda Teredo MN 900

METODO DI PERF.: Carotaggio continuo

QUOTA.: piano campagna.

PROFONDITA': 25.00 m

UBICAZIONE: Lat 40.781168°N  
Lon 14.718830° E

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, ai sensi della Circolare n. 7619 del 08/09/2010 - Certificazione n° 5262



N° ACCETTAZIONE: 0724a/15  
DATA DI INIZIO: 14/12/2015  
DATA DI FINE: 14/12/2015  
NUMERO CERTIFICATO: 1469b  
DATA EMISSIONE: 15/12/2015

Sigla: S2

PAGINE: 1 di 1

p.c.	Profondità		Colonna Stratigraf.	Stratigrafia e descrizione dei terreni	Falda m	Poker test Kg/cmq	Van test Kg/cmq	down hole	piezometro	RQD %	Campione indisturbato	S.P.T.
	Q.rel. (m)	Spess. (m)										
	0.70	0.70		Terreno agrario;								
		5.80		Piroclastiti sabbioso-limose con pomici gialle e grigie talora prevalente. Le pomici gialle sono di piccole diametro, le grigie di diametro massimo anche pari a 1cm circa;							5.00 	
		6.50		Piroclastiti sabbiose debolmente limose di colore giallastro con abbondanti pomici bianche talora prevalenti (intorno ai 7m);							5.50	7.00 - 7.45 6 - 8 - 8
		8.00		Piroclastiti sabbiose marrone e giallastro con pomici gialle. Trattasi di tufite giallastre, al tetto marrone scuro;								
		10.00		Piroclastiti sabbiose marrone e giallastro con pomici gialle. Trattasi di tufite giallastre, al tetto marrone scuro;								
		12.0		Tufo giallo al tetto tenero e poi addensato;								12.0 - 12.07 >50=Rifiuto
		13.0		Tufo giallo al tetto tenero e poi addensato;								
		25.00		Fine sondaggio								

Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Franco BRIZZI

Responsabile di sito  
Dr. Geol. Giuseppe D'Onofrio

ALLEGATO FOTOGRAFICO



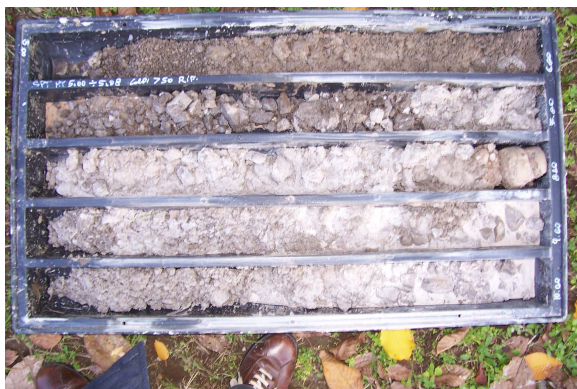
Postazione Sondaggio S1



Postazione Sondaggio S2



Sondaggio S1 Cassetta C1



Sondaggio S1 Cassetta C2



Sondaggio S1 Cassetta C3



Sondaggio S1 Cassetta C4





Sondaggio S1 Cassetta C5



Sondaggio S2 Cassetta C1



Sondaggio S2 Cassetta C2



Sondaggio S2 Cassetta C3



Sondaggio S2 Cassetta C4



Sondaggio S2 Cassetta C5

## IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Norma di riferimento: - ASTM D 2488-00

MC-41 Rev. 00  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 253/2015      Certificato n°: 2078-2015  
del: 15.12.2015      Data certificato: 18.12.2015

Richiedente: I.GEO SAS  
Committente: GE.SE.MA S.r.l  
Cantiere: Ampliamento del civico cimitero alla frazione Costa di Mercato San Severino  
Località: Loc. Costa - Mercato San Severino (SA)  
Data di prova: 15.12.2015

### DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S1	C1	3,00-3,50	indisturbato	09.12.2015

### DATI GENERALI

### PROVE SPEDITE

Contenitore:	Fustella	Pocket penetrometer Test (MPa)	***
Diametro (cm):	9,5	Pocket vane Test (MPa)	***
Lunghezza (cm):	34,0	Classe di Qualità (AGI)	Q5
Peso netto campione estratto (N)	38,5	Colore (Tabella colori Munsell)	2.5YR Dark olive brown 3/3

### DESCRIZIONE LITOLOGICA

Sabbia limosa, di colore marrone, con presenza di pomici, allo stato sciolto.

### FOTOGRAFIA

Tecnico sperimentatore  
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio  
Dr Geol. G. VERRILLO

## CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Norma di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216

MC-01 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 253/2015  
del: 15.12.2015

Certificato n°: 2079-2015  
Data certificato: 18.12.2015

Richiedente: I.GEO SAS  
Committente: GE.SE.MA S.r.l  
Cantiere: Ampliamento del civico cimitero alla frazione Costa di Mercato San Seve:  
Località: Loc. Costa - Mercato San Severino (SA)  
Data di prova: 15.12.2015

### DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S1	C1	3,00-3,50	indisturbato	09.12.2015

### RISULTATI DELLE PROVE

#### Grandezze indici rilevate in laboratorio

$\gamma_n$	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m <sup>3</sup>	15,98
$\gamma_s$	Peso specifico dei granuli	KN/m <sup>3</sup>	24,88
w	Contenuto di acqua naturale	%	35,02

#### Grandezze indici derivate analiticamente

$\gamma_d$	Peso dell'unità di volume secco	KN/m <sup>3</sup>	11,84
n	Porosità	%	52,44
e	Indice dei vuoti	---	1,10
$s_r$	Grado di saturazione	%	80,59
$\gamma_{sat}$	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m <sup>3</sup>	16,98
$\gamma'$	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m <sup>3</sup>	7,17

Tecnico sperimentatore  
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio  
Dr Geol. G. VERRILLO

## ANALISI GRANULOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - ASTM D422 - CNR 23

MC - 03 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 253/2015  
del: 15.12.2015

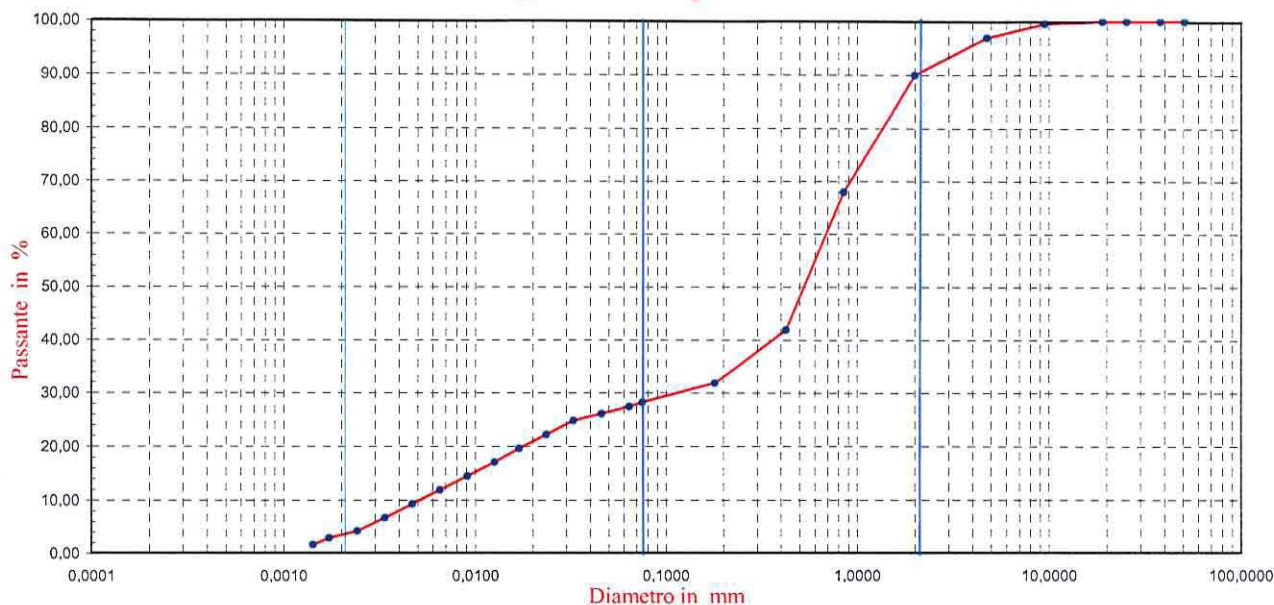
Certificato n°: 2080/2015  
Data certificato: 18.12.2015

Richiedente: I.GEO SAS  
Committente: GE.SE.MA S.r.l  
Cantiere: Ampliamento del civico cimitero alla frazione Costa di Mercato San Severino  
Località: Loc. Costa - Mercato San Severino (SA)  
Data di prova: 15.12.2015

### DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S1	C1	3,00-3,50	indisturbato	09.12.2015

### Rappresentazione grafica



### SETACCIATURA

Diametro (mm)	50,00	37,50	25,40	19,00	9,50	4,75	2,00	0,85	0,425	0,180	0,075
Passante (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	99,60	96,94	89,87	67,91	41,88	31,76	28,21

### SEDIMENTAZIONE

D. (mm)	0,0641	0,0458	0,0327	0,0236	0,0170	0,0126	0,0091	0,0065	0,0047	0,0034	0,0024	0,0017	0,0014
P. (%)	27,43	26,14	24,85	22,26	19,68	17,10	14,52	11,94	9,36	6,78	4,19	2,90	1,61

### Composizione granulometrica

Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)
10,13	62,44	23,23	4,19

### Definizione granulometrica:

Sabbia limosa debolmente ghiaiosa

Tecnico sperimentatore  
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio  
Dr Geol. G. VERRILLO

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 253/2015      Certificato n°: 2081-2015  
del: 15.12.2015      Data certificato: 18.12.2015  
Richiedente: I.GEO SAS  
Committente: GE.SE.MA S.r.l  
Cantiere: Ampliamento del civico cimitero alla frazione Costa di Mercato San Severino  
Loc. Costa - Mercato San Severino (SA)  
Data di prova: 15.12.2015

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C1	3,00-3,50	indisturbato	09.12.2015

Tipo di prova	Consolidata drenata	
Velocità di prova	0,0148	mm/min

### Caratteristiche del campione

	Sezione (cm <sup>2</sup> )	Altezza iniziale (mm)	Peso Volume (KN/m <sup>3</sup> )	Contenuto acqua iniziale (%)	Contenuto acqua finale (%)
<b>Provino 1</b>	36,00	23,00	16,02	35,92	36,77
<b>Provino 2</b>	36,00	23,00	15,85	34,11	38,02
<b>Provino 3</b>	36,00	23,00	16,07	33,61	34,82

### Fase di consolidazione

	Tempo (ore)	Carico applicato (KPa)	Cedimento (mm)
<b>Provino 1</b>	24	50	0,49
<b>Provino 2</b>	24	100	0,72
<b>Provino 3</b>	24	150	1,13

ATTREZZATURA UTILIZZATA: MATEST S277-01/AD/0004

Tecnico sperimentatore  
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio  
Dr Geol. G. VERRILLO

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 2 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 253/2015

Certificato n°: 2081-2015

del: 15.12.2015

Data certificato: 18.12.2015

Richiedente: I.GEO SAS

Committente: GE.SE.MA S.r.l

Cantiere: Ampliamento del civico cimitero alla frazione Costa di Mercato San Severino  
Loc. Costa - Mercato San Severino (SA)

Data di prova: 15.12.2015

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C1	3,00-3,50	indisturbato	09.12.2015

Dati relativi al provino 1

$\sigma_v$ 50 KPa														
dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
20	0,30	0,015	0,021	5,9										
40	0,59	0,033	0,044	12,1										
60	0,89	0,046	0,062	17,3										
80	1,18	0,064	0,077	21,3										
100	1,48	0,080	0,090	25,0										
120	1,78	0,094	0,100	27,7										
140	2,07	0,107	0,107	29,7										
160	2,37	0,119	0,111	30,9										
180	2,66	0,133	0,112	31,2										
200	2,96	0,145	0,111	30,9										
220	3,26	0,155	0,109	30,2										
240	3,55	0,163	0,106	29,5										
260	3,85	0,173	0,105	29,3										
280	4,14	0,184	0,103	28,6										
300	4,44	0,194	0,101	28,0										
320	4,74	0,202	0,098	27,3										
340	5,03	0,208	0,096	26,6										
360	5,33	0,213	0,093	25,7										
380	5,62	0,219	0,089	24,8										
400	5,92	0,224	0,087	24,3										
420	6,22	0,227	0,086	23,9										
440	6,51	0,230	0,085	23,6										
460	6,81	0,233	0,083	23,0										
480	7,10	0,238	0,081	22,5										
500	7,40	0,243	0,081	22,5										
520	7,70	0,245	0,080	22,3										

Pressione a rottura 31,2 (KPa)

Deformazione a rottura 2,66 (mm)

Tecnico sperimentatore  
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio  
Dr Geol. G. VERRILLO

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 3 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 253/2015

Certificato n°: 2081-2015

del: 15.12.2015

Data certificato: 18.12.2015

Richiedente: I.GEO SAS

Committente: GE.SE.MA S.r.l

Cantiere: Ampliamento del civico cimitero alla frazione Costa di Mercato San Severino  
Loc. Costa - Mercato San Severino (SA)

Data di prova: 15.12.2015

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C1	3,00-3,50	indisturbato	09.12.2015

Dati relativi al provino 2

$\sigma_v$ 100 KPa														
dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
20	0,30	0,035	0,036	10,0										
40	0,59	0,061	0,076	21,2										
60	0,89	0,084	0,109	30,3										
80	1,18	0,106	0,138	38,4										
100	1,48	0,125	0,162	45,1										
120	1,78	0,147	0,179	49,8										
140	2,07	0,164	0,193	53,6										
160	2,37	0,180	0,203	56,4										
180	2,66	0,195	0,209	58,1										
200	2,96	0,210	0,212	59,0										
220	3,26	0,221	0,211	58,6										
240	3,55	0,233	0,208	57,7										
260	3,85	0,243	0,204	56,8										
280	4,14	0,250	0,201	55,9										
300	4,44	0,260	0,198	55,0										
320	4,74	0,267	0,195	54,2										
340	5,03	0,275	0,192	53,4										
360	5,33	0,279	0,189	52,6										
380	5,62	0,286	0,186	51,8										
400	5,92	0,290	0,184	51,1										
420	6,22	0,296	0,181	50,4										
440	6,51	0,303	0,180	49,9										
460	6,81	0,306	0,178	49,5										
480	7,10	0,311	0,176	49,0										
500	7,40	0,314	0,175	48,6										

Pressione a rottura	59,0	(KPa)
Deformazione a rottura	2,96	(mm)

Tecnico sperimentatore  
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio  
Dr Geol. G. YERRILO

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 4 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 253/2015

Certificato n°: 2081-2015

del: 15.12.2015

Data certificato: 18.12.2015

Richiedente: I.GEO SAS

Committente: GE.SE.MA S.r.l

Cantiere: Ampliamento del civico cimitero alla frazione Costa di Mercato San Severino  
Loc. Costa - Mercato San Severino (SA)

Data di prova: 15.12.2015

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C1	3,00-3,50	indisturbato	09.12.2015

Dati relativi al provino 3

$\sigma_v$ 150 KPa														
dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
20	0,30	0,060	0,080	22,3										
40	0,59	0,103	0,138	38,3										
60	0,89	0,138	0,179	49,6										
80	1,18	0,165	0,214	59,5										
100	1,48	0,187	0,245	68,0										
120	1,78	0,209	0,270	75,1										
140	2,07	0,227	0,288	80,0										
160	2,37	0,244	0,302	83,9										
180	2,66	0,258	0,311	86,5										
200	2,96	0,271	0,315	87,4										
220	3,26	0,284	0,317	88,1										
240	3,55	0,294	0,314	87,2										
260	3,85	0,305	0,308	85,6										
280	4,14	0,315	0,303	84,3										
300	4,44	0,322	0,298	82,7										
320	4,74	0,329	0,291	80,9										
340	5,03	0,334	0,283	78,7										
360	5,33	0,340	0,276	76,6										
380	5,62	0,347	0,268	74,5										
400	5,92	0,354	0,263	73,0										
420	6,22	0,361	0,258	71,7										
440	6,51	0,367	0,252	70,0										
460	6,81	0,371	0,246	68,3										
480	7,10	0,377	0,242	67,2										
500	7,40	0,382	0,239	66,5										
520	7,70	0,385	0,238	66,0										

Pressione a rottura 88,1 (KPa)  
Deformazione a rottura 3,26 (mm)

Tecnico sperimentatore  
Dr Geol. H. MARTONE

Direttore del Laboratorio  
Dr Geol. G. VERRILLO



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 5 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 253/2015

Certificato n°: 2081-2015

del: 15.12.2015

Data certificato: 18.12.2015

Richiedente: I.GEO SAS

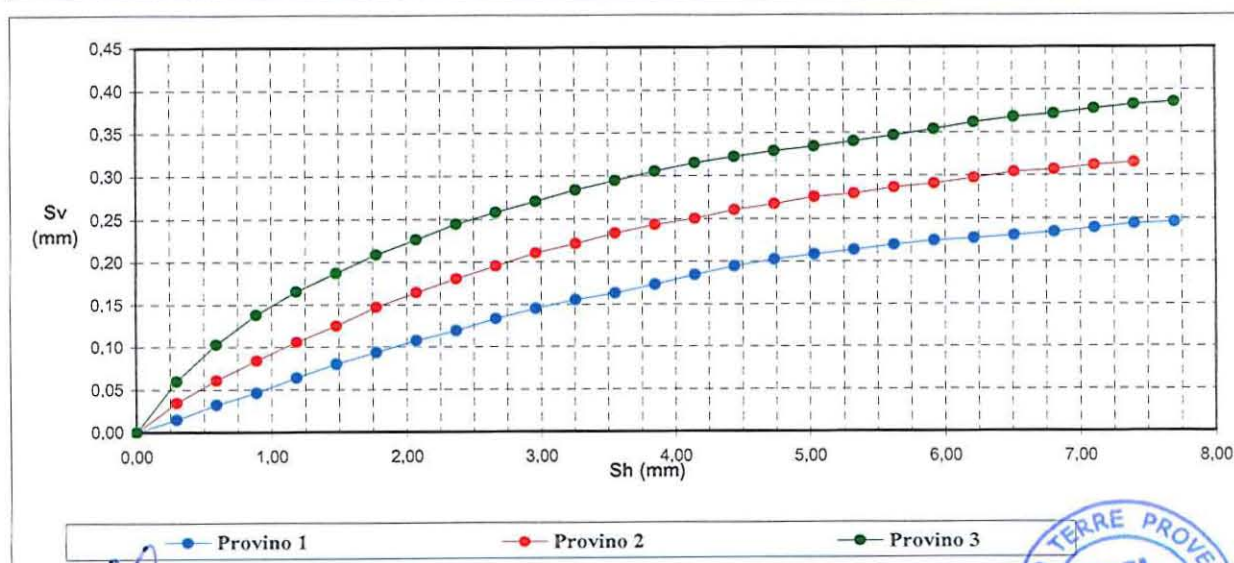
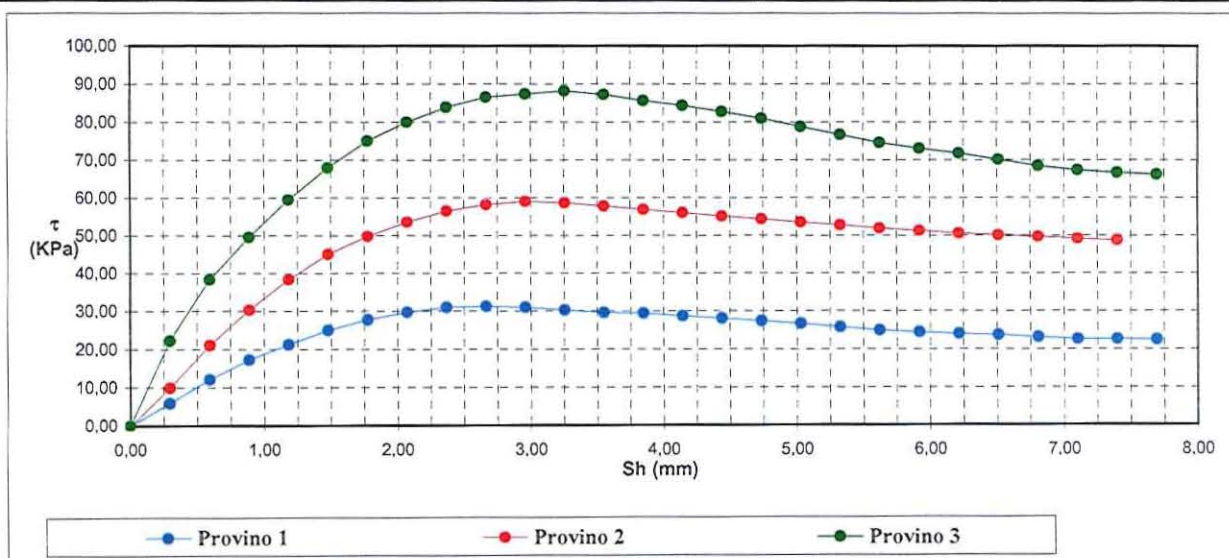
Committente: GE.SE.MA S.r.l

Cantiere: Ampliamento del civico cimitero alla frazione Costa di Mercato San Severino  
Loc. Costa - Mercato San Severino (SA)

Data di prova: 15.12.2015

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C1	3,00-3,50	indisturbato	09.12.2015



Tecnico sperimentatore  
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio  
Dr Geol. G. VERRILLO

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 6 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 253/2015

Certificato n°: 2081-2015

del: 15.12.2015

Data certificato: 18.12.2015

Richiedente: I.GEO SAS

Committente: GE.SE.MA S.r.l

Cantiere: Ampliamento del civico cimitero alla frazione Costa di Mercato San Severino  
Loc. Costa - Mercato San Severino (SA)

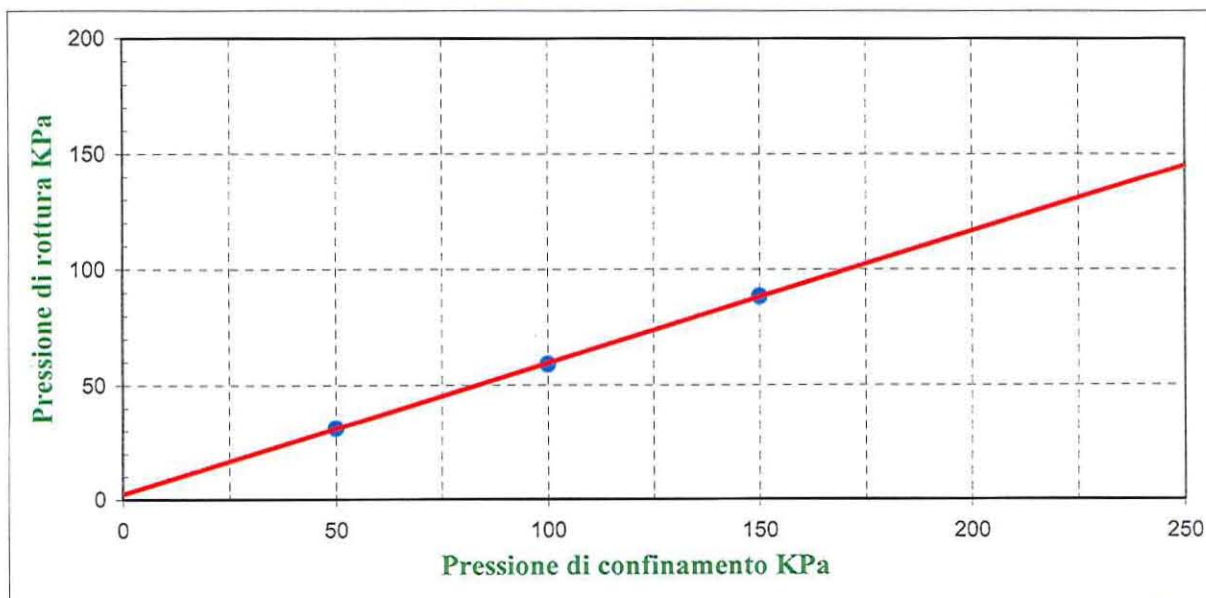
Data di prova: 15.12.2015

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C1	3,00-3,50	indisturbato	09.12.2015

### Parametri meccanici a rottura

	Press. di consolidazione (KPa)	Press. di rottura (KPa)	Def. a rottura (mm)
<b>Provino 1</b>	50,00	31,20	2,66
<b>Provino 2</b>	100,00	59,00	2,96
<b>Provino 3</b>	150,00	88,10	3,26



### Risultati sperimentali

Angolo di attrito **29,64** Gradi

Coesione **2,53** KPa

Tecnico sperimentatore  
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio  
Dr Geol. G. VERRILLO



## IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Norma di riferimento: - ASTM D 2488-00

MC-41 Rev. 00  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 253/2015      Certificato n°: 2082-2015  
del: 15.12.2015      Data certificato: 18.12.2015

Richiedente: I.GEO SAS  
Committente: GE.SE.MA S.r.l  
Cantiere: Ampliamento del civico cimitero alla frazione Costa di Mercato San Severino  
Località: Loc. Costa - Mercato San Severino (SA)  
Data di prova: 15.12.2015

### DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C1	5,00-5,50	indisturbato	14.12.2015

### DATI GENERALI

### PROVE SPEDITIVE

Contenitore:	Fustella	Pocket penetrometer Test (MPa)	***
Diametro (cm):	9,5	Pocket vane Test (MPa)	***
Lunghezza (cm):	38,0	Classe di Qualità (AGI)	Q5
Peso netto campione estratto (N)	43,6	Colore (Tabella colori Munsell)	10YR Very dark brown 2/2

### DESCRIZIONE LITOLOGICA

Limo con sabbia di colore marrone scuro, poco addensato.

### FOTOGRAFIA

Tecnico sperimentatore  
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio  
Dr Geol. C. VERRILLO

## CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Norma di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216

MC-01 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 253/2015  
del: 15.12.2015

Certificato n°: 2083-2015  
Data certificato: 18.12.2015

Richiedente: I.GEO SAS  
Committente: GE.SE.MA S.r.l  
Cantiere: Ampliamento del civico cimitero alla frazione Costa di Mercato San Seve:  
Località: Loc. Costa - Mercato San Severino (SA)  
Data di prova: 15.12.2015

### DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C1	5,00-5,50	indisturbato	14.12.2015

### RISULTATI DELLE PROVE

#### Grandezze indici rilevate in laboratorio

$\gamma_n$	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m <sup>3</sup>	16,18
$\gamma_s$	Peso specifico dei granuli	KN/m <sup>3</sup>	25,46
w	Contenuto di acqua naturale	%	26,86

#### Grandezze indici derivate analiticamente

$\gamma_d$	Peso dell'unità di volume secco	KN/m <sup>3</sup>	12,75
n	Porosità	%	49,90
e	Indice dei vuoti	---	1,00
$s_r$	Grado di saturazione	%	70,00
$\gamma_{sat}$	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m <sup>3</sup>	17,65
$\gamma'$	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m <sup>3</sup>	7,84

Tecnico sperimentatore  
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio  
Dr Geol. G. VERRILLO

## ANALISI GRANULOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - ASTM D422 - CNR 23

MC - 03 Rev. 01  
del 03/01/2013

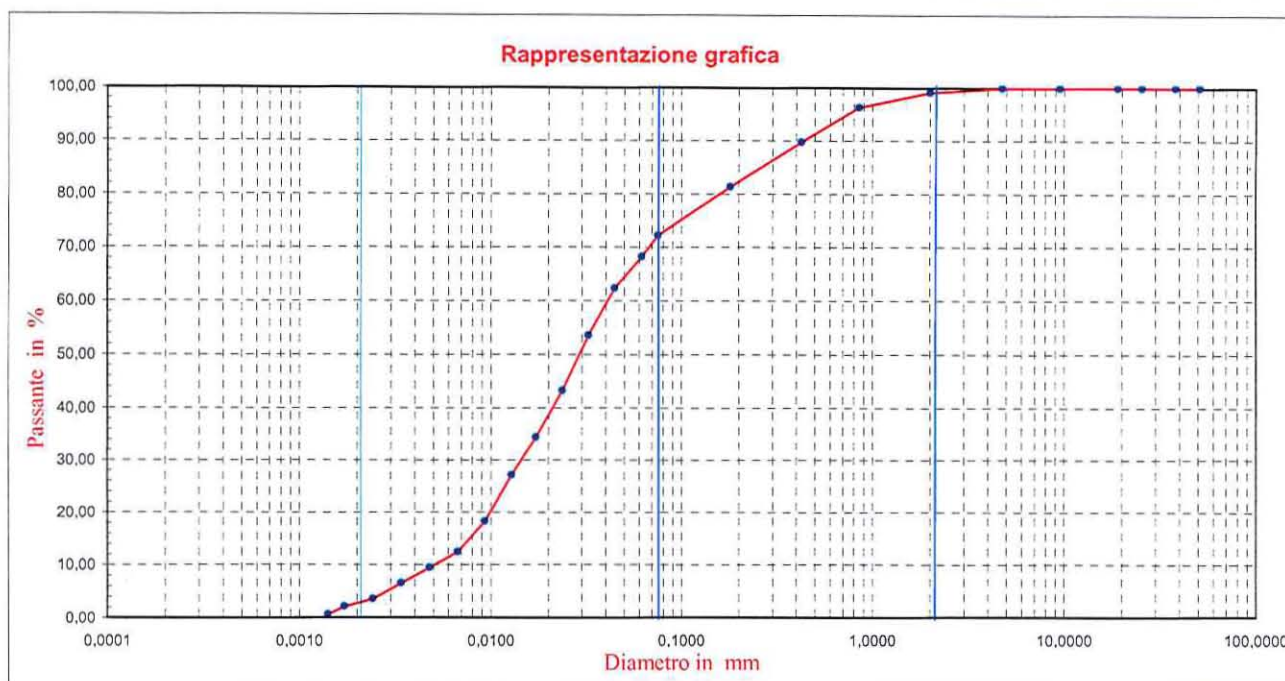
Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 253/2015  
del: 15.12.2015  
Certificato n°: 2084/2015  
Data certificato: 18.12.2015

Richiedente: I.GEO SAS  
Committente: GE.SE.MA S.r.l  
Cantiere: Ampliamento del civico cimitero alla frazione Costa di Mercato San Severino  
Località: Loc. Costa - Mercato San Severino (SA)  
Data di prova: 15.12.2015

### DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C1	5,00-5,50	indisturbato	14.12.2015



### SETACCIATURA

Diametro (mm)	50,00	37,50	25,40	19,00	9,50	4,75	2,00	0,85	0,425	0,180	0,075
Passante (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,16	96,31	89,75	81,35	72,23

### SEDIMENTAZIONE

D. (mm)	0,0616	0,0445	0,0324	0,0237	0,0172	0,0128	0,0093	0,0067	0,0048	0,0034	0,0024	0,0017	0,0014
P. (%)	68,29	62,41	53,60	43,32	34,51	27,17	18,36	12,48	9,55	6,61	3,67	2,20	0,73

Composizione granulometrica				Definizione granulometrica:
Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	
0,84	30,87	64,62	3,67	Limo con sabbia

Tecnico sperimentatore  
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio  
Dr Geol. G. VERRILLO

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 253/2015      Certificato n°: 2085-2015  
del: 15.12.2015      Data certificato: 18.12.2015  
Richiedente: I.GEO SAS  
Committente: GE.SE.MA S.r.l  
Cantiere: Ampliamento del civico cimitero alla frazione Costa di Mercato San Severino  
Loc. Costa - Mercato San Severino (SA)  
Data di prova: 15.12.2015

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C1	5,00-5,50	indisturbato	14.12.2015

Tipo di prova	Consolidata drenata	
Velocità di prova	0,0143	mm/min

### Caratteristiche del campione

	Sezione (cm <sup>2</sup> )	Altezza iniziale (mm)	Peso Volume (KN/m <sup>3</sup> )	Contenuto acqua iniziale (%)	Contenuto acqua finale (%)
<b>Provino 1</b>	36,00	23,00	16,24	27,46	36,78
<b>Provino 2</b>	36,00	23,00	16,04	26,26	36,17
<b>Provino 3</b>	36,00	23,00	16,26	25,73	33,59

### Fase di consolidazione

	Tempo (ore)	Carico applicato (KPa)	Cedimento (mm)
<b>Provino 1</b>	24	50	0,39
<b>Provino 2</b>	24	100	0,68
<b>Provino 3</b>	24	150	1,10

ATTREZZATURA UTILIZZATA: LBG Srl Cella di carico AEP n°13436

Tecnico sperimentatore  
Dr Geol. F. MARFONE

Direttore del Laboratorio  
Dr Geol. G. VERRILLO

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 2 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 253/2015

Certificato n°: 2085-2015

del: 15.12.2015

Data certificato: 18.12.2015

Richiedente: I.GEO SAS

Committente: GE.SE.MA S.r.l

Cantiere: Ampliamento del civico cimitero alla frazione Costa di Mercato San Severino  
Loc. Costa - Mercato San Severino (SA)

Data di prova: 15.12.2015

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C1	5,00-5,50	indisturbato	14.12.2015

Dati relativi al provino 1

$\sigma_v$ 50 KPa														
dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
20	0,29	0,015	0,023	6,3										
40	0,57	0,033	0,045	12,4										
60	0,86	0,049	0,062	17,1										
80	1,14	0,064	0,073	20,4										
100	1,43	0,080	0,083	23,2										
120	1,72	0,094	0,092	25,5										
140	2,00	0,107	0,099	27,4										
160	2,29	0,119	0,105	29,1										
180	2,57	0,133	0,109	30,3										
200	2,86	0,145	0,111	30,8										
220	3,15	0,156	0,112	31,0										
240	3,43	0,166	0,111	30,8										
260	3,72	0,178	0,110	30,5										
280	4,00	0,187	0,108	30,1										
300	4,29	0,197	0,107	29,7										
320	4,58	0,206	0,105	29,3										
340	4,86	0,213	0,104	28,9										
360	5,15	0,218	0,103	28,6										
380	5,43	0,222	0,102	28,4										
400	5,72	0,226	0,101	28,0										
420	6,01	0,230	0,100	27,7										
440	6,29	0,234	0,099	27,4										
460	6,58	0,233	0,098	27,1										
480	6,86	0,236	0,096	26,7										
500	7,15	0,240	0,096	26,6										
520	7,44	0,243	0,094	26,2										

Pressione a rottura 31,0 (KPa)  
Deformazione a rottura 2,86 (mm)

Tecnico sperimentatore  
Dr Geol. E. MARTONE

Direttore del Laboratorio  
Dr Geol. G. VERRILLO

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 3 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 253/2015

Certificato n°: 2085-2015

del: 15.12.2015

Data certificato: 18.12.2015

Richiedente: I.GEO SAS

Committente: GE.SE.MA S.r.l

Cantiere: Ampliamento del civico cimitero alla frazione Costa di Mercato San Severino  
Loc. Costa - Mercato San Severino (SA)

Data di prova: 15.12.2015

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C1	5,00-5,50	indisturbato	14.12.2015

Dati relativi al provino 2

$\sigma_v$ 100 KPa														
dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
20	0,29	0,035	0,036	10,0										
40	0,57	0,061	0,074	20,5										
60	0,86	0,084	0,107	29,6										
80	1,14	0,106	0,136	37,7										
100	1,43	0,125	0,159	44,2										
120	1,72	0,144	0,175	48,6										
140	2,00	0,164	0,187	51,9										
160	2,29	0,178	0,195	54,1										
180	2,57	0,193	0,201	55,7										
200	2,86	0,207	0,205	57,0										
220	3,15	0,221	0,204	56,8										
240	3,43	0,233	0,202	56,1										
260	3,72	0,243	0,198	55,1										
280	4,00	0,250	0,195	54,3										
300	4,29	0,260	0,193	53,5										
320	4,58	0,266	0,189	52,5										
340	4,86	0,272	0,187	51,9										
360	5,15	0,279	0,183	50,9										
380	5,43	0,284	0,180	50,0										
400	5,72	0,289	0,178	49,5										
420	6,01	0,293	0,176	48,9										
440	6,29	0,299	0,174	48,4										
460	6,58	0,302	0,172	47,8										
480	6,86	0,306	0,170	47,2										
500	7,15	0,307	0,168	46,8										

Pressione a rottura	57,0	(KPa)
Deformazione a rottura	2,86	(mm)

Tecnico sperimentatore  
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio  
Dr Geol. G. VERRILLO



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 4 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 253/2015

Certificato n°: 2085-2015

del: 15.12.2015

Data certificato: 18.12.2015

Richiedente: I.GEO SAS

Committente: GE.SE.MA S.r.l

Cantiere: Ampliamento del civico cimitero alla frazione Costa di Mercato San Severino  
Loc. Costa - Mercato San Severino (SA)

Data di prova: 15.12.2015

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C1	5,00-5,50	indisturbato	14.12.2015

Dati relativi al provino 3

$\sigma_v$ 150 KPa														
dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
20	0,29	0,060	0,080	22,3										
40	0,57	0,103	0,138	38,3										
60	0,86	0,137	0,179	49,6										
80	1,14	0,164	0,214	59,5										
100	1,43	0,185	0,239	66,4										
120	1,72	0,205	0,261	72,5										
140	2,00	0,222	0,276	76,8										
160	2,29	0,240	0,286	79,5										
180	2,57	0,254	0,294	81,8										
200	2,86	0,266	0,300	83,3										
220	3,15	0,279	0,302	83,9										
240	3,43	0,292	0,298	82,9										
260	3,72	0,303	0,295	82,0										
280	4,00	0,313	0,292	81,1										
300	4,29	0,320	0,289	80,3										
320	4,58	0,327	0,285	79,3										
340	4,86	0,334	0,282	78,2										
360	5,15	0,340	0,277	77,0										
380	5,43	0,344	0,273	75,8										
400	5,72	0,348	0,268	74,4										
420	6,01	0,355	0,264	73,2										
440	6,29	0,359	0,258	71,8										
460	6,58	0,363	0,252	70,1										
480	6,86	0,367	0,249	69,1										
500	7,15	0,368	0,246	68,3										
520	7,44	0,370	0,245	68,0										

Pressione a rottura **83,9 (KPa)**  
Deformazione a rottura **3,15 (mm)**

Tecnico sperimentatore  
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio  
Dr Geol. G. VERRILLO

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 5 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 253/2015

Certificato n°: 2085-2015

del: 15.12.2015

Data certificato: 18.12.2015

Richiedente: I.GEO SAS

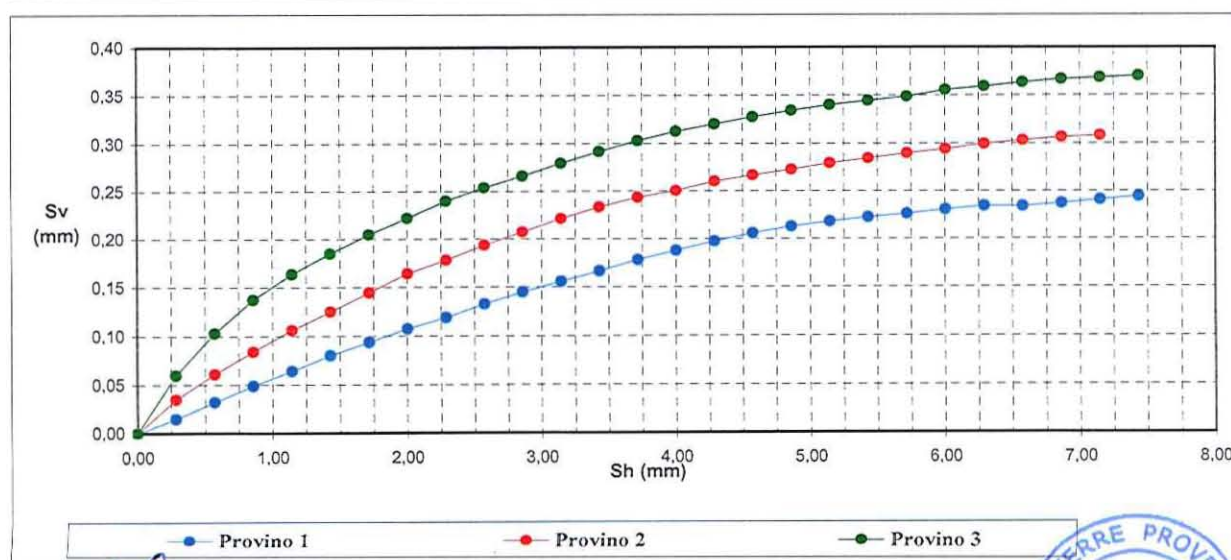
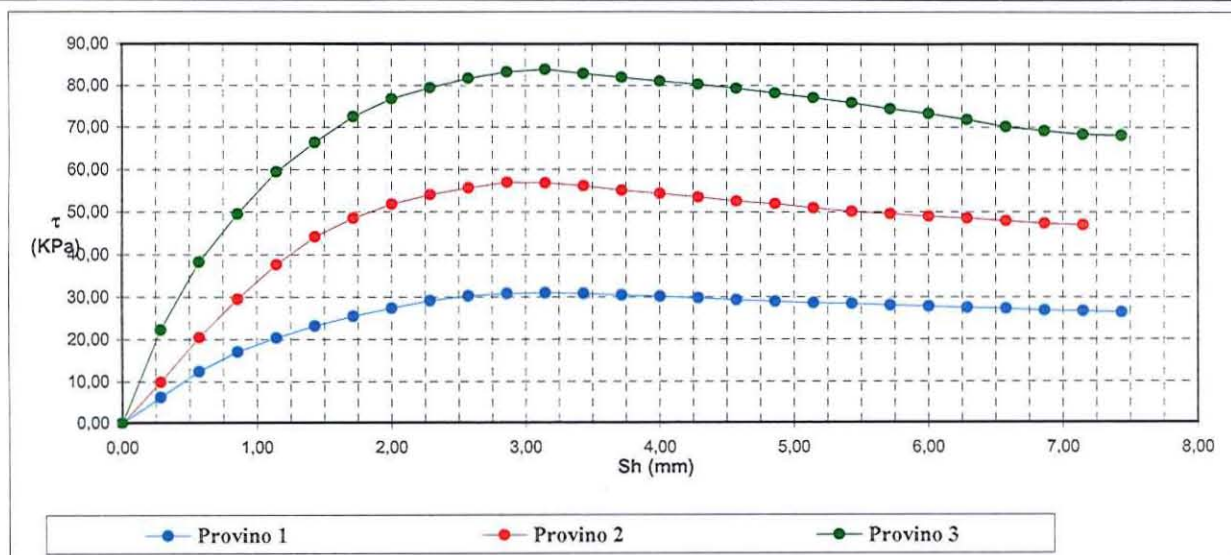
Committente: GE.SE.MA S.r.l

Cantiere: Ampliamento del civico cimitero alla frazione Costa di Mercato San Severino  
Loc. Costa - Mercato San Severino (SA)

Data di prova: 15.12.2015

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C1	5,00-5,50	indisturbato	14.12.2015



Tecnico sperimentatore  
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio  
Dr Geol. G. VERRILLO

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 6 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 253/2015

Certificato n°: 2085-2015

del: 15.12.2015

Data certificato: 18.12.2015

Richiedente: I.GEO SAS

Committente: GE.SE.MA S.r.l

Cantiere: Ampliamento del civico cimitero alla frazione Costa di Mercato San Severino

Loc. Costa - Mercato San Severino (SA)

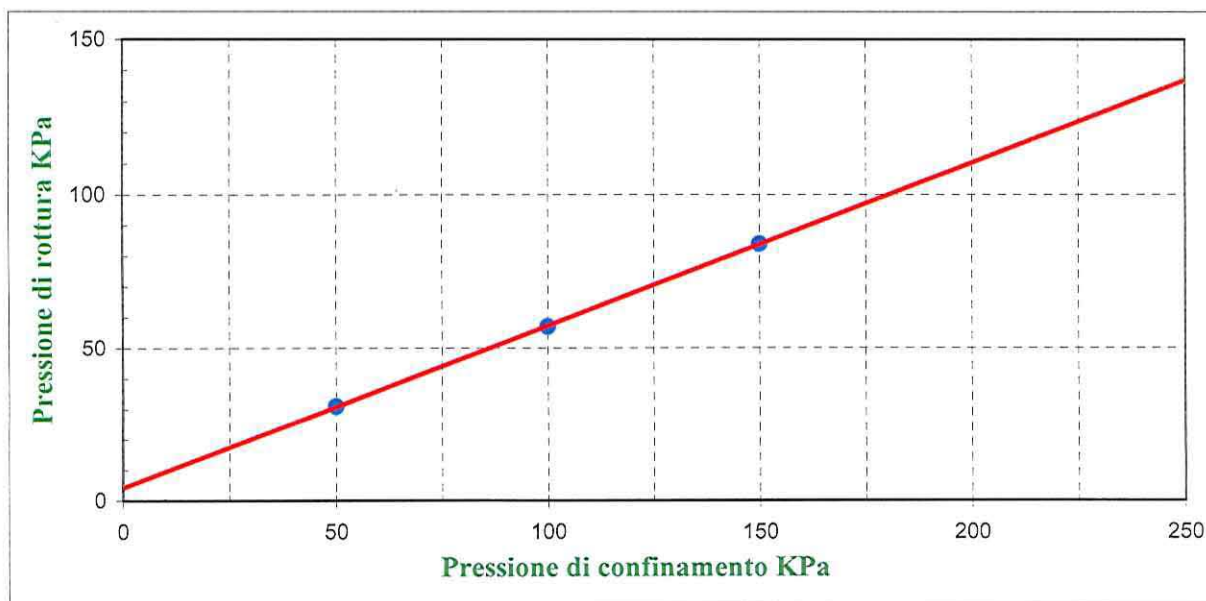
Data di prova: 15.12.2015

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C1	5,00-5,50	indisturbato	14.12.2015

### Parametri meccanici a rottura

	Press. di consolidazione (KPa)	Press. di rottura (KPa)	Def. a rottura (mm)
<b>Provino 1</b>	50,00	31,00	2,86
<b>Provino 2</b>	100,00	57,00	2,86
<b>Provino 3</b>	150,00	83,90	3,15

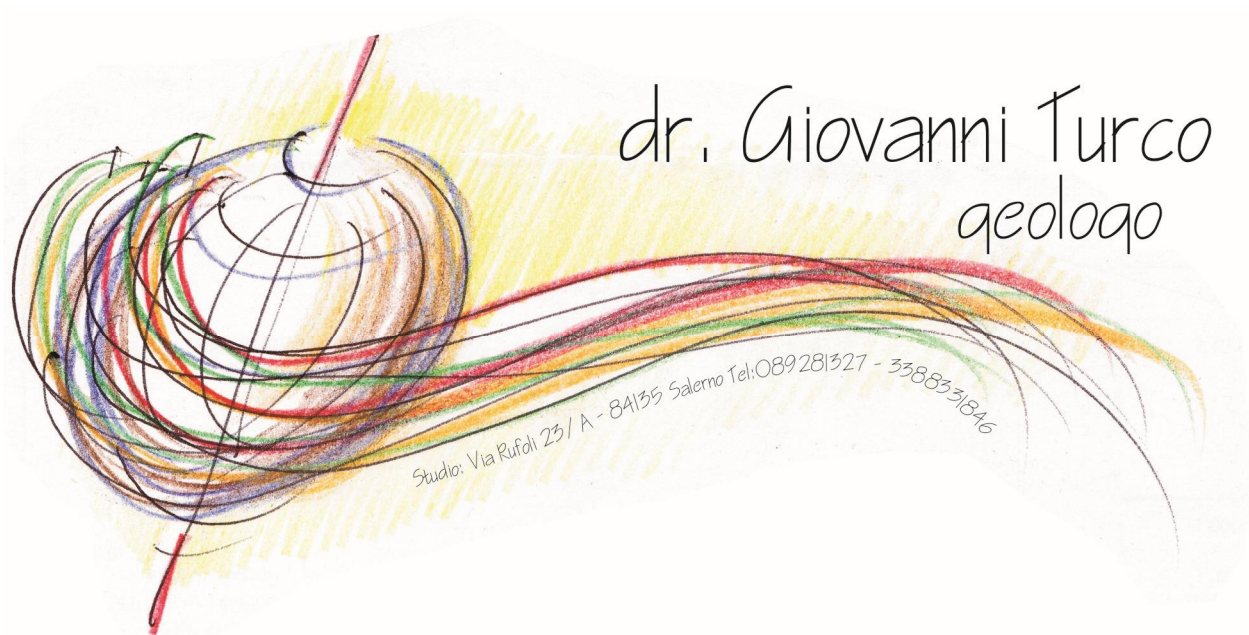


### Risultati sperimentali

Angolo di attrito **27,83** Gradi  
Coesione **4,53** KPa

Tecnico sperimentatore  
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio  
Dr Geol. G. VERRILLO



---

## **INDAGINE GEOFISICA M.A.S.W.**

RELAZIONE SISMICA INTERPRETATIVA

COMUNE DI MERCATO SAN SEVERINO (SA)

---

COMMITTENTE: I.GEO. S.A.S.

GENNAIO 2016



DR. GEOL. GIOVANNI TURCO

## RELAZIONE ESPLICATIVA

Nell'ambito delle indagini per la caratterizzazione geomeccanica dei terreni costituenti il sottosuolo di un'area del comprensorio comunale di Mercato San Severino (SA), lo scrivente è stato incaricato dalla Ditta I.Geo. s.a.s. di D'Onofrio Giuseppe & C., con sede in Via Aldo Moro n°2, Pastorano (CE), di condurre una campagna di prospezioni geofisiche, costituite da indagini M.A.S.W., allo scopo di caratterizzare la risposta sismica locale del sito in esame; l'area di pertinenza insiste a ridosso del Cimitero Comunale, a Nord-Est dello stesso e, segnatamente, il presente lavoro è a corredo del progetto di "Ampliamento del civico cimitero alla Frazione Costa di M.S. Severino".

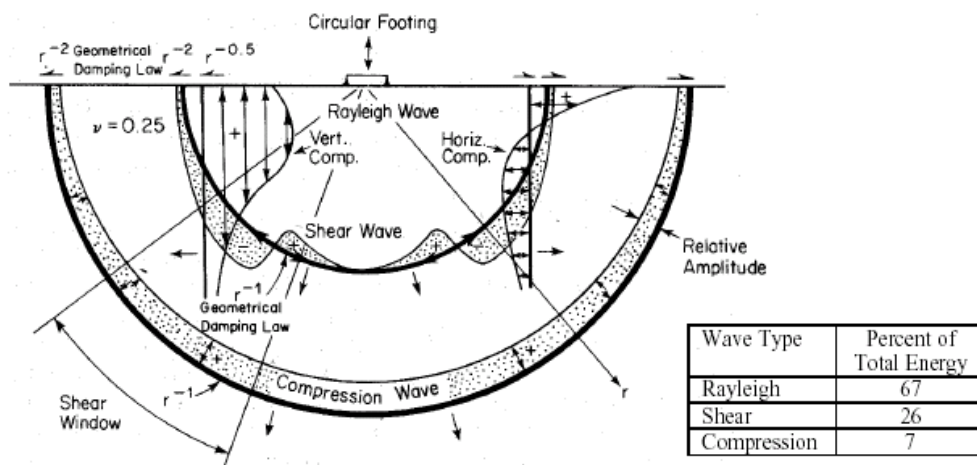
Nell'area investigata, al fine di determinare il parametro  $V_{S30}$ , è stata effettuata una serie di acquisizioni M.A.S.W. (Multi-channel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – Park C.B., Miller R.D., Xia J., 1999) utili a definire il profilo verticale della  $V_s$  (velocità di propagazione delle onde di taglio).

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del DM 14 gennaio 2008 (ex DM 14/09/2005) che, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ).

## GENERALITÀ SULLE TECNICHE DI INDAGINE UTILIZZATE

Il metodo impiegato per la determinazione delle velocità delle onde S è, come detto, il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves); questa è una tecnica di indagine non invasiva che consente di ricostruire il profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , basandosi sulla misura delle onde di superficie in corrispondenza dei geofoni posti lungo uno stendimento sismico opportunamente predisposto.

Il contributo predominante alle onde di superficie è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

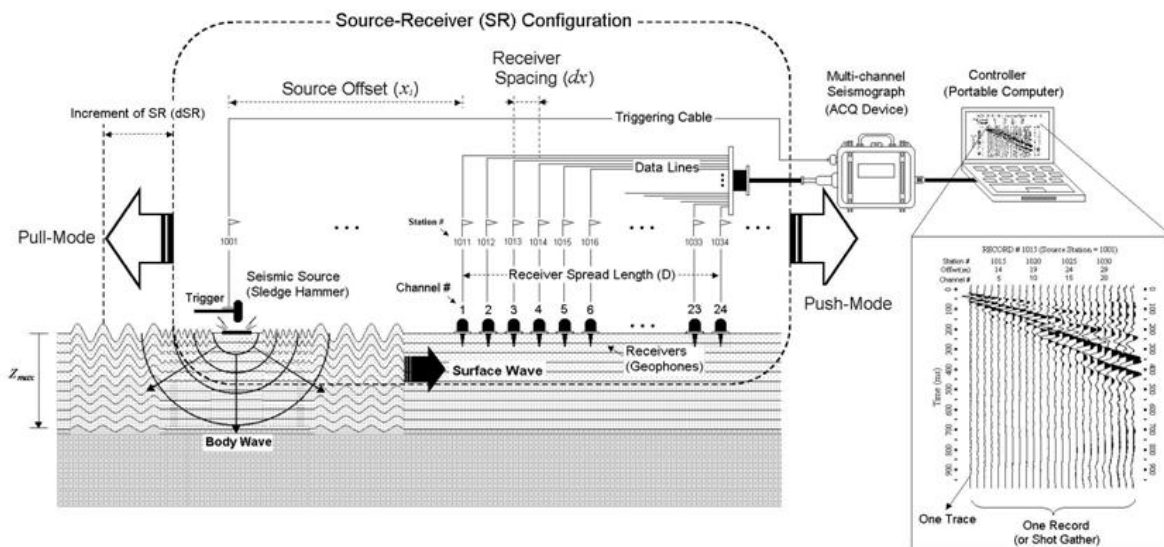


Infatti, nelle prospezioni sismiche per le quali si utilizzano le onde di tipo P, la maggior parte dell'energia sismica totale generata si propaga come onde superficiali di tipo Rayleigh.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente in frequenza di queste onde è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) e quindi da una diversa lunghezza d'onda. Questa proprietà si chiama dispersione. Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di volume (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali.

Per ottenere un profilo verticale di velocità  $V_s$  bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.



La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a rifrazione.

Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S ( $V_s$ ) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

La procedura M.A.S.W. può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- acquisizione dei dati sperimentali;
- estrazione della curva di dispersione;
- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs che descrive la variazione di Vs con la profondità.

L'elaborazione della indagine M.A.S.W. e l'analisi dei dati con software specifico (WinMASW 4.8 Professional) ha consentito di definire i valori del profilo verticale Vs (quindi del parametro  $V_{S30}$ ).

La classificazione dei terreni è stata svolta sulla base del valore della  $V_{S30}$  (il valore medio della Vs nei primi 30m di profondità) definita dalla relazione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

in cui  $V_{si}$  e  $h_i$  sono rispettivamente la velocità delle onde di taglio e lo spessore dell'i-esimo strato.

## **ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI**

### **STRUMENTAZIONE IMPIEGATA**

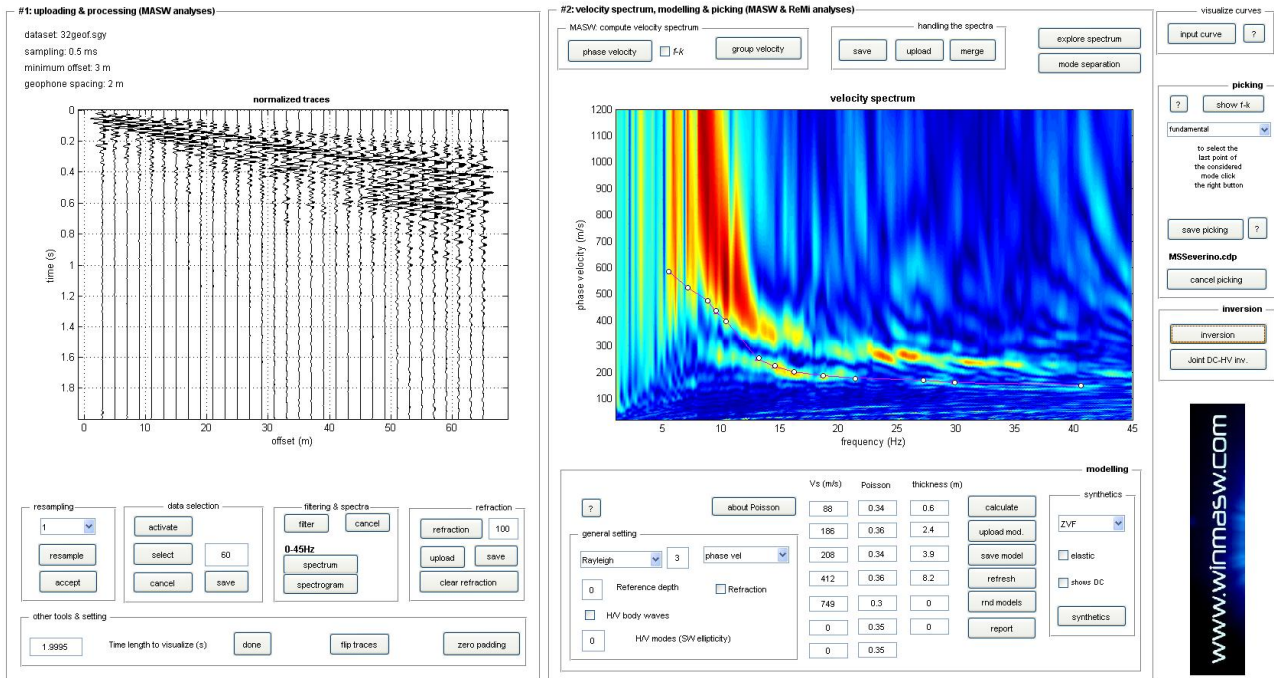
Lo strumento adoperato per l'indagine in parola è il DoReMi, prodotto dalla "Sara Electronic Instruments" di Perugia; si tratta di un sismografo a trasmissione digitale del segnale, concepito per garantire la massima flessibilità di utilizzo in tutte le indagini geofisiche ed è costituito da unità miniaturizzate ed indipendenti che distribuiscono l'elettronica lungo tutto lo stendimento. È uno strumento adatto ai seguenti tipi di indagine: rifrazione; rifrazione e Microtremori (ReMi); M.A.S.W.; S.A.S.W.; riflessione; down-hole, cross-hole; up-hole. L'architettura innovativa del sismografo DoReMi offre una eccezionale silenziosità ed immunità ai rumori raggiungendo una dinamica totale di 155dB. I geofoni adoperati sono gli americani Geospace GS11D 4.5Hz 4kΩ.

Nel caso specifico in esame sono state eseguite due acquisizioni; una prima acquisizione è stata eseguita posizionando 16 geofoni da 4.5 Hz, allineati come per uno stendimento di sismica a rifrazione, con spaziatura intergeofonica pari a 3.0 metri e punto di energizzazione con offset pari a 3.0 metri dal primo geofono; la durata di registrazione è stata di 1500 ms e l'intervallo di campionamento è stato di 0.5 ms. La seconda acquisizione è stata eseguita con la stessa configurazione spaziale e temporale ma con l'unica differenza di avere l'offset del punto di energizzazione aumentato della metà della distanza intergeofonica (quindi 4.5 metri). Mediante una specifica elaborazione in post-processing le due acquisizioni sono state interlacciate così da avere una acquisizione risultante con configurazione spaziale di 32 geofoni spazati di 1.5 metri ed offset di energizzazione pari a 3.0 metri.

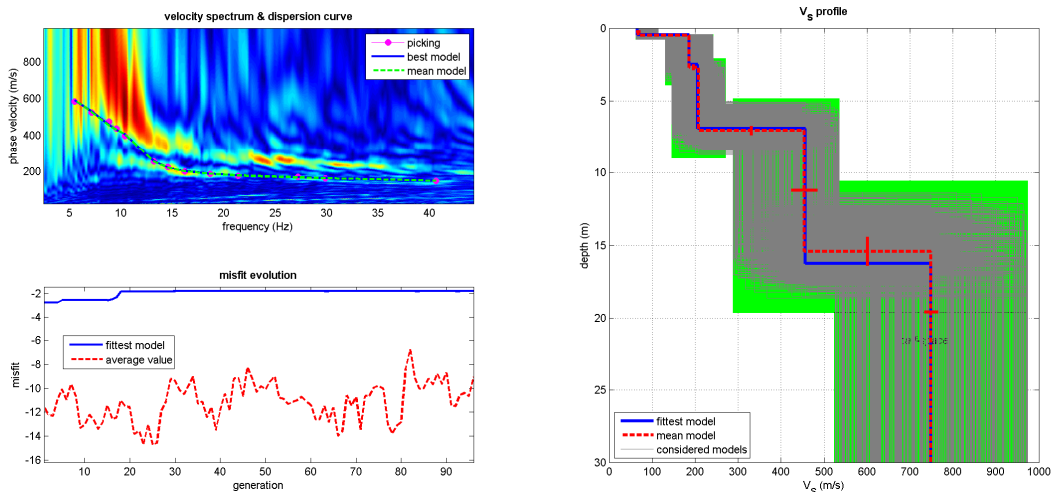
Per le analisi dei dati acquisiti in campagna si è adottato il software winMASW 4.8 Professional.

## ELABORAZIONE M.A.S.W.

I dati acquisiti con l'indagine M.A.S.W. sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ).



Sismogramma del dataset acquisito e spettro frequenza/velocità di fase per l'analisi del modo fondamentale delle onde di Rayleigh



www.winmasw.com

dataset: 32geof.sgy  
dispersion curve: MSSaverino.cdp  
 $V_s30$  (best model): 383 m/s  
 $V_s30$  (mean model): 385 m/s

Curva di dispersione e profilo verticale delle  $V_s$



Il D.M. 14/01/2008 prevede una classificazione del sito in funzione sia della velocità delle onde S nella copertura, che dello spessore della stessa. Si individuano 5 classi, ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Quella che segue è la tabella relativa alle Categorie di sottosuolo estratta dal DM 14/01/2008 al punto 3.2.2:

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>E</b>	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

In generale il fenomeno dell'amplificazione sismica diventa più accentuato passando dalla classe A alla classe E.

Alle cinque categorie descritte se ne aggiungono altre due per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare; segue tabella estratta dal D.M. citato:

Categoria	Descrizione
<b>S1</b>	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
<b>S2</b>	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Come si rileva dall'elaborato relativo alla prova MASW condotta, sono stati individuati cinque sismostrati principali:

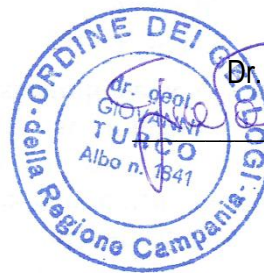
- il primo orizzonte sismico, rilevato fino alla profondità di circa 0.5 metri dal p.c., è caratterizzato da una velocità media delle onde S di 68 m/s;
- il secondo, dello spessore di circa 2.2 metri, ha fatto registrare una velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) pari a 186 m/s;

- un terzo orizzonte intercettato è caratterizzato da uno spessore di circa 4.4 metri ed una velocità di circa 208 m/s;
- il quarto livello incontrato è connotato da una velocità delle onde S di circa 454 m/s e da uno spessore pari a circa a 8.4 metri;
- infine, il quinto ed ultimo orizzonte rilevato (semispazio), del quale non è possibile conoscere lo spessore ma che si segue fino ad una profondità sicuramente superiore ai trenta metri, è caratterizzato da una velocità delle onde S di circa 749 m/s;

Quindi, in riferimento ai dati dell'indagine M.A.S.W. eseguita, gli spessori rilevati e le relative velocità delle onde S portano alla determinazione di una  **$V_{S30}$  pari a 385 m/sec**; pertanto il sito in esame, compatibilmente con la stratigrafia del sottosuolo, è verosimilmente caratterizzato da una Categoria di sottosuolo B.

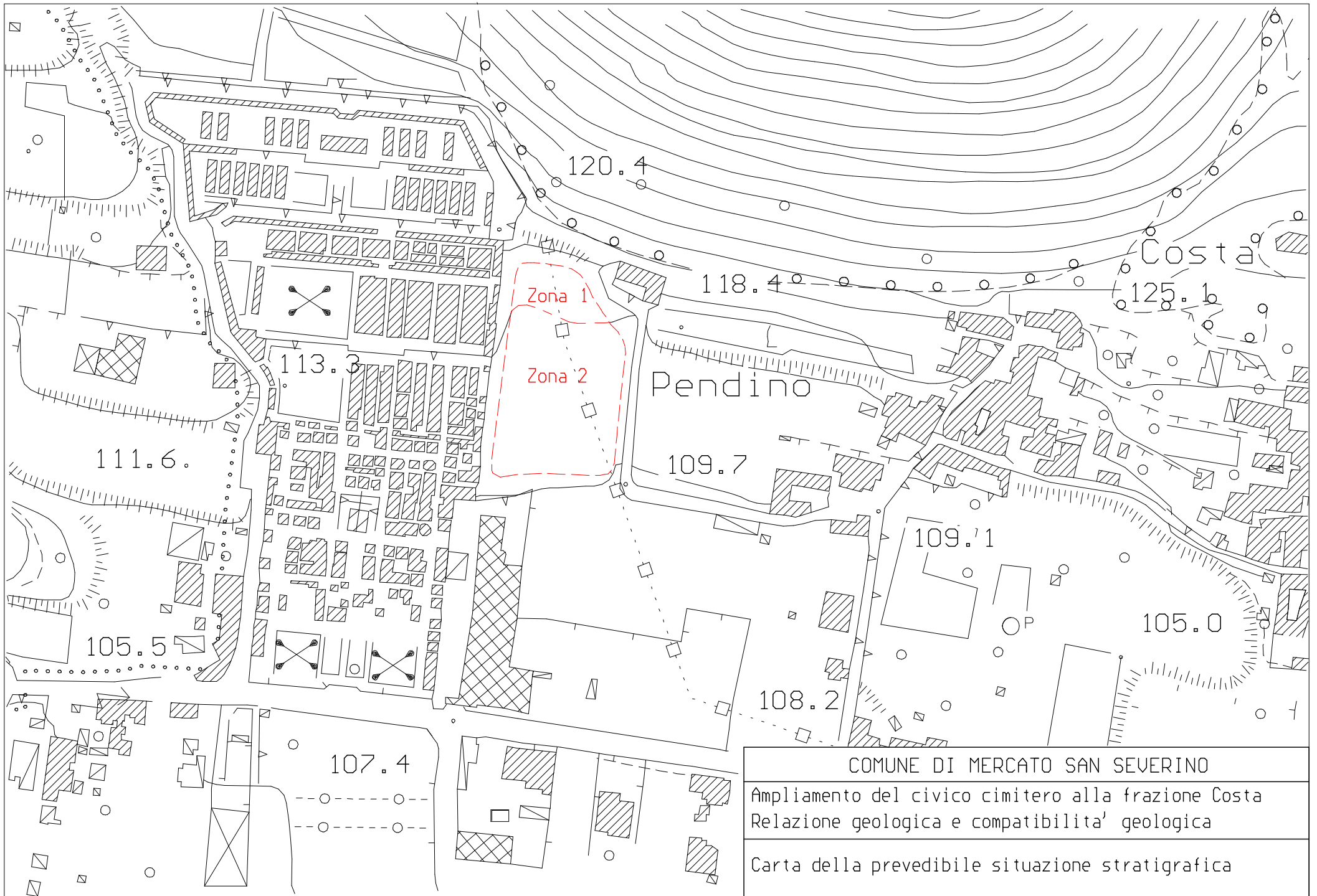
Tanto per incarico ricevuto

gennaio 2016



Dr. Geol. Giovanni Turco



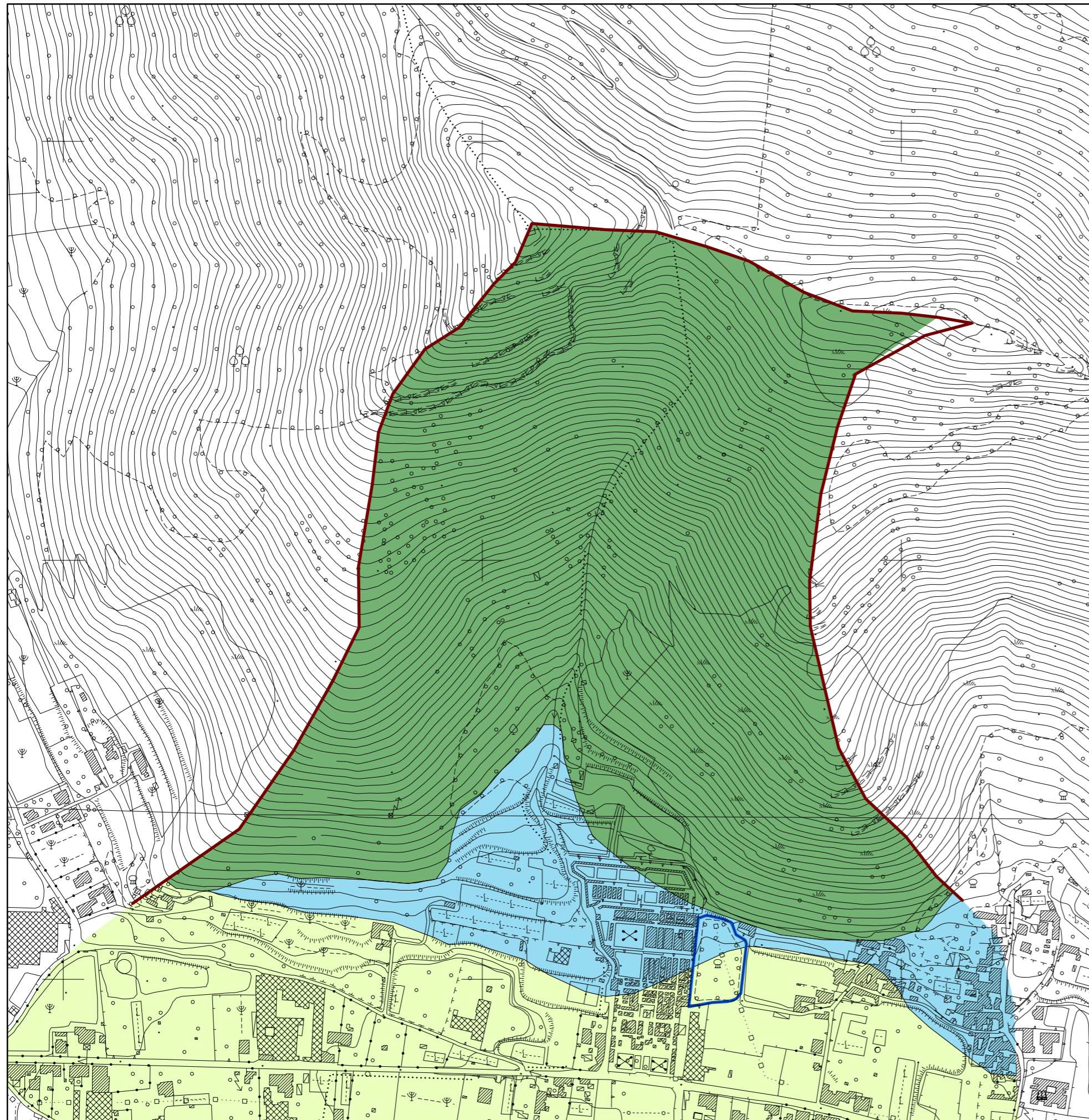


# COMUNE DI MERCATO SAN SEVERINO

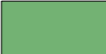


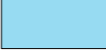

(Provincia di Salerno)


## "Ampliamento del Civico Cimitero alla Frazione Costa" Inquadramento area di interesse


Stralcio Carta Geolitologica



### Legenda:

-  Complesso calcareo
-  Copertura piroclastica
-  Depositi piroclastici e alluvionali
-  Detrito di falda
-  Dolomie in strati e banchi

 Sottobacino di interesse

 Area di intervento

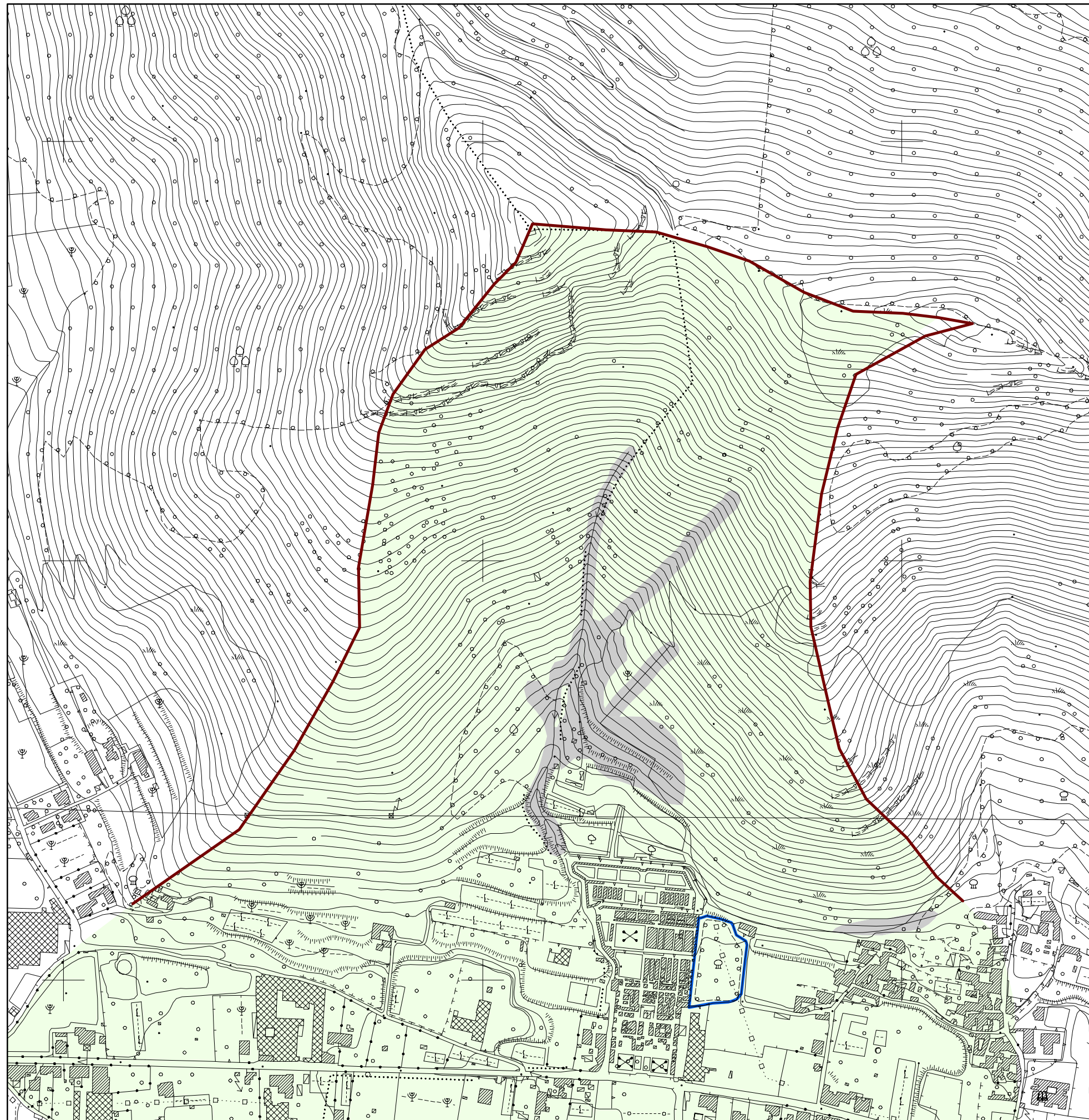
**Scala 1: 5.000**

# COMUNE DI MERCATO SAN SEVERINO




(Provincia di Salerno)



## "Ampliamento del Civico Cimitero alla Frazione Costa" Inquadramento area di interesse

Stralcio Carta della Stabilità



### Legenda:

-  Area stabile
-  Area potenzialmente instabile
-  Area instabile

-  Sottobacino di interesse
-  Area di intervento

Scala 1: 5.000

# COMUNE DI MERCATO SAN SEVERINO

(Provincia di Salerno)

## "Ampliamento del Civico Cimitero alla Frazione Costa" Inquadramento area di interesse







Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale  
Delibera di Comitato Istituzionale n. 1 del 23 febbraio 2015





PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

### Stralcio Carta Idrogeologica

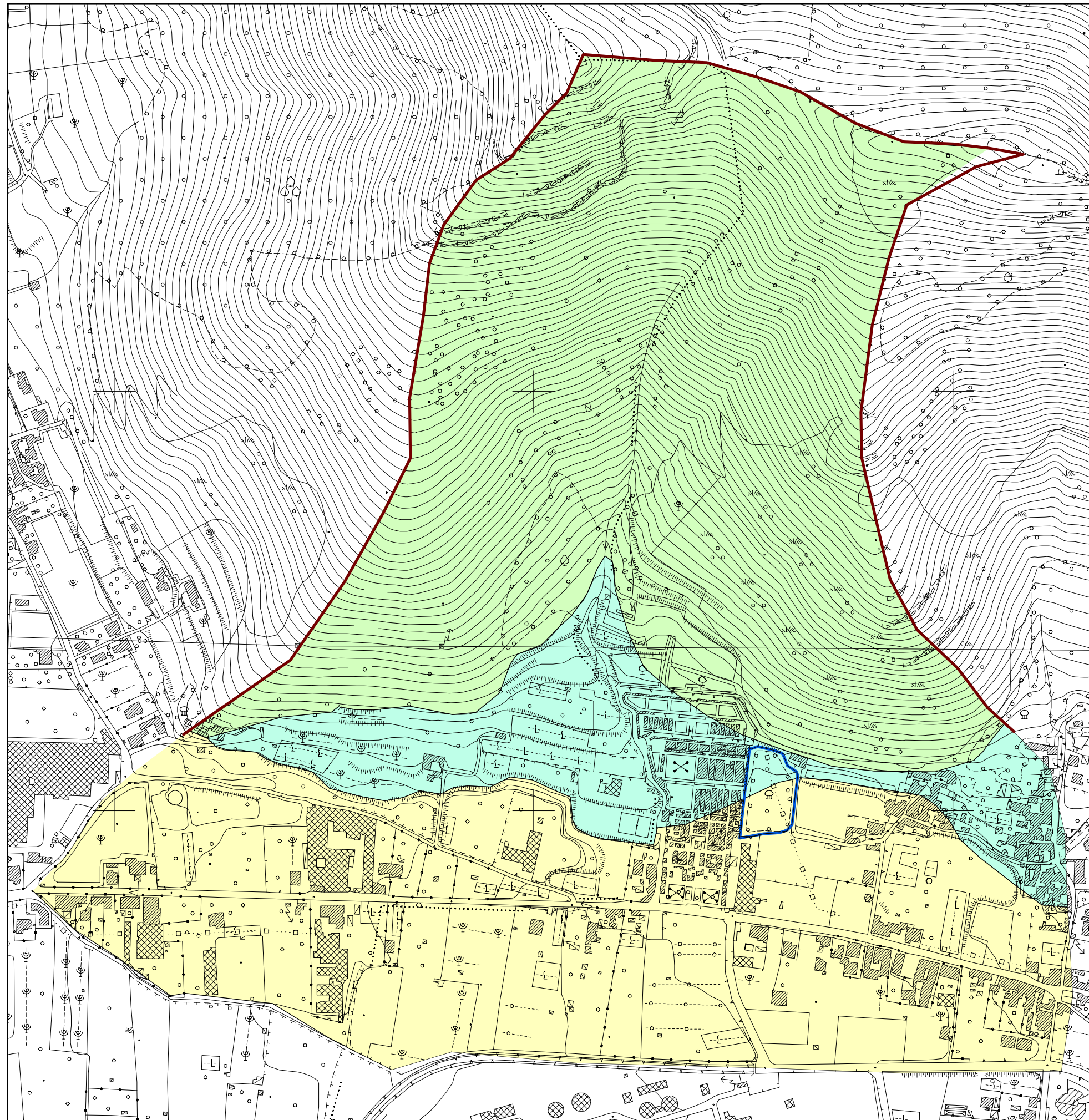
#### Legenda:

-  Alta permeabilità
-  Bassa permeabilità
-  Permeabilità medio-alta
-  Permeabilità variabile localmente ma, nel complesso, di medio grado

 Sottobacino di interesse

 Area di intervento

Scala 1: 5.000

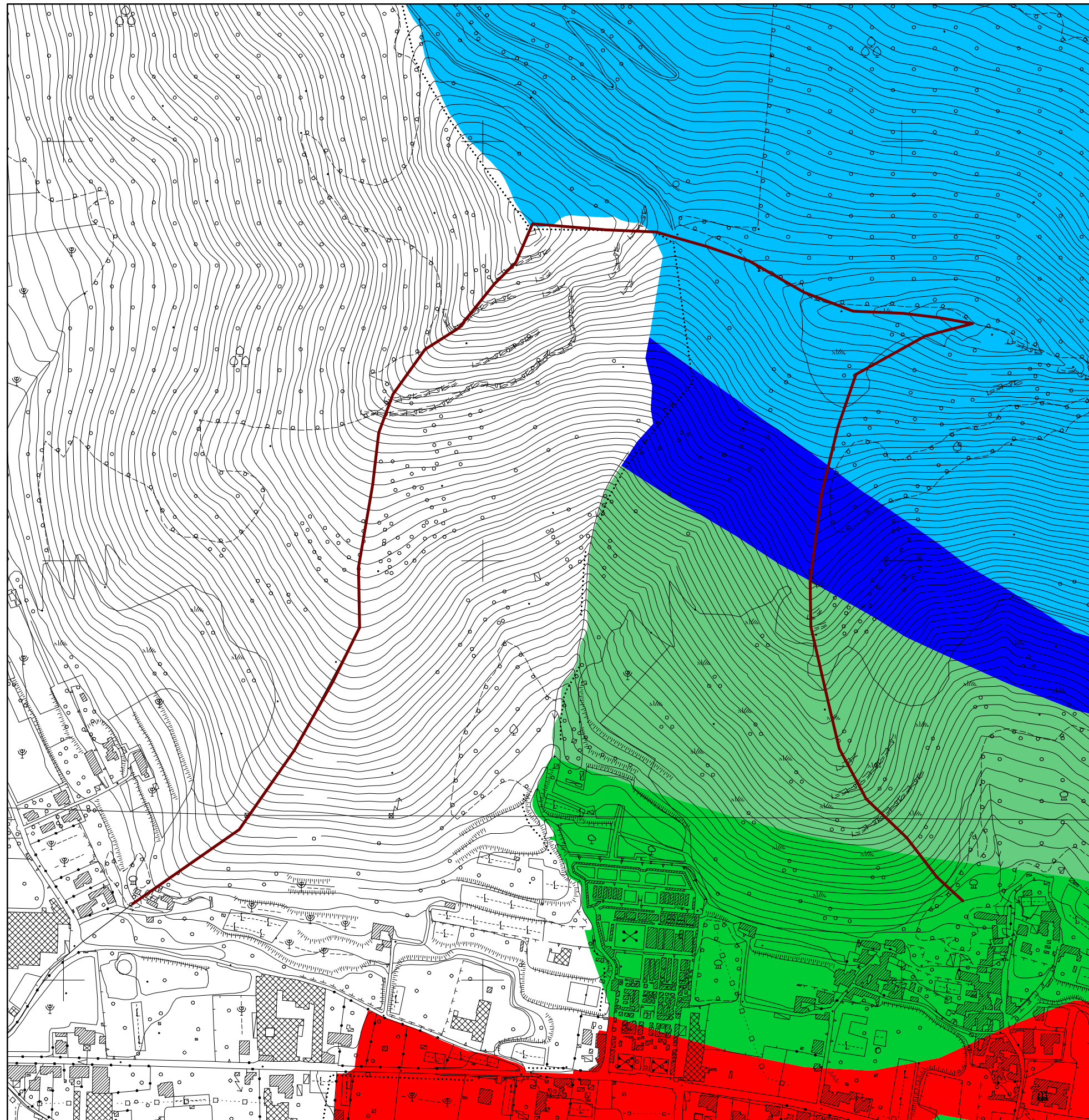


# COMUNE DI MERCATO SAN SEVERINO

(Provincia di Salerno)

## "Ampliamento del Civico Cimitero alla Frazione Costa" Inquadramento area di interesse







### Stralcio Carta della Zonazione del Territorio in Prospettiva Sismica (PGA)





#### Legenda:

Accelerazione orizzontale massima al suolo  
(Peak Ground Acceleration)

Distribuzione statistica dell'accelerazione di picco PGA  
in decimi di g

	0,10 - 0,12
	0,12 - 0,14
	0,14 - 0,15
	0,15 - 0,18
	0,18 - 0,20
	0,20 - 0,22

 Sottobacino di interesse

 Area di intervento

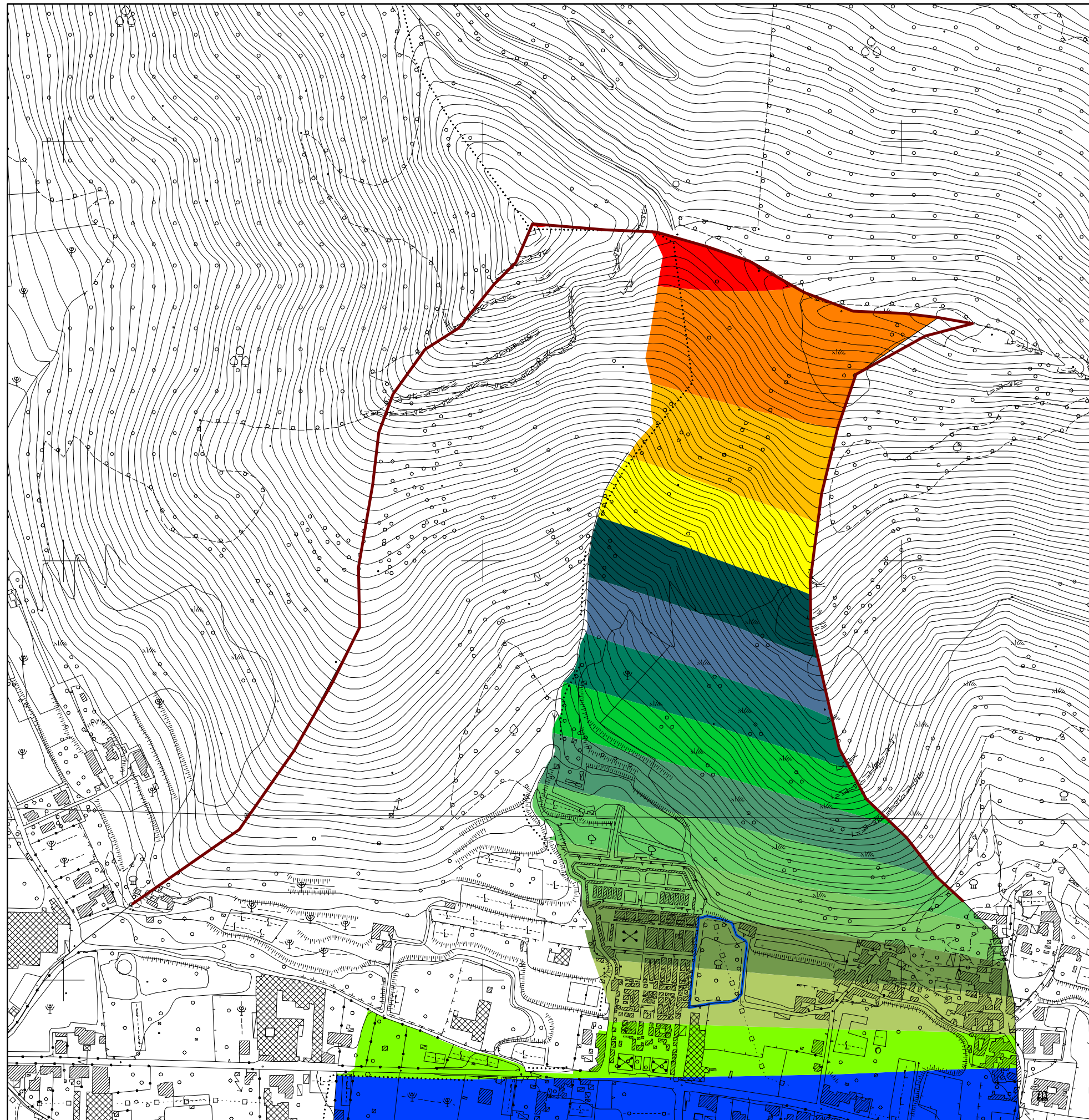
Scala 1: 5.000

# COMUNE DI MERCATO SAN SEVERINO

(Provincia di Salerno)

## "Ampliamento del Civico Cimitero alla Frazione Costa" Inquadramento area di interesse

### Stralcio Carta della Zonazione del Territorio in Prospettiva Sismica (Vs30)





#### Legenda:

VS30 in m/s:

200 - 250
250 - 300
300 - 360
360 - 400
400 - 450
450 - 500
500 - 550
550 - 600
600 - 650
650 - 700
700 - 750
750 - 800
800 - 850
850 - 900
900 - 950
950 - 1000
1000 - 1050
1050 - 1100
1100 - 1150

O.P.C.M. 3274/2003 e 3519/2006 - N.T.C. 2008

 Sottobacino di interesse

 Area di intervento

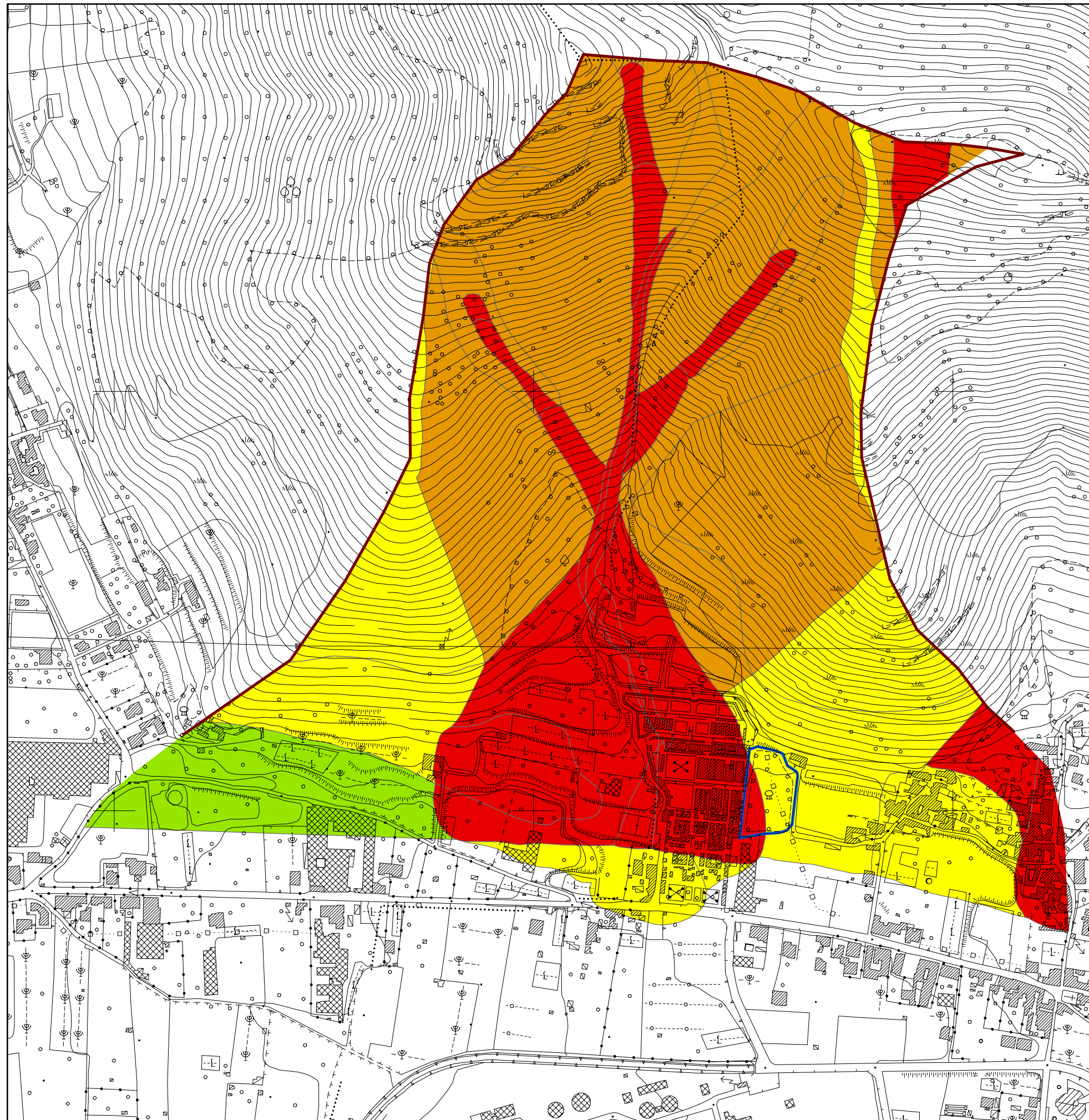
Scala 1: 5.000



# COMUNE DI MERCATO SAN SEVERINO

(Provincia di Salerno)

## "Ampliamento del Civico Cimitero alla Frazione Costa" Inquadramento area di interesse



Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale  
Delibera di Comitato Istituzionale n. 1 del 23 febbraio 2015












PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

PERICOLOSITA' DA FRANA

1/5.000

Tavola 467011

### LEGENDA

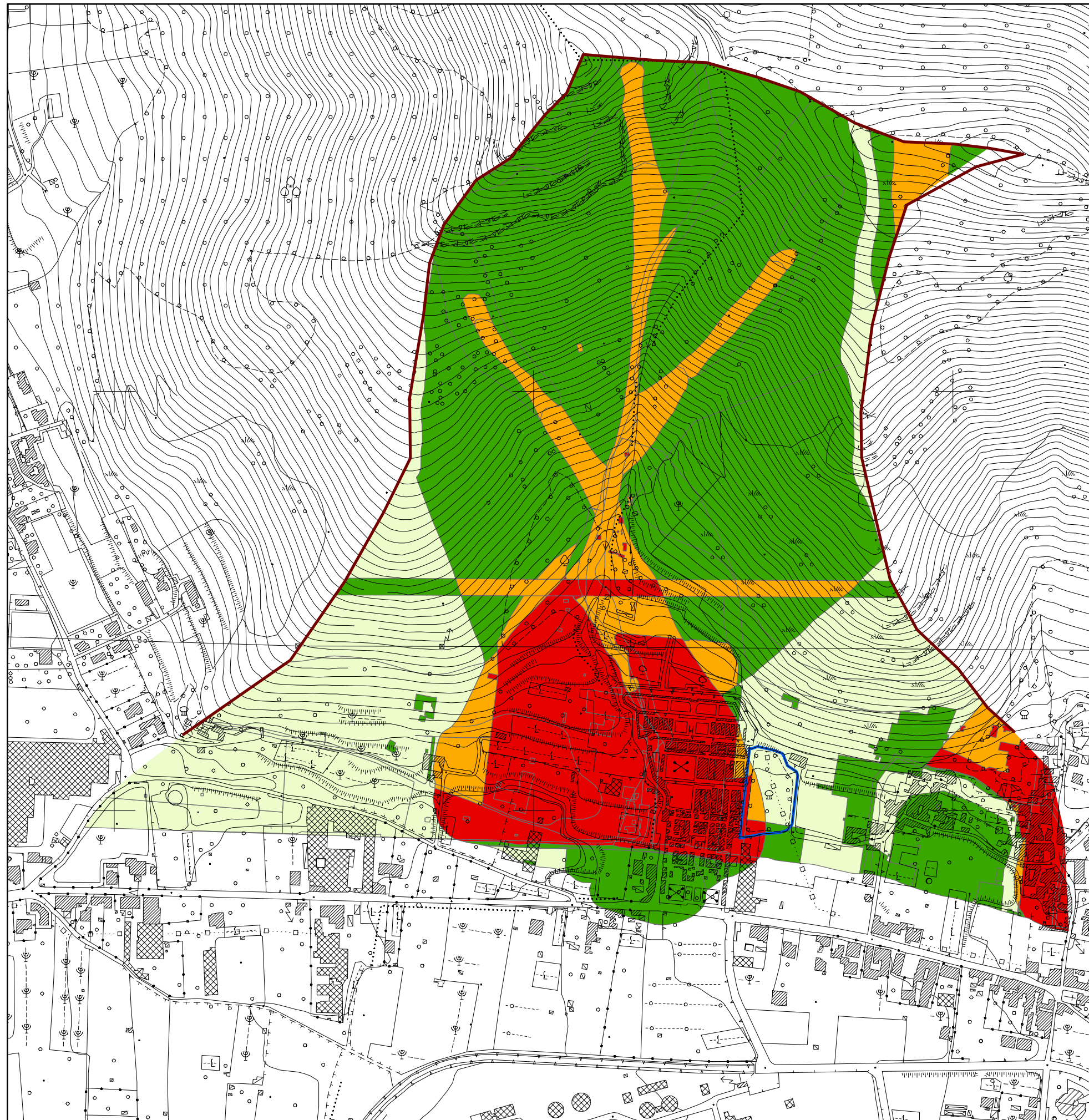
-  P4 - Pericolosità molto elevata
-  P3 - Pericolosità elevata
-  P2 - Pericolosità moderata
-  P1 - Pericolosità bassa
-  Area declassata per interventi di sistemazione idrogeologica
-  Area di cava
-  Limite di bacino
-  Sottobacino di interesse
-  Area di intervento

Scala 1: 5.000

# COMUNE DI MERCATO SAN SEVERINO

(Provincia di Salerno)

## "Ampliamento del Civico Cimitero alla Frazione Costa" Inquadramento area di interesse



Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale  
Delibera di Comitato Istituzionale n. 1 del 23 febbraio 2015



PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

RISCHIO DA FRANA


1/5.000

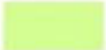
Tavola 467011

### LEGENDA


 R4 - Rischio molto elevato

 R3 - Rischio elevato

 R2 - Rischio medio

 R1 - Rischio moderato

 Limite di bacino

 Sottobacino di interesse

 Area di intervento

Scala 1: 5.000

# COMUNE DI MERCATO SAN SEVERINO

(Provincia di Salerno)

## "Ampliamento del Civico Cimitero alla Frazione Costa" Inquadramento area di interesse


















Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale  
Delibera di Comitato Istituzionale n. 1 del 23 febbraio 2015





PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

### Stralcio Carta Geomorfologica

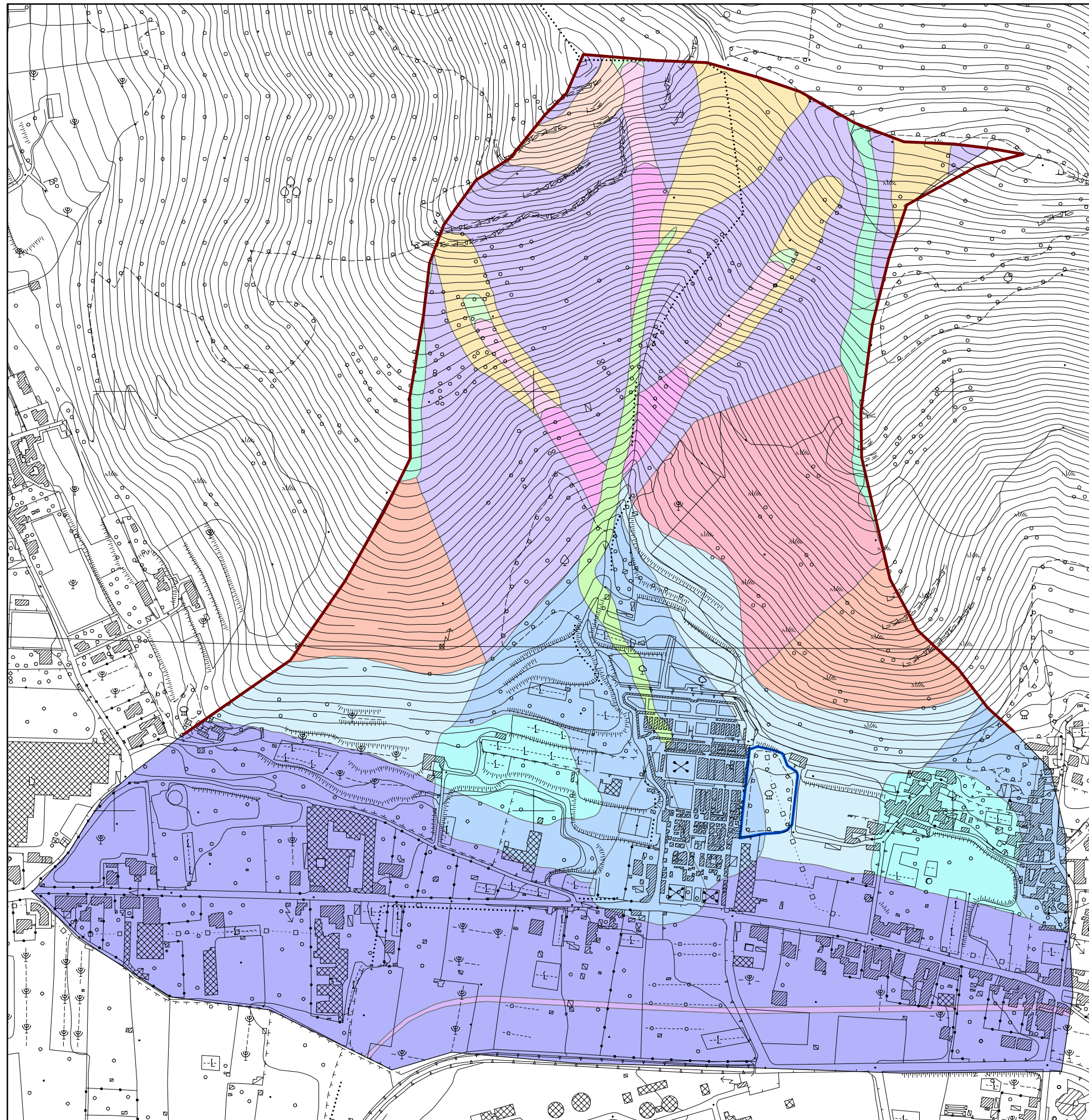
#### Legenda:

-  Alveo fluviale o torrentizio
-  Cava
-  Conoide detritico alluvionale quiescente
-  Crinale montuoso
-  Frana (cumulo) o traccia di zona di invasione \_ accumulo
-  Frana (nicchia) o traccia di zona di distacco
-  Frana (transito) o traccia di zona di transito
-  Piana alluvionale
-  Scarpata morfologica poco evoluta
-  Talus detritico colluviale
-  Vallecola a V
-  Versante di faglia evoluto
-  Versante fluvio\_denudazionale di bacino imbrifero montano
-  Versante litostrutturale
-  Zero Order Basin

 Sottobacino di interesse

 Area di intervento

Scala 1: 5.000



# COMUNE DI MERCATO SAN SEVERINO

(Provincia di Salerno)

## "Ampliamento del Civico Cimitero alla Frazione Costa" Inquadramento area di interesse



Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale  
Delibera di Comitato Istituzionale n. 1 del 23 febbraio 2015











PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO


### Stralcio Carta degli Spessori delle Coperture

#### Legenda:

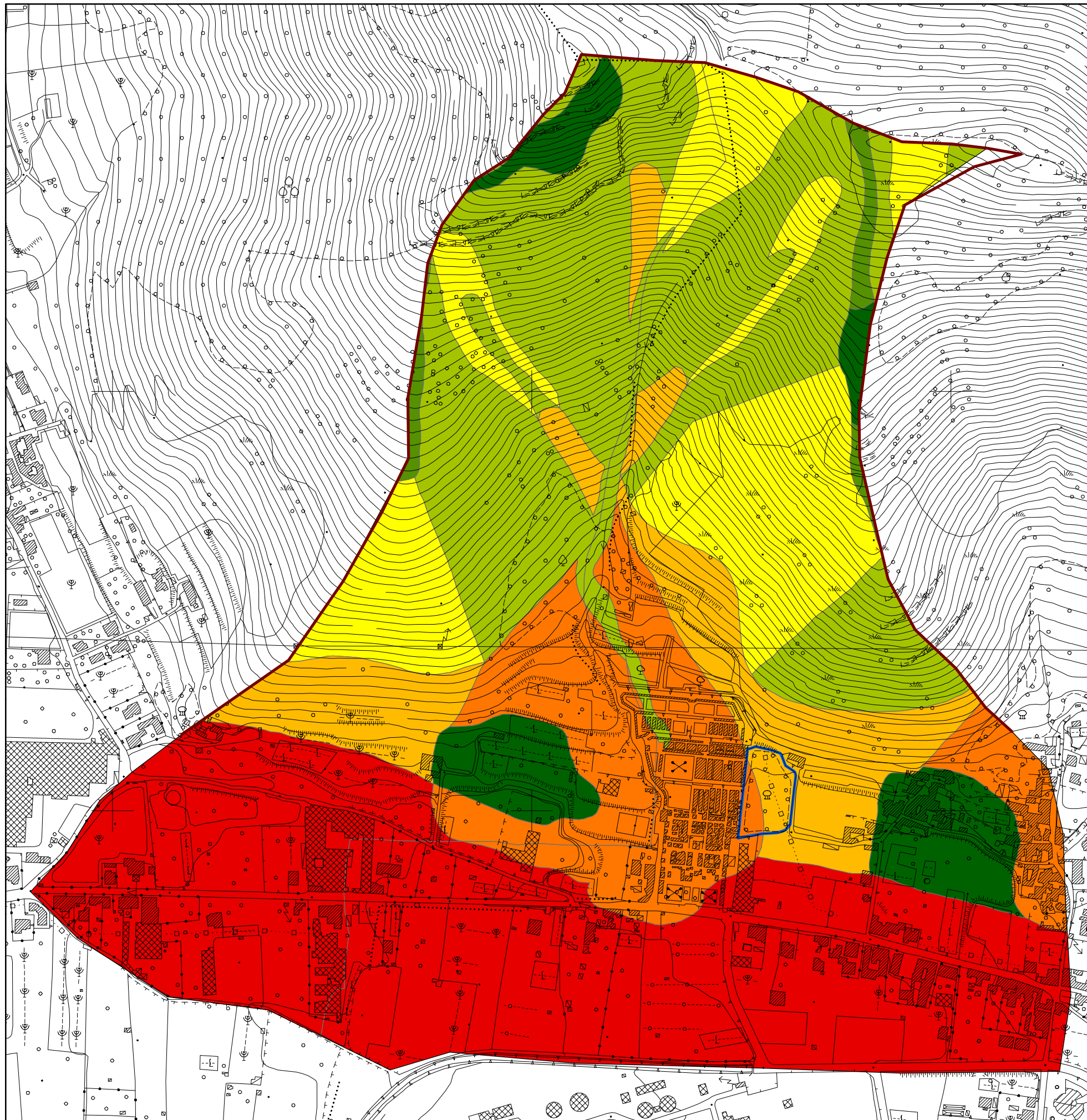
Intervallo spessori (in metri)

	0 - 0,5
	0,5 - 1
	1 - 2
	2 - 3
	4 - 5
	5 - 10
	> 10

 Sottobacino di interesse

 Area di intervento

Scala 1: 5.000

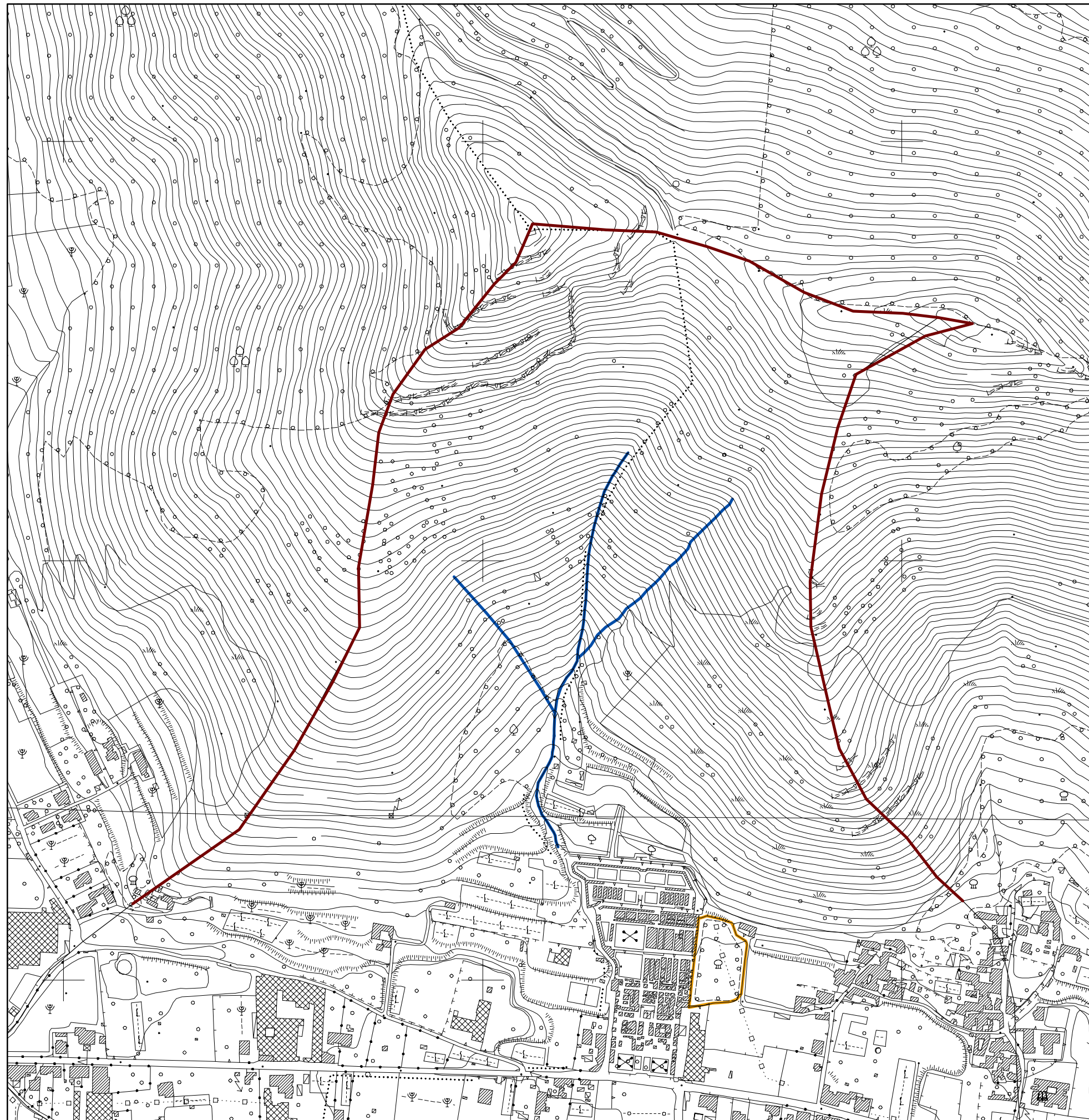





# COMUNE DI MERCATO SAN SEVERINO

(Provincia di Salerno)

## "Ampliamento del Civico Cimitero alla Frazione Costa" Inquadramento area di interesse

Stralcio Carta della Idrografia superficiale



-  Reticolo idrografico
-  Sottobacino di interesse
-  Area di intervento

**Scala 1: 5.000**

# COMUNE DI MERCATO SAN SEVERINO

(Provincia di Salerno)

## "Ampliamento del Civico Cimitero alla Frazione Costa" Inquadramento area di interesse

Carta del Rischio residuo

### LEGENDA

-  R4 - Rischio molto elevato
-  R3 - Rischio elevato
-  R2 - Rischio medio
-  R1 - Rischio moderato
-  Limite di bacino
-  Sottobacino di interesse
-  Area di intervento

Scala 1: 5.000



**PROGETTO DI:**

**“AMPLIAMENTO DEL CIVICO CIMITERO ALLA FRAZIONE COSTA DI MERCATO SAN SEVERINO (SA)”**

**APPENDICE ALLA  
RELAZIONE GEOLOGICA E STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA DATATA GENNAIO 2016**

Nella presente appendice si riportano considerazioni circa la categoria di sottosuolo dell'area interessata dall'intervento in intestazione, in riferimento alle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni (N.T.C.) di cui al D.M. 17/1/2018, atteso che nella **RELAZIONE DATATA GENNAIO 2016** la categoria di sottosuolo fu determinata in riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni (N.T.C.) del D.M.14/1/2008, all'epoca vigenti.

L'indagine M.A.S.W. di cui alla Relazione del 2016, mise in evidenza che il sottosuolo può essere suddiviso in cinque sismostrati:

- il primo, rilevato fino alla profondità di circa 0.5 metri dal p.c., è caratterizzato da una *velocità media delle onde S di 68m/s*;
- il secondo, dello spessore di circa 2.2 metri, ha fatto registrare una velocità delle *onde di taglio (Vs) pari a 186m/s*;
- un terzo orizzonte intercettato è caratterizzato da uno spessore di circa 4.4 metri ed una *velocità di circa 208m/s*;
- il quarto livello incontrato è connotato da una *velocità delle onde S di circa 454m/s* e da uno spessore pari a circa a 8.4 metri;
- infine, il quinto ed ultimo orizzonte rilevato (semispazio), del quale non è possibile conoscere lo spessore ma che si segue fino ad una profondità sicuramente superiore ai trenta metri, è caratterizzato da una *velocità delle onde S di circa 749m/s*.

Gli spessori rilevati e le relative *velocità delle onde S*, lasciarono attribuire al sito una  $V_{S30}$  pari a 385m/s, da cui ne derivò che – in relazione al D.M. 14/01/2008 e segnatamente al punto 3.2.2 (Tab. 3.2.II) – il sito è caratterizzato da una Categoria di sottosuolo di tipo B:

- "*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S30}$  compresi tra 360m/s e 800m/s (ovvero  $N_{SPT,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u30} > 250kPa$  nei terreni a grana fina)*".

Il valore di  $V_{S30}$  fu determinato attraverso la seguente dalla relazione:

$$V_{S30} = 30 / [\sum_{(i=1,N)} h_i / V_{S,i}]$$

dove:

$V_{S30}$  = velocità delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità;

$h_i$  = spessore (in metri) dell'i-esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;

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

La velocità delle onde di taglio che nelle Norme del 2008 era indicata come  $V_{S30}$ , nelle Norme del 2018 è definita come velocità di taglio equivalente  $V_{S,EQ}$ . Come recita il § 3.2.2 delle N.T.C. 2018, 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:

$$V_{S,EQ} = H / [\sum_{(i=1)}^N h_i / V_{S,i}]$$

dove:

- $H$  è la profondità del substrato (definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_S$  non inferiore a 800m/s);
- $N$  è il numero di strati;
- $h_i$  è lo spessore dell' $i$ -esimo strato;
- $V_{S,i}$  è la velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,EQ}$  è definita dal parametro  $V_{S30}$ , ottenuto ponendo  $H=30m$  nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Atteso che il sito ricade in una zona dove non si intercetta il bedrock sismico nei primi 30 metri dalla base delle fondazioni, la  $V_{S,EQ}$  coincide con la  $V_{S30}$ . Nel caso:

$$V_{S,EQ} = V_{S30} = 385m/s$$

da cui ne deriva che il sito è caratterizzato da una Categoria di sottosuolo di tipo B della Tab. 3.2.II del punto 3.2.2 del D.M. 17/01/2018:

- "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360m/s e 800m/s".

In sintesi, le determinazioni geofisiche effettuate secondo le N.T.C. 2008 per la relazione elaborata nel 2016, non si discostano da quelle che si ottengono seguendo la procedura delle N.T.C. 2018. La velocità delle onde di taglio che nelle Norme 2018 è definita come velocità di taglio equivalente  $V_{S,EQ}$  e che precedentemente era indicata come  $V_{S30}$ , non subisce variazioni nei suoi valori.

Come si rileva dai prospetti che seguono, le categorie di sottosuolo delle norme del 2018 non variano rispetto a quelle delle Norme del 2008, se non nella definizione e nella soppressione delle categorie S1 e S2:

#### N.T.C. 2018

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



N.T.C. 2008

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

In conclusione, in considerazione che fino alla profondità di 30m non fu raggiunto il bedrock sismico ( $V_s > 800$  m/sec), il valore di  $V_{s,EQ}$  è uguale al valore di  $V_{s,30}$ . Da ciò ne consegue che la categoria di sottosuolo determinata in riferimento alle NTC/2008 coincide con la categoria di sottosuolo di cui alle NTC/2018 ed il sito è caratterizzato da una categoria di sottosuolo B, sia in riferimento alle NTC/2008 e sia in riferimento alle NTC/2018:

- CATEGORIA DI SOTTOSUOLO B DI CUI ALLA TABELLA DELLE N.T.C. DEL 2008: "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360m/s e 800m/s (ovvero  $N_{SPT,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina").
- CATEGORIA B DELLE N.T.C. 2018: "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360m/s e 800m/s".

ROCCAPIEMONTE, LUGLIO 2024

DR. GEOL. ENRICO BOTTIGLIERI

