



STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott. Geol. Gaetano Rizzuto

Via San Vito, 28 - Cammarata (Ag)
P. IVA 02026980843
Cell. 3478429314
E-mail: gaetano.rizzuto@gmail.com
PEC: gaetanorizzuto@pecgeologidiscilia.it




COMUNE DI TRAPANI
PROVINCIA DI TRAPANI

RELAZIONE GEOLOGICA

Oggetto: VARIANTE URBANISTICA PER IL PROGETTO DEFINITIVO DEI LAVORI DI COSTRUZIONE DI UN LOTTO DI DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI DENOMINATO "TPS1" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI TRAPANI C.DA MONTAGNOLA CUDDIA DELLA BORRANEA TRAPANI - CIG Z401DD1F75 -

DITTA: Trapani Servizi S.P.A.

Cammarata, li ...13/02/2019....


Dott. Geol. RIZZUTO GAETANO
N. 1640
ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI SICILIA



COMUNE DI TRAPANI
PROVINCIA DI TRAPANI

Oggetto: VARIANTE URBANISTICA PER IL PROGETTO DEFINITIVO DEI LAVORI DI COSTRUZIONE DI UN LOTTO DI DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI DENOMINATO "TPS1" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI TRAPANI C.DA MONTAGNOLA CUDDIA DELLA BORRANEA TRAPANI – CIG Z401DD1F75 –

1) PREMESSA

Il sottoscritto Dott. Geol. Gaetano Rizzuto, regolarmente iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al n.1640, è stato incaricato dalla Trapani Servizi SPA (Gestione integrata rifiuti), di redigere il presente studio geologico riguardante la "Variante Urbanistica" a supporto del "*Progetto definitivo dei lavori di costruzione di un lotto di discarica per rifiuti non pericolosi denominato "TPS1" da realizzarsi nel comune di Trapani, C.da Montagnola Cuddia della Borranee Trapani*", per trasformare l'area che attualmente ricade in parte in zona denominata "Zone Speciali – Discarica RSU" e in parte in zona denominata "E3 – zona agricola di rispetto e mascheramento degli impianti tecnologici", in zona denominata "Zone Speciali – Ftec Attrezzature tecnologiche – Discarica RSU".

L'area in esame ricade nel territorio del Comune di Trapani (Tp); l'inquadramento topografico è deducibile dalla carta topografica in scala 1:25.000, stralcio topografico ottenuto dall'unione delle tavolette I.G.M. "Borgo Fazio F.257, IV SE", "Vita F.257, I SO", "Salemi F.257, II NO" e "Baglio Chitarra F.257, II NE". In particolare, l'area di proprietà della Trapani Servizi SPA, è ubicata a Sud-Est delle esistenti vasche.

Il presente lavoro è stato redatto secondo quanto previsto dalla "**Circolare A.R.T.A. n. 3 del 20 giugno 2014, prot. n. 28807 "Studi geologici per la redazione di strumenti urbanistici"** che costituisce parte integrante degli elaborati tecnici occorrenti per realizzare la variante prevista. La circolare detta la modalità per l'esecuzione degli studi geologici a corredo degli strumenti urbanistici.

Tale studio si prefigge di ricostruire la successione litostratigrafica locale e di dare delle indicazioni sulle principali caratteristiche geologiche, geotecniche e sismiche dei litotipi presenti secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Per assolvere all'incarico, lo scrivente, in conformità alle vigenti disposizioni di legge e al quadro normativo vigente per le varianti agli strumenti urbanistici, ha eseguito inizialmente un dettagliato rilevamento geologico di campagna esteso ad un'area sufficientemente ampia, circostante quella interessata dalla variante, che ha permesso di individuare i litotipi presenti ed i loro reciproci rapporti di giacitura. Successivamente, al fine di poter raggiungere gli obiettivi proposti, lo scrivente si è avvalso di apposite indagini geognostiche in situ che la Trapani Servizi ha fatto eseguire precedentemente nell'area in esame, mentre per la definizione della risposta geofisica dei terreni e per la valutazione della risposta sismica locale ci si è avvalsi di apposite indagini geofisiche in situ che la Trapani Servizi ha fatto eseguire con apposito incarico al Geol. Dott. Paolo Nania e di cui in calce alla presente si riporta la relazione specifica.

Durante la stesura del presente lavoro sono state prese in esame anche le indicazioni di carattere geologico-tecnico fornite da lavori precedenti ed inoltre si è tenuto conto del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) al fine di verificare se l'area in esame è inserita tra i "Siti di Attenzione"



della Carta dei Dissesti, della Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico e nelle zone di Pericolosità e di Rischio Idraulico per Fenomeni di Esondazione.

Dall'analisi critica delle indagini effettuate e dalle conoscenze acquisite si è redatta apposita cartografia di analisi e di sintesi prevista dall'attuale Circolare Regionale n. 3/DRA del 20 giugno 2014 dell'Ass. Reg. Territorio e Ambiente e da ciò si è predisposto l'esecuzione degli elaborati di seguito allegati:

- 1) Corografia, scala 1:25.000
- 2) Stralcio PRG, scala 1:10.000
- 3) Carta delle indagini, scala 1:2.000
- 4) Carta geologica, scala 1:2.000
- 5) Carta geomorfologica, scala 1:2.000
- 6) Carta idrogeologica, scala 1:2.000
- 7) Carta della pericolosità geologica, scala 1:2.000
- 8) Carta della pericolosità sismica, scala 1:2.000
- 9) Carta della suscettività all'edificazione, scala 1:2.000

Allegati:

- 1) Report delle indagini geofisiche

2) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL SITO

Il sito in esame è ubicato in prossimità della S.P.8 (periferia Sud-Est del territorio comunale di Trapani) e precisamente in C.da Montagnola Cuddia della Borra, ad una quota variabile tra 70 e 200 mt s.l.m.

Cartograficamente la discarica di cui all'oggetto è ubicata:

- nella carta IGM 1:25.000 d'Italia nel Foglio n°257 IV S.E tavoletta "Borgo Fazio" (TAV.01);
- nella Carta Tecnica Regionale della Sicilia ricade alla Sezione n°605120 in scala 1:10.000;
- in Catasto al Fg. n. 284 P.lle n.51, 473 e 476 in scala 1:2.000;

- nello strumento urbanistico attualmente in vigore nel comune di Trapani il lotto in esame è individuato come Z.O.T. "Zone Speciali – Ftec Attrezzature tecnologiche – Discarica RSU" (TAV.02).

Le coordinate geografiche, calcolate rispetto al punto mediano del lotto, sono le seguenti, WGS84:

Lat.	37,867567 Nord
Long.	12,638160 Est

3) ASPETTI GEOLOGICI-STRUTTURALI DELL'AREA IN ESAME

I Monti di Trapani e il sito oggetto di indagine ricadono nel settore più occidentale della catena nord-siciliana e costituiscono un segmento della catena appennino-magrebide originatasi dalla sovrapposizione tettonica di vari corpi geologici carbonatici, carbonatico-silicoclastici e terrigeni di età Trias sup. – Miocene sup. con vergenza meridionale. Questi corpi derivano dalla deformazione di successioni di piattaforma carbonatica e carbonatico-pelagica individuate durante le fasi di distensione mesozoica.

Le unità geometricamente più basse derivano, secondo i modelli strutturali più recenti, dalla deformazione dei terreni del Dominio Trapanese – Saccense a cui si sovrappongono le unità derivanti dalla deformazione del settore più occidentale del Dominio Panormide. Le unità geometricamente più alte derivano dalla deformazione di terreni cretaceo-neogenici scollati dal loro substrato mesozoico e riferiti alle unità Pre-Panormidi.

In base alle caratteristiche lito e biostratigrafiche, sedimentologiche ed alla reciproca posizione geometrica si possono in genere riconoscere le seguenti successioni:

- Successioni carbonatiche e silicoclastiche, meso-cenozoiche, con caratteristiche di piattaforma carbonatica e carbonatico-pelagica riferibili al dominio Trapanese-Saccense o Ibleo-Trapanese (Montanari, 1987, Incandela 1995);
- Successioni carbonatiche meso-cenozoiche con caratteristiche di piattaforma carbonatica, di margine e terrigene di scarpata, riferibili al Dominio Panormide (Catalano & D'Argenio, 1978, 1982; Abate et al., 1991, 1993);



- Successioni carbonatiche e silicoclastiche con caratteristiche di bacino e di margini di piattaforma riferibili al Dominio Pre-Panormide del Cretaceo al Miocene (Catalano et al., 1996);
- Depositi "tardorogeni" distinti in successioni terrigene e carbonatiche del Miocene sup. - Pliocene inf., e successioni silicoclastiche-carbonatiche del Miocene sup. - Pliocene inf..

Le formazioni geologiche che si riscontrano nel sito in esame e nel suo intorno fanno parte sia del Dominio Pre-Panormide che dei Depositi tardorogeni e postorogeni.

Essi dal più antico al più recente (TAV. 04) sono:

- **Calcilutiti di Dattilo:** Calcilutiti e calcisiltiti, calcari marnosi e marne "Scaglia" (Cretaceo sup. - Eocene). In continuità sul Cretaceo medio si riscontra un'alternanza di sottili strati di calcilutiti e calcisiltiti con liste e noduli di selce, passanti lateralmente a calcisiltiti marnose alternate a marne rossastre in livelli decimetrici con intercalazioni torbiditiche calcaree. A varie altezze si localizzano slumps in livelli decimetrici. Queste litologie, con spessori attorno ai 100 m, affiorano a Monte Murfi (versante S), a Poggio Menta, a Baglio Fontana, nelle contrade Poma, Giamboi, Pietra Incarnata, Acque Sorbe, Ballata, Timpone Finocchio, a N di Città Povera e Baglio Rizzo. Le caratteristiche sedimentologiche e faunistiche indicano un ambiente pelagico con aree depresse ed alti strutturali.
- **Calcari ed arenarie glauconitiche di Monte Luziano Argille:** marne sabbiose, marne, calcari marnosi, arenarie e conglomerati quarzosi (Eocene sup. Miocene inf.). In paraconcordanza sulle litologie precedenti, segue un'alternanza di argille marnose, marne e marne sabbiose e subordinatamente di calcari marnosi grigio verde; arenarie glauconitiche gradate e laminate, brecciole e brecce carbonatiche, alcuni con base erosiva. Da notare la presenza di intercalazioni lenticolari di biocalcareni e biocalciruditi a Nummuliti, Lepidocycline e bioclasti vari ed a diverse altezze stratigrafiche di corpi di conglomerati in matrice prevalente, con base erosiva e ciottoli di argilla. Localmente seguono argille siltose brune con intercalazioni di arenarie quarzose e noduli di siderite. Queste ultime litofacies risultano analoghe a quelle del Flysch Numidico. Le litologie predette nel loro complesso affiorano, con una potenza compresa tra 20 e 200 m, nelle seguenti località: a Monte Bosco, nel versante S di Timpone Tangi (a NO di Fulgatore), al Timpone Regalbesi (ad E di Dattilo), al Timpone Alto Iola, nel versante S di Monte Luziano (a S di Buseto Palizzolo), a Rocche Emilio (a S di Napola) ed a Monte Le Curcie. Le caratteristiche sedimentologiche e paleontologiche attestano la deposizione di tali litologie in un ambiente di scarpata e di base della scarpata; da notare che in alcune aree i sedimenti corrispondono alla zona assiale del bacino, in altre l'ambiente è neritico evolvente a scarpata.
- **Formazione di Pasquasia:** si tratta di alternanza di gessi selenitici in strati da centimetrici a decimetrici ed argille gessose, gessi in lamine millimetriche ritmiche (gesso balatino), gessi saccaroidi, gessareniti ed argille gessose. Spessore affioranti 10-15 metri. Limite inferiore erosivo e discordante sui terreni più antichi. Ambiente di sedimentazione di bacino evaporitico. (Messiniano superiore).
- **Sistema di Borromia:** si tratta di ciottoli poligenici arrotondati in matrice sabbioso ghiaiosa rossastra, argille e argille sabbiose con ciottoli, lenti di sabbie con fossili rimaneggiati. Si tratta di depositi di ambiente fluvio-lacustre. Il limite inferiore ha una superficie non uniforme sui depositi più antichi. Pleistocene medio-superiore.
- **Sistema di Capo Plaia:** si tratta di detrito di falda costituito da ciottoli a spigoli vivi eterometrici e poligenici, depositi fluviali costituiti da limi-sabbiosi grigiastri con faune miste di gasteropodi polmonati e lamellibranchi, depositi eluviali e colluviali costituiti da ghiaie, sabbie e limi variamente frammisti, spesso pedogenizzati; depositi di spiaggia e di cordone litorale, lacustri e palustri. Limite inferiore rappresentato da una superficie di erosione di ambiente continentale. Olocene.
- **Depositi alluvionali:** si tratta di depositi alluvionali attuali e recenti formati da materiale di natura e dimensione diversa derivante dallo smantellamento delle formazioni esistenti a monte e portati verso valle dal dilavamento prima e ruscellamento dopo delle acque meteoriche. Attuale.



L'assetto strutturale dell'area è il risultato dell'interazione delle fasi tettoniche che si sono avute a partire dal Miocene fino al Pliocene. Sono distinguibili tre gruppi di unità tettoniche sovrapposte con geometrie di ramp-flat e vergenti generalmente verso i quadranti meridionali.

Le unità più basse, sono quelle che derivano dalla deformazione del Dominio Trapanese a loro volta ricoperte tettonicamente da quelle Panormidi.

Tali unità, deformate a grande raggio di curvatura, sono ritagliate da faglie inverse e/o sovrascorrimenti.

I piani di sovrascorrimento che creano raddoppi delle successioni si localizzano in corrispondenza dei livelli di debolezza meccanica in corrispondenza di livelli marnosi cretaceo-eocenici e presentano vergenze verso E o SE.

Tettonicamente sovrapposte sulle unità Trapanesi si hanno le unità che derivano dalla deformazione del dominio Pre-panormide. Le unità Pre-panormidi sono costituite da successioni sia di bacino che di margine e di scarpata, ed affiorano nel settore tra Paceco e Busetto Palizzolo. Si tratta di unità scollate dal loro originario substrato mesozoico e costituite da successioni con litologie a prevalente comportamento duttile che hanno dato origine a strutture a pieghe molto marcate e numerosissime piccole scaglie tettoniche impilate a formare strutture embricate.

Dal punto di vista tettonico, si precisa che nell'area dove si dovrà realizzare la vasca denominata "TPS1", non è stata riscontrata la presenza di faglie sia in superficie che in profondità e ciò è stato confermato dalle indagini sia geognostiche ma principalmente da quelle geofisiche che sono state eseguite nell'area medesima (TAV.04).

4) ASPETTI GEOMORFOLOGICI DELL'AREA IN ESAME

Le caratteristiche del paesaggio tutt'intorno ai Monti di Trapani e all'area in esame sono legate alla disposizione, distribuzione e resistenza offerta agli agenti esogeni da parte delle formazioni affioranti nonché al loro assetto strutturale.

All'azione degli agenti esogeni, geomorfologicamente, fa in parte da contrasto la presenza di coltri di alterazione che, se permangono al di sopra del substrato integro, la proteggono da tali agenti. Ciò inoltre favorisce l'attecchimento della vegetazione che è un altro fattore protettivo contro l'erosione.

Altri fattori di peculiare importanza risultano il clima ed il parametro tempo (ovvero la durata dell'azione esplicata dagli agenti esogeni). I due parametri risultano legati in quanto in tempi geologicamente recenti vi sono state delle oscillazioni climatiche di notevole importanza nonché degli eventi tettonici di una certa rilevanza. Le oscillazioni climatiche sono state fondamentali nell'evoluzione geomorfologia dei Monti di Trapani e del suo intorno inducendo variazioni nel livello di base dell'erosione, direttamente attivando o inibendo processi morfogenetici (fluviali, carsici, ecc.).

I corsi d'acqua principali presenti intorno all'area in esame defluiscono verso Est sboccando nel Mar Tirreno ed il loro andamento sembra fortemente condizionato dall'assetto strutturale.

Nel dettaglio, i tratti dei corsi d'acqua impostati nella zona collinare e montana denotano un netto influsso delle caratteristiche sia litologiche sia strutturali.

I fattori morfostrutturali hanno consentito la conservazione di forme antiche nelle rocce conservative e hanno favorito l'erosione selettiva ai fenomeni di deformazione profonda dei versanti; nelle aree collinari del Dominio Pre-panormide (terreni argillo-marnosi) essi sono stati modellati dai movimenti franosi, dal ruscellamento e dai processi fluviali.

Nell'area in esame sono riconoscibili molteplici forme del rilievo, sia attive che inattive, riconducibili a differenti processi morfogenetici. Tenendo conto delle caratteristiche geostrutturali e della particolare posizione geografica di determinati settori dell'area è possibile identificare delle associazioni di forme caratteristiche ed esclusive che conferiscono ad ognuno di essi una ben definita connotazione geomorfologica.

Il territorio del comune di Trapani e in particolare dell'area in studio presenta nel suo complesso una situazione geomorfologica abbastanza regolare.

Tale regolarità è indubbiamente legata alla diversa risposta agli agenti esogeni da parte dei diversi litotipi affioranti e alle complicate strutture tettoniche.

Altimetricamente il sito in esame si inquadra in una zona collinare con quote comprese tra i 70 e 200 m s.l.m..



Il sito in oggetto ricade in un'area compresa tra Trapani Marsala e Salemi; attorno a tale area il paesaggio si presenta pianeggiante con rilievi poco marcati e di forma tabulare, tipici dei terrazzi marini calcarenitici e sabbiosi. Le pendenze medie sono attorno all'8% ed è possibile riscontrare ad ovest del sito in esame una grande direttrice idrografica (rappresentata dal *Fiume Della Marcanzotta*) che assume in questa porzione di territorio un andamento meandriforme.

A grandi linee è possibile differenziare due settori separati da un contrasto morfologico netto: il primo settore, noto come Piana di Trapani e Marsala, comprende tutta la fascia a ovest della discarica ed è di natura arenitico-sabbiosa con morfologia pressoché uniforme caratterizzata da deboli pendenze e forme collinari o mammellonari, si osservano terrazzamenti soprattutto lungo le incisioni fluviali; il secondo settore si sviluppa a est della discarica ed è costituito essenzialmente da massicci carbonatici triassici con una morfologia accidentata e presenta l'alternarsi di rilievi montuosi più acclivi di natura calcareo-dolomitica.

Le forme di dissesto dei settori sopra menzionati sono facilmente riconducibili all'azione degli agenti esogeni che agiscono in maniera diversa a seconda dei litotipi presenti; infatti in corrispondenza dei versanti più acclivi caratterizzati da fronti rocciosi impostati su litotipi arenacei è riscontrabile una erosione accelerata, mentre in corrispondenza dei terreni plastici si assiste a deformazione superficiale lenta del terreno.

Il sito in oggetto ricade all'interno del **Bacino idrografico del fiume Birgi (051) – Area territoriale tra il Bacino idrografico del Fiume Birgi ed il Bacino idrografico del Fiume Lenzi Baiata (050)**, così come si evince dal Piano stralcio di bacino per l'**Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**: carte dei dissesti, carta della pericolosità e del rischio geomorfologico e carta delle aree di esondazione per manovre di scarico e ipotetico collasso della Diga redatte ai sensi dell'Art. 1 del D.L. 180/98 convertito con modifiche con la L. 267/98 e SS. MM. II., aggiornato al 2006, del dipartimento territorio e ambiente, servizio 4 "assetto del territorio e difesa del suolo" dell'Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Siciliana.

Dal rilievo di superficie effettuato si è potuto constatare che l'area in esame si trova in ottime condizioni di stabilità e ciò viene confermato dalla totale assenza di fenomeni morfogenetici in genere (frane) che possano compromettere la stabilità dell'area della discarica denominata "TPS1" (TAV.05).

5) ASPETTI IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI DELL'AREA IN STUDIO

L'assetto idrogeologico dell'area oggetto di studio è il risultato dell'interazione delle caratteristiche idrodinamiche delle litologie affioranti ed in sottosuolo e della situazione geologica e/o tettonica.

Le caratteristiche idrogeologiche dei sedimenti che caratterizzano il sottosuolo dell'area in esame sono in stretta relazione sia con la morfologia che con i caratteri strutturali e tessiturali dei litotipi medesimi.

Dal rilevamento geologico che è stato esteso ad un'areale più ampia del sito in esame, i terreni affioranti nella zona di Contrada Montagnola Cuddia della Borraanea possono essere suddivisi, dal punto di vista idrogeologico, in base ad una valutazione qualitativa del grado di permeabilità; si distinguono (TAV.06) tre seguenti gruppi:

- **Terreni a permeabilità elevata:** di essi fanno parte i depositi alluvionali attuali, i depositi fluviali e lacustri del sintema di Capo Plaia ed i "Rifiuti" dell'area in esame;
- **Terreni a permeabilità da bassa a media:** di essi fanno parte il sintema di Borromia, le formazioni di Pasquasia e le calcareniti glauconitiche di Monte Luziano;
- **Terreni a permeabilità da molto bassa a nulla:** di essi fanno parte le argille di Monte Luziano e i calcilutiti di Dattilo.

Nello specifico si ha:

- Depositi alluvionali: si tratta di depositi alluvionali attuali e recenti formati da materiale di natura e dimensione diversa derivante dallo smantellamento delle formazioni esistenti a monte e portati verso valle dal dilavamento prima e ruscellamento dopo delle acque meteoriche. Essi si trovano sia nei compluvi dei vari ruscelli, valloni e fiumi presenti nella zona. Questi litotipi presentano una permeabilità alta con coefficiente di permeabilità $10^{-1} < k < 10^{-2}$ [cm/s].
- Sintema di Capo Plaia: si tratta di detrito di falda costituito da ciottoli a spigoli vivi eterometrici e poligenici, depositi fluviali costituiti da limi-sabbiosi grigiastri con faune miste

- di gasteropodi polmonati e lamellibranchi, depositi eluviali e colluviali costituiti da ghiaie, sabbie e limi variamente frammisti, spesso pedogenizzati; depositi di spiaggia e di cordone litorale, lacustri e palustri. Questi litotipi presentano una permeabilità alta con coefficiente di permeabilità $10^{-1} < k < 10^{-2}$ [cm/s].
- Sintema di Borromia: si tratta di ciottoli poligenici arrotondati in matrice sabbioso ghiaiosa rossastra; argille e argille sabbiose con ciottoli, lenti di sabbie con fossili rimaneggiati. Si tratta di depositi di ambiente fluvio-lacustre. Il limite inferiore ha una superficie non uniforme sui depositi più antichi. Questi litotipi presentano una permeabilità da media a bassa con coefficiente di permeabilità $10^{-3} < k < 10^{-4}$ [cm/s].
 - Formazione di Pasquasia: si tratta di alternanza di gessi selenitici in strati da centimetrici a decimetrici ed argille gessose, gessi in lamine millimetriche ritmiche (gesso balatino), gessi saccaroidi, gessareniti ed argille gessose. Spessore affiorante 10-15 metri. Limite inferiore erosivo e discordante sui terreni più antichi. Ambiente di sedimentazione di bacino evaporitico. Questi litotipi presentano una permeabilità da media a bassa con coefficiente di permeabilità $10^{-3} < k < 10^{-4}$ [cm/s].
 - Calcarei ed arenarie glauconitiche di Monte Luziano: si tratta di argille, marne sabbiose, marne, calcari marnosi, arenarie e conglomerati quarzosi (Eocene sup. Miocene inf.). In paraconcordanza sulle litologie precedenti, segue un'alternanza di: argille marnose, marne e marne sabbiose e subordinatamente di calcari marnosi grigio verde; arenarie glauconitiche gradate e laminate, breccie e brecce carbonatiche, alcuni con base erosiva. Da notare la presenza di intercalazioni lenticolari di biocalcareni e biocalciruditi a Nummuliti, Lepidocyclinae e bioclasti vari ed a diverse altezze stratigrafiche di corpi di conglomerati in matrice prevalente, con base erosiva e ciottoli di argilla. Localmente seguono argille silteose brune con intercalazioni di arenarie quarzose e noduli di siderite. Queste ultime litofacies risultano analoghe a quelle del Flysch Numidico. Le litologie predette nel loro complesso affiorano, con una potenza compresa tra 20 e 200 m, nelle seguenti località: a Monte Bosco, nel versante S di Timpone Tangi (a NO di Fulgatore), al Timpone Regalbesi (ad E di Dattilo), al Timpone Alto Iola, nel versante S di Monte Luziano (a S di Buseto Palizzolo), a Rocche Emilio (a S di Napola) ed a Monte Le Curcie. Le caratteristiche sedimentologiche e paleontologiche attestano la deposizione di tali litologie in un ambiente di scarpata e di base della scarpata; da notare che in alcune aree i sedimenti corrispondono alla zona assiale del bacino, in altre l'ambiente è neritico evolvente a scarpata. Questi litotipi presentano una permeabilità da bassa a nulla con coefficiente di permeabilità $10^{-7} < k < 10^{-8}$ [cm/s].
 - Calcilutiti di Dattilo: calcilutiti e calcisiltiti, calcari marnosi e marne "Scaglia" (Cretaceo sup. - Eocene). In continuità sul Cretaceo medio si riscontra un'alternanza di sottili strati di calcilutiti e calcisiltiti con liste e noduli di selce, passanti lateralmente a calcisiltiti marnose alternate a marne rossastre in livelli decimetrici con intercalazioni torbiditiche calcaree. A varie altezze si localizzano slumps in livelli decimetrici. Queste litologie, con spessori attorno ai 100 m, affiorano a Monte Murfi (versante S), a Poggio Menta, a Baglio Fontana, nelle contrade Poma, Giamboi, Pietra Incarnata, Acque Sorbe, Ballata, Timpone Finocchio, a N di Città Povera e Baglio Rizzo. Le caratteristiche sedimentologiche e faunistiche indicano un ambiente pelagico con aree depresse ed alti strutturali. Questi litotipi presentano una permeabilità da bassa a nulla con coefficiente di permeabilità $10^{-7} < k < 10^{-8}$ [cm/s].

FIG.01 Permeabilità dei terreni

k (cm/s)	10 ²	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
k (m/s)	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹
Classi di permeabilità	EE	Elevata	Buona	Discreta	Bassa	BB	Impermeabile					
Tipi di terreno	Ghiaie pulite		Sabbie grossolane pulite e miscele di sabbie e ghiaie		Sabbie fini	Miscele di sabbie e limi		Limi argillosi e argille limose, fanghi argillosi		Argille omogenee e compatte		
Determinazione diretta di K	Prove dirette in situ mediante pompaggio											
	Infiltrometri – Permeametri a carico costante											
Determinazione indiretta di K	Permeametri a carico variabile											
	Analisi granulometrica (applicabile a sabbie e ghiaie pulite)					Prove di consolidamento						

Come già detto e meglio rappresentato nell'allegata carta idrogeologica, nell'area indagata affiorano in prevalenza terreni poco e/o nulla permeabili cosicché le acque meteoriche tendono localmente a defluire in superficie piuttosto che nel sottosuolo. A tal proposito è stato verificato che nel raggio di 200 m dal perimetro dell'impianto non figurano punti di approvvigionamento di acque superficiali e/o sotterranee destinate al consumo umano; è così rispettato il criterio di ubicazione concernente le zone di rispetto di cui all'art. 94 comma 1 del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., previsto dal comma 4 del medesimo articolo per gli impianti di gestione dei rifiuti in genere e nello specifico dal punto 2.1 dell'Allegato 1 al D.Lgs. 36/2003 e ss.mm.ii. per la nuova vasca d'abbancamento e dal punto 7 dell'Allegato all'Ordinanza Commissariale 7 dicembre 2001.

Dalle prove di permeabilità eseguite in situ si è potuto constatare che i terreni di base su cui sarà realizzata la nuova vasca della discarica presentano una permeabilità che varia da $3,84 \cdot 10^{-8}$ a $6,69 \cdot 10^{-8}$, per cui si può affermare con certezza che essi sono idonei all'ampliamento della discarica; inoltre lungo le verticali interessate dalle indagini in situ non è stata riscontrata alcuna falda freatica.

6) INDAGINI GEOGNOSTICHE

La campagna delle indagini geognostiche fatte eseguire precedentemente dalla Trapani Servizi dalla Ditta I.M.G.A. s.a.s. di Favara (Ag) è consistita nell'esecuzione di n°8 sondaggi geognostici di cui tre, ossia quelli più esterni all'area della discarica vera e propria, sono stati spinti fino a 30 m dal p.c. e sono stati attrezzati a piezometro, mentre i rimanenti cinque sono stati eseguiti all'interno dell'area della discarica; su tutti i sondaggi sono stati prelevati n°2 campioni, per un totale di n°11 campioni indisturbati e n°5 campioni rimaneggiati (TAV.03).

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei risultati delle analisi di laboratorio ottenute dai campioni sia indisturbati che rimaneggiati.

TAB.01 RISULTATI ANALISI E PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Campione	Profondità prelievo	Descrizione sintetica	Pocket Penetrometer Test (kg/cm ²)	Umidità naturale (%)	Peso dell'unità di volume (kN/m ³)	Peso Specifico dei grani (kN/m ³)	Analisi granulometrica (%)			Permeabilità (cm/sec)	Taglio diretto	
							Sabbia	Limo	Argilla		Phi (°)	C' (kPa)
PZ26 C1	9,00	Limi con argille	2,6 – 2,9 – 3,0	13,4	19,24 (1,962 g/cm ³)	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
PZ26 C2	18,50	Argille con limo	N.P. – >5 – >5	12,7	19,81 (2,020 g/cm ³)	26,88 (2,74 g/cm ³)	6,56	33,79	59,65	4,70E-08	23,93	51,24 (0,522 kg/cm ²)
PZ27 C1	8,00	Argille debolmente limose	4,5 – 4,7 – 5,0	22,7	19,20 (1,958 g/cm ³)	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****



PZ27 C2	24,80	Argille con limo	>5 - >5 - >5	*****	19,95 (2,034 g/cm3)	26,85 (2,74 g/cm3)	3,73	34,90	61,37	4,31E-08	*****	*****
PZ28 C1	15,00	Argille	>5 - >5 - >5	18,4	19,58 (1,996 g/cm3)	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
PZ28 C2	22,00	Argille con limo	>5 - >5 - >5	*****	19,78 (2,017 g/cm3)	26,78 (2,73 g/cm3)	6,19	34,18	59,63	3,84E-08	*****	*****
TS01 C1	3,00	Argille limose	3,4 - 3,4 - 3,6	22,4	19,03 (1,940 g/cm3)	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
TS01 C2	17,00	Argille con limo	>5 - >5 - >5	12,3	19,73 (2,012 g/cm3)	26,77 (2,73 g/cm3)	4,73	36,68	60,59	4,73E-08	22,26	44,87 (0,457 kg/cm2)
TS02 C1	14,50	Argille con limo	>5 - >5 - >5	14,1	19,72 (2,011 g/cm3)	26,89 (2,74 g/cm3)	*****	*****	*****	*****	*****	*****
TS02 C2	26,50	Argille con limo	>5 - >5 - >5	10,1	20,02 (2,041 g/cm3)	26,87 (2,74 g/cm3)	5,22	36,27	58,51	4,50E-08	24,29	29,08 (0,296 kg/cm2)
TS03 C1	9,50	Argille con limo	>5 - >5 - >5	18,7	19,23 (1,961 g/cm3)	26,76 (2,73 g/cm3)	5,05	31,27	63,68	*****	21,74	5,90 (0,060 kg/cm2)
TS03 C2	25,00	Argille con limo	>5 - >5 - >5	11,2	19,92 (2,031 g/cm3)	*****	*****	*****	*****	4,17E-08	*****	*****
TS04 C1	6,00	Argille con limo	>5 - >5 - >5	19,7	18,83 (1,920 g/cm3)	26,77 (2,73 g/cm3)	5,81	31,01	63,18	*****	*****	*****
TS04 C2	17,50	Argille con limo	>5 - >5 - >5	14,6	19,53 (1,991 g/cm3)	*****	*****	*****	*****	5,96E-08	*****	*****
TS05 C1	6,00	Argille limose	2,4 - 2,4 - 2,5	22,6	19,21 (1,959 g/cm3)	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
TS05 C2	28,00	Argille con limo	>5 - >5 - >5	11,1	19,81 (2,020 g/cm3)	26,88 (2,74 g/cm3)	4,95	32,61	62,44	6,69E-08	*****	*****

7) INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE IN SITU

Il programma delle indagini geofisiche eseguite in situ, coerentemente alle recenti norme tecniche vigenti, è stato indirizzato alla conoscenza del comportamento dei terreni in esame e più specificatamente ad una verifica della risposta geofisica dei diversi litotipi.

L'insieme delle conoscenze ottenute ha permesso un'adeguata modellizzazione geologica dell'area studiata; di seguito vengono riportati i diversi metodi geofisici adoperati congiuntamente ad una sintesi dei risultati ottenuti. In allegato, in calce alla presente, è riportata la carta delle indagini esperite in situ (TAV.03).

7.1. Prove di sismica attiva Masw

Le prospezioni di sismica attiva Masw01 e 02 sono state effettuate per definire la $V_{S,eq}$ ($V_{S,30}$) dell'area su cui sarà realizzata la discarica denominata "TPS1".

Per quanto riguarda l'esecuzione dei profili è stato utilizzato un sismometro della MAE modello 6000S - 24CH - 24 Bit, in configurazione a 24 geofoni per una lunghezza di 46 metri e con acquisizione computerizzata dei dati, massa battente di 8 kg quale sorgente generatrice di onde sismiche e sensori di ricezione (geofoni con una frequenza di 4.5 Hz).

Dalle due prove si è ottenuta la $V_{S,eq}$ ($V_{S,30}$) sia nella prova Msw01 che 02. Per maggior dettaglio si rimanda alla relazione sismica a firma del Dott. Geol. Paolo Nania allegata in calce alla presente.

7.2. Prove di sismica passiva HVSR

I microtremori sono stati misurati con un tromografo digitale della Jeatrom Dolang dotato di tre velocimetri disposti secondo le tre direzioni del moto ed in grado di registrare, con una digitalizzazione del segnale pari a 24 bit, i microtremori in un intervallo di frequenza variabile da 0.1 a 256 HZ.

Per tenere conto delle naturali variazioni temporali del "noise" sono state realizzate n.2 misure di microtremori utilizzando un "sampling" di 250 Hz ed una durata di registrazione di 20 minuti per ciascuna acquisizione. Lo scopo di queste misure è stato quello di investigare sui possibili contrasti d'impedenza fra strati, contrasti in grado di manifestare risonanze d'interesse ingegneristico.

Le valutazioni salienti emerse dallo studio dei microtremori possono così sintetizzarsi:

- la risposta elastica dei terreni emersa dalle misure di HVSR01 e HVSR02 manifesta una sostanziale corrispondenza in tutte e due le misurazioni;
- si ha una corrispondenza nella risonanza nelle due misurazioni con l'esistenza di un deciso contrasto d'impedenza con un picco max di H/V centrato tra 38.18 e 38.30 Hz in tutte e due le misure.

Per maggior dettaglio si rimanda alla relazione sismica a firma del Dott. Geol. Paolo Nania allegata in calce alla presente.

8) INQUADRAMENTO SISMICO DELLA ZONA OVEST SICILIA E DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO SISMICO DELL'AREA IN ESAME (Comune di Trapani)

La discarica oggetto d'indagine ricade all'interno del territorio del Comune di Trapani, precisamente in C.da Montagnola Cuddia della Borranea, inserito nell'elenco delle Zone sismiche come zona 2 così come è indicato nell'Ordinanza Presidente del Consiglio n° 3274 del 20/03/2003 pubblicata nella G.U. n. 105 8/5/2003 e recepita dalla Regione Sicilia con delibera di Giunta regionale n° 408 del 19/12/2004 e successive modifiche ed integrazioni (FIG.02).

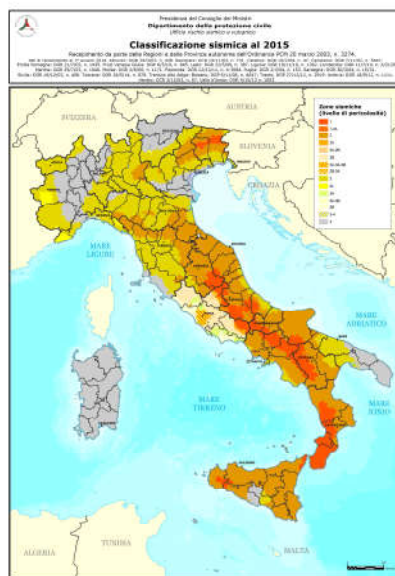


FIG.02

Le prime tre zone corrispondono, dal punto di vista della relazione con gli adempimenti previsti dalla Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974 e dei successivi decreti ministeriali, alle zone di sismicità alta ($S=12$), media ($S=9$) e bassa ($S=6$), mentre per la zona 4 è stata data facoltà alle regioni di imporre l'obbligo della progettazione antisismica.

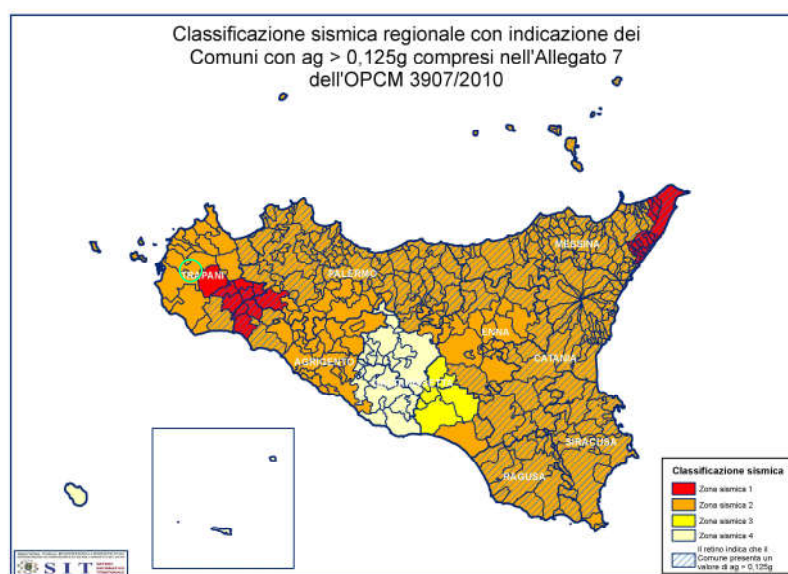
TAB.02

CLASSIFICAZIONE L. 64 DEL 2/2/74	CLASSIFICAZIONE 2003 ORD. P.C. N°3274 DEL 20/3/03
-------------------------------------	--

SISMICITÀ ALTA S =12	1
SISMICITÀ MEDIA S =9	2
SISMICITÀ BASSA S =6	3
N.C.	4

La classificazione sopra riportata (TAB.02) prevede per il territorio siciliano la scomparsa delle zone non classificate che divengono tutte di 4° livello, pertanto con la nuova classificazione sismica, il territorio del Comune di Trapani era e rimane classificato quale appartenente alla classe sismica 2 e con livello medio di pericolosità così come indicato nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3274/03.

Al fine di potere fornire le valutazioni sul Rischio Sismico dell'area di studio, si è tenuto conto della situazione sismo-statigrafica generale così come previsto dalla Circolare Regionale n. 3/DRA del 20 giugno 2014 dell'Ass. Reg. Territorio e Ambiente delle mappe di pericolosità sismica di base per il territorio siciliano pubblicate sul sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it/> (vedi mappa di pericolosità interattiva allegata).



**FIG.03 – Carta delle classificazione sismica (Fonte INGV)
In verde l'area del Comune di Trapani**

Dall'elaborazione statistica della distribuzione e intensità degli eventi sismici registrati, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha prodotto la carta della pericolosità sismica nazionale, dalla quale è estratta la parte rappresentativa della Sicilia.

La normativa vigente, in termini di pericolosità sismica, è stata aggiornata con l'entrata in vigore del D.M. 17 gennaio 2018, e secondo tale normativa la pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

Dal luglio del 2009, con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 e del D.M. 17 gennaio 2018 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni", per ogni costruzione ci si deve riferire ad un'accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate dell'area di progetto ed in funzione della vita nominale dell'opera.

Il valore di pericolosità di base, dunque, è stato definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 Km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

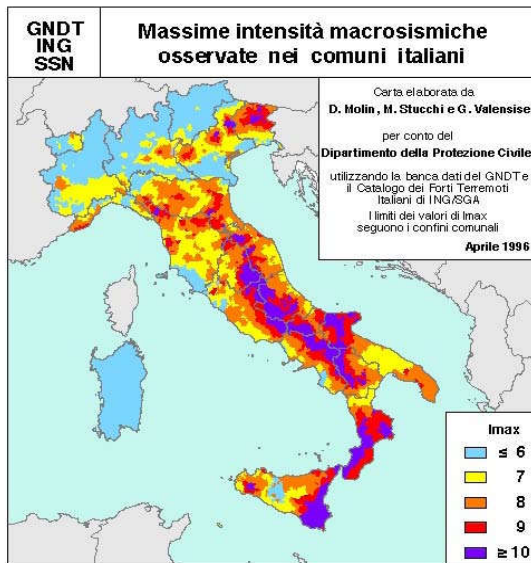


Figura 04 – Carta delle massime intensità sismiche dell'Italia (Fonte INGV)

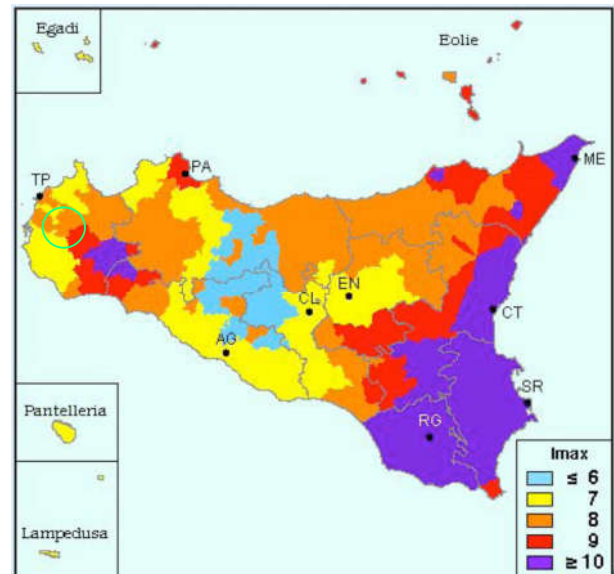


Figura 05 – Carta delle massime intensità sismiche per la Regione Sicilia (Fonte INGV)
- Cerchiata in verde la zona in cui ricade il territorio comunale di Trapani

La carta delle massime intensità sismiche registrate in Sicilia prodotta dall'INGV, evidenzia come l'area della provincia di Trapani e del territorio Comunale di Trapani sia principalmente caratterizzata da Intensità sismiche massime tra 7 e 8.

Nell'ambito degli archivi storici dell'INGV di terremoti di area italiana si riportano a seguire i dati relativi agli eventi di sismicità relativa al territorio del Comune di Trapani.

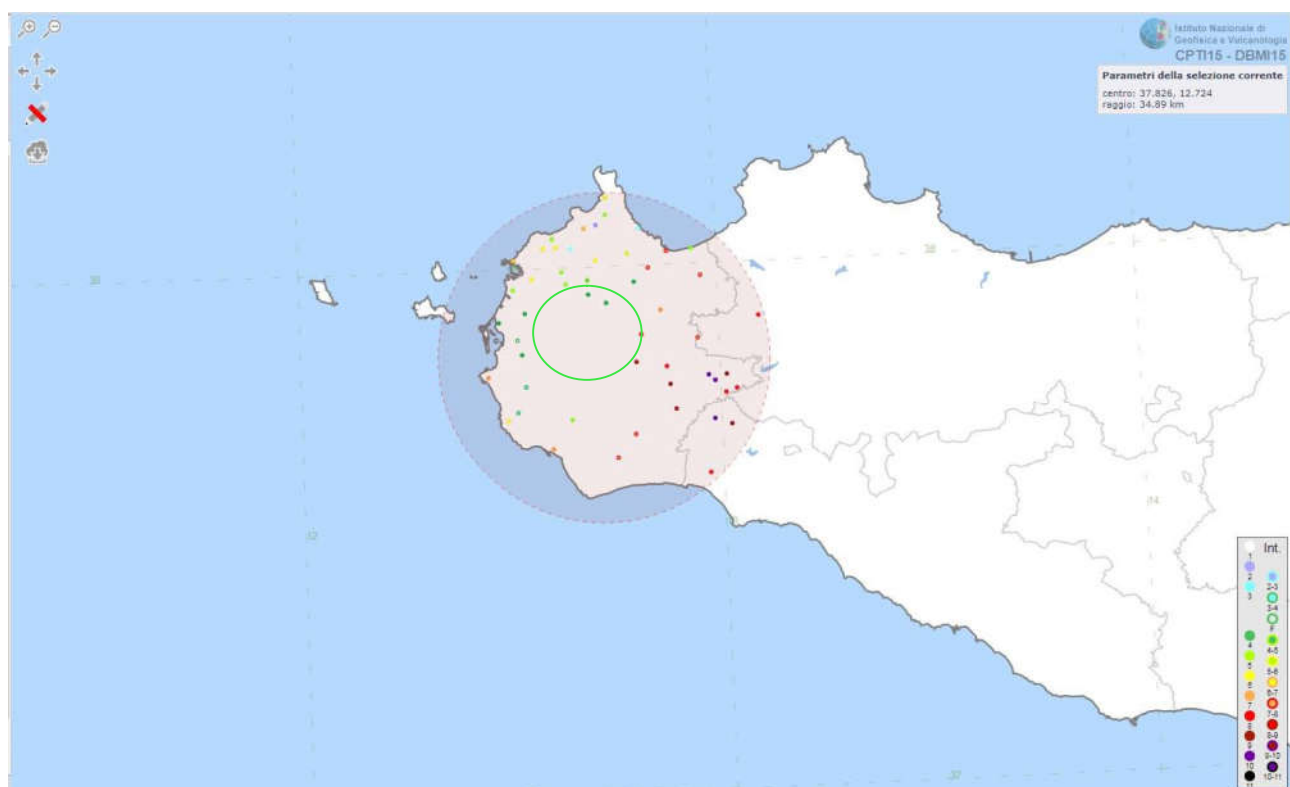


FIG.06 – Dati macrosismici del terremoto occorso il 15 gennaio 1968 nella Valle del Belice.
Nella tabella sono riportati i valori di intensità sismica relativa ai diversi comuni dell'isola (Sicilia)
([http:// http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/](http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/)).

A tal riguardo, è interessante evidenziare che il territorio comunale sia al di fuori della sorgente sismogenetica n°934 (Area del Belice).

Gruppo di Lavoro per la redazione delle mappe di pericolosità sismica (Ordinanza PCM 20.03.03 n. 3274)
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

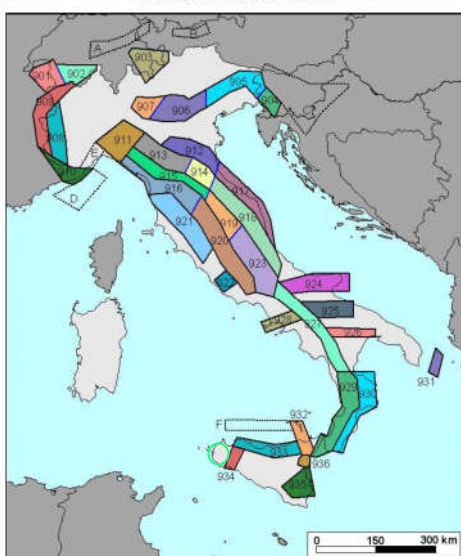


Figura 2 - Zonazione sismogenetica 259. Le diverse zone sono individuate da un numero; le zone indicate con una lettera non sono state utilizzate per la valutazione della pericolosità sismica. Il significato del colore (blu o nero) dei bordi delle zone è spiegato nel testo. Il colore delle zone non è invece significativo.

FIG.07 – Carta delle Sorgenti Sismogenetiche (Progetto DISS – Fonte INGV)
- Cerchiata in verde la zona in cui ricade il territorio comunale di Trapani

Naturalmente a questi fattori di carattere generale vanno abbinate le circostanze locali di ordine geologico, geomorfologico e idrogeologico.

A tal proposito è importante sottolineare come dalla consultazione della bibliografia di settore (in particolare ISPRA-Progetto Ithaca), non si segnala nelle aree di studio la presenza di faglie classificabili come attive e capaci.

Nell'area in studio, attraverso i sondaggi geognostici, sono stati individuati terreni costituiti in prevalenza da argille molto consistenti; pertanto tale complesso è riferibile a "Terreni di tipo H1" così da come si può evincere dall'allegato D della Circolare Regionale n. 3/DRA del 20 giugno 2014.

Inoltre, alla luce delle caratteristiche del sito si può affermare che il lotto non presenta scenari di pericolosità sismica potenziale e i terreni investigati non hanno caratteristiche tali da innescare fenomeni di liquefazione in presenza di un evento sismico. Le condizioni geologiche locali e la mancanza di particolari condizioni morfologiche (creste rocciose, cocuzzoli, dorsali, scarpate, ecc.), diminuiscono la probabilità del verificarsi di localizzazioni dell'energia sismica incidente con conseguente esaltazione dell'ampiezza delle onde che possono produrre quindi delle variazioni della risposta sismica. Pertanto, in linea con quanto previsto dalla Circolare Regionale n. 3/DRA del 20 giugno 2014 in merito al programma di prevenzione e di mitigazione degli effetti di un terremoto, non sono presenti nell'area di studio zone ad elevata pericolosità sismica di base.

I fattori principali che definiscono la pericolosità di una zona si possono identificare con:

- a) le caratteristiche degli eventi sismici che possono verificarsi nell'area in un dato intervallo temporale e con una prefissata probabilità;
- b) le condizioni geologiche-geomorfologiche, geotecniche e geofisiche dei litotipi superficiali che concorrono a modificare la risposta sismica locale.

Ai fini dell'applicazione di queste norme, il territorio nazionale è stato suddiviso in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro a_g = accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A.

I valori convenzionali di a_g , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale e riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni così come riportato dal suddetto Decreto sono:

Tab. 3.2.1 – Valori di a_g

Zona	Valori di a_g
1	0,35 g
2	0,25 g

3	0,15 g
4	0,05 g

Le zone 1, 2 e 3 possono essere suddivise in sottozone caratterizzate da valori di a_g intermedi rispetto a quelli riportati nella tabella 3.2.1 e intervallati da valori non minori di 0,025. In tal caso, i vari territori saranno assegnati alle sottozone in base ai valori di a_g con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni.

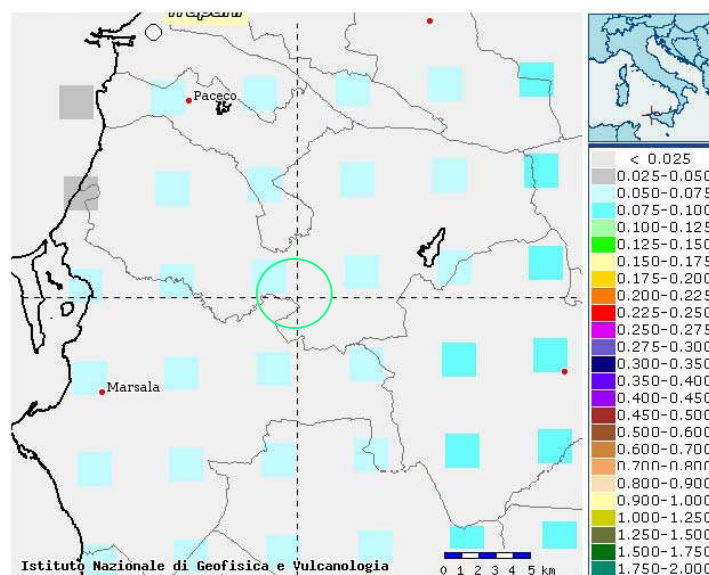


FIG.08 - Stralcio della Mappa di Pericolosità sismica – Fonte INGV
- Cerchiata in verde la zona di progetto

- Legenda: Accelerazione Sismica con Probabilità in 50 anni del 10% - Percentile 50

Pertanto, alla luce di quanto finora esposto e vista l'elevata omogeneità geologica, geomorfologica e sismica dei terreni oggetto della variante non si rende necessario a parere dello scrivente di redigere una carta di micro zonazione sismica proprio perchè non si potrebbero apprezzare variazioni nelle caratteristiche sismiche dei terreni affioranti. Sulla scorta delle risultanze ottenute attraverso le indagini geofisiche eseguite in questa sede oltre alla caratterizzazione geotecnica dei materiali affioranti ed alle caratteristiche topografiche del sito di studio, e in accordo con quanto previsto dal D.M. del 17/01/2018 "Norme Tecniche sulle Costruzioni", è stato possibile risalire ai valori di accelerazione di gravità a_g relative al sito oggetto di studio.

Le azioni sismiche di progetto si possono pertanto definire a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito in esame, che è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo ("periodo di riferimento" VR espresso in anni), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. La probabilità è denominata "Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" PVR. La pericolosità sismica è definita in termini di:

- accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido, con superficie topografica orizzontale;
- ordinate dello spettro di risposta elastica in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR.

Secondo le NTC08 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno T_R (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'**Allegato A** alle NTC08:

a_g = accelerazione orizzontale massima;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

a_g , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

F_0 e T_C^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC18 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

Pertanto alla luce di queste considerazioni e tenendo conto di un tempo di ritorno di 100 anni $T_r = 100$ i valori che si ottengono per l'area oggetto di variante sono:

Stato limite	T_r [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	60	0,028	2,444	0,200
SLD	101	0,035	2,481	0,231
SLV	949	0,080	2,615	0,335
SLC	1950	0,100	2,661	0,353

Al fine di definire l'azione sismica di progetto è necessario classificare i terreni compresi tra il piano di imposta delle fondazioni e il substrato rigido di riferimento (bedrock).

La classificazione si basa sulla stima dei valori di velocità media delle onde di Taglio V_s nei primi 30 metri di profondità dal piano di posa delle fondazioni.

Si è pervenuti ad una V_s che individua la categoria di sottosuolo di fondazione così come espresso dal D.M. 17/01/2018 mediante la seguente tabella:

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>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 metri</i>
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 e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>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 metri.</i>

Nel caso in esame, nei sondaggi sismici eseguiti, la $V_{s,eq}$ ottenuta, applicando la seguente formula

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} \quad [3.2.1]$$

In cui:

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

h_i = spessore (metri) dello i -esimo strato.

V_i = velocità dell'onda di taglio nello i -esimo strato.

N = numero di strati.

a partire dalla superficie la $V_{s,eq}$ ($V_{s,30}$) risulta pari a **633.00 m/s** nella prova Masw01 e **647.00 m/s** nella prova Masw02 corrispondente a una **categoria di sottosuolo di tipo B**; il tutto secondo quanto detto dal D.M. 17 gennaio 2018.

Pertanto dal quadro geofisico emerso dal seguente studio, il sito in esame rientra nella **Categoria 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 e 800 m/s.*), così come evidenziato nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/2003 e successive modifiche ed integrazioni.

9) CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Alla luce delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche, geomorfologiche e sismiche descritte nella presente relazione, si può concludere che non esistono incompatibilità ambientali nell'area oggetto di variante urbanistica. Infatti, le indagini sin qui eseguite hanno permesso di stabilire che l'area risulta stabile sia dal punto di vista geologico che geomorfologico e non persistono segni di pericolosità e vulnerabilità all'edificazione.

Tutti gli elementi raccolti in questa sede hanno reso possibile redigere alcune carte tematiche secondo le modalità previste dalla Circolare Regionale n. 3/DRA del 20 giugno 2014 dell'Ass. Reg. Territorio e Ambiente.

Di seguito sono elencate le carte tematiche allegate:

- Carta delle indagini, scala 1:2.000;
- Carta Geologica, scala 1:2.000;
- Carta Geomorfologica, scala 1:2.000;
- Carta Idrogeologica, scala 1:2.000;
- Carta della pericolosità geologica e sismica, scala 1:2.000;
- Carta della pericolosità sismica, scala 1:2.000;
- Carta della suscettività all'edificazione, scala 1:2.000.

Dal punto di vista litologico, le indagini geologiche effettuate sia nel sito in esame che attorno ad esso, hanno evidenziato la presenza argille di Monte Luziano e dal punto di vista geologico si può affermare che tale area presenta una pericolosità geologica da trascurabile a bassa (TAV.07).


Per quanto riguarda gli aspetti geomorfologici, allo stato attuale, nel sito in esame non sono presenti elementi che possano compromettere l'equilibrio geomorfologico dell'area. Inoltre l'area in studio non è classificabile come area in cui viene individuata una Pericolosità, un Rischio o come Sito di Attenzione né di tipo idraulico né di tipo geomorfologico.

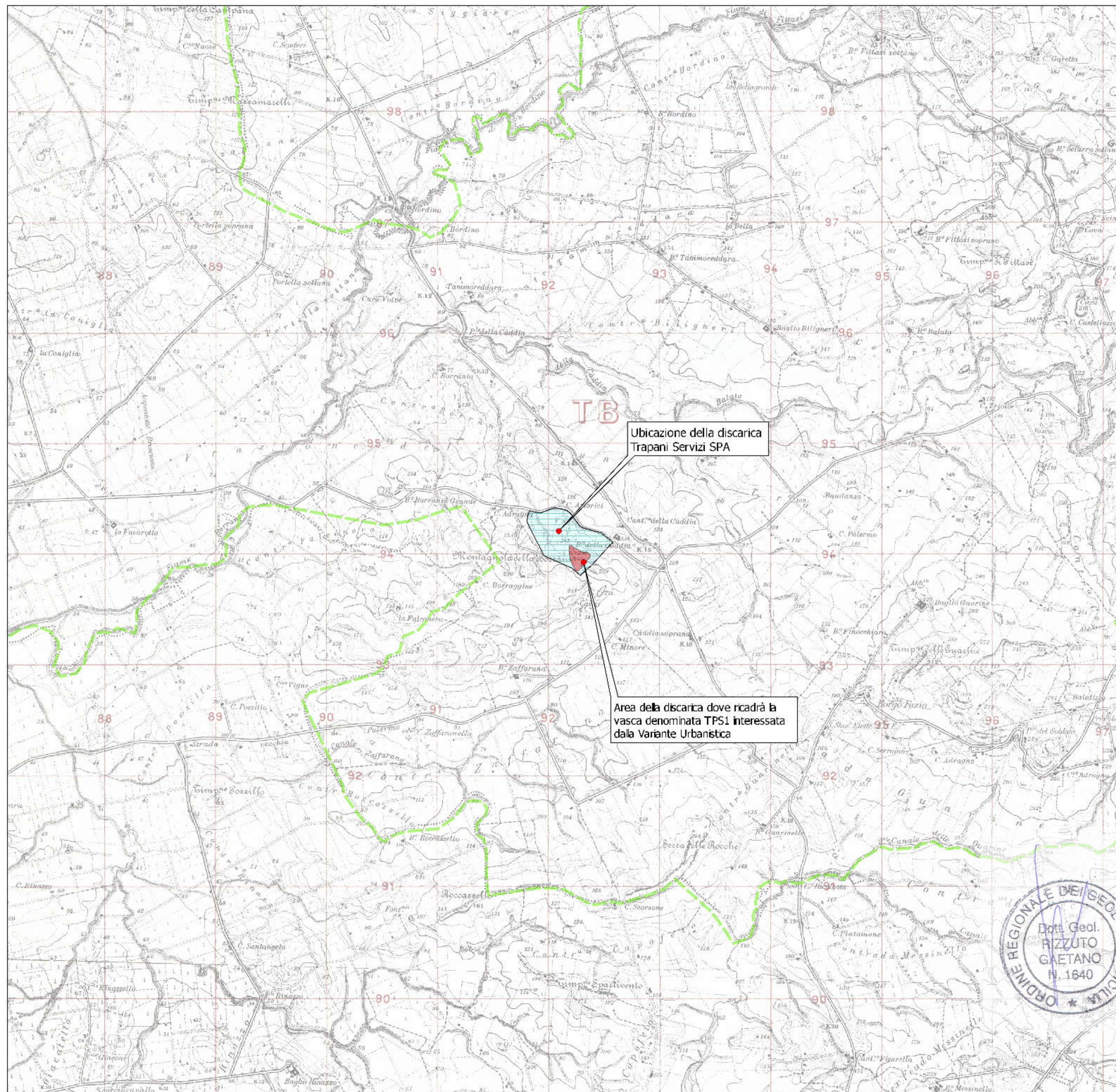
Particolare attenzione è stata posta nel trattare i terreni dell'area dal punto di vista sismico, a tal fine sono stati eseguiti infatti n°2 sondaggi sismici con metodo di sismica attiva Masw che ha permesso di valutare la $V_{S,eq}$ ($V_{S,30}$) e quindi determinare la categoria di sottosuolo e n°2 sondaggi di sismica passiva HVSR che hanno permesso di determinare la frequenza di risonanza del sito.


Pertanto, alla luce delle risultanze ottenute, si può concludere che l'area in esame dal punto di vista della pericolosità sismica può essere considerata come zona stabile con deboli amplificazioni sismiche (TAV.08).

Infine, così come da **"Circolare A.R.T.A. n. 3 del 20 giugno 2014, prot. n. 28807 "Studi geologici per la redazione di strumenti urbanistici"** l'area presenta una suscettività all'edificazione di Classe II (TAV.09) e sulla base di quanto finora esposto, si può affermare che non esistono elementi tali che possano precludere la realizzazione della variante urbanistica di cui all'oggetto.

Cammarata, li 13/02/2019

 **II GEOLOGO**
Dott. Geol.
RIZZUTO
GAETANO (Dott. Gaetano Rizzuto)





STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA
Dott. Geol. Gaetano Rizzuto

Via San Vito, 28 - Cammarata (Ag)
P. IVA 02026980843
Cell. 3478429314
E-mail: gaetano.rizzuto@gmail.com
PEC: gaetanorizzuto@paesogeologia.it



TRAPANI SERVIZI SPA
GESTIONE INTEGRATA RIFIUTI

STUDIO GEOLOGICO

OGGETTO: VARIANTE URBANISTICA PER IL PROGETTO DEFINITIVO DEI
LAVORI DI COSTRUZIONE DI UN LOTTO DI DISCARICA PER RIFIUTI
NON PERICOLOSI DENOMINATO "TPS1" DA REALIZZARSI NEL COMUNE
DI TRAPANI C.DA MONTAGNOLA CUDDIA DELLA BORRANEA TRAPANI -
CIG Z401DD1F75 -

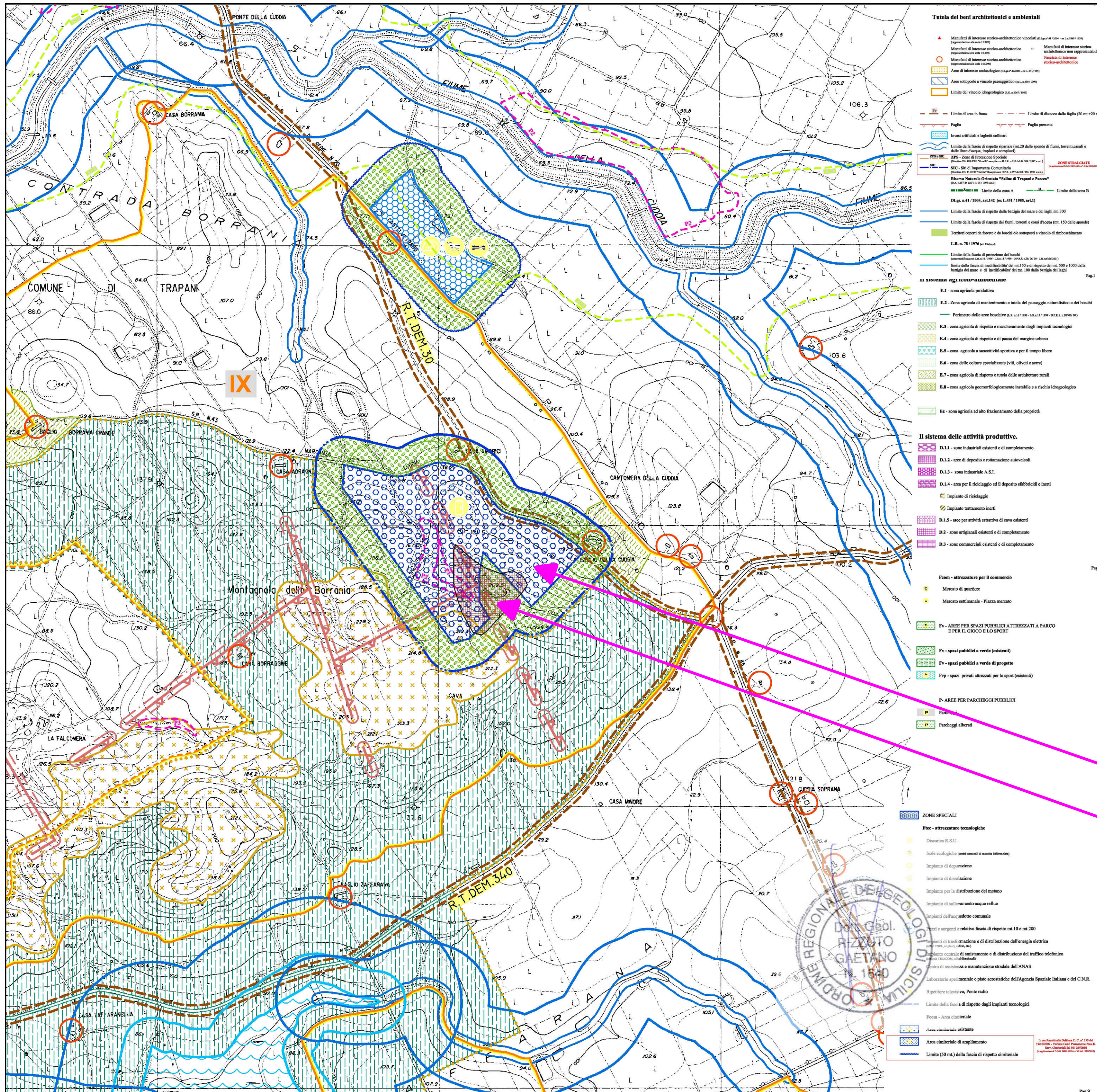
**CARTA COROGRAFICA
DELLA DISCARICA
SCALA 1:25.000**

TAV.01



0 250 500 750 1000 m





STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA
Dott. Geol. Gaetano Rizzuto

Via San Vito, 28 - Cammarata (Ag)
P. IVA 02026980843
Cell. 3478429314
E-mail: gaetano.rizzuto@gmail.com
PEC: gaetanorizzuto@pecgeologidiscilia.it



STUDIO GEOLOGICO

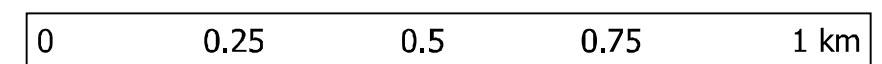
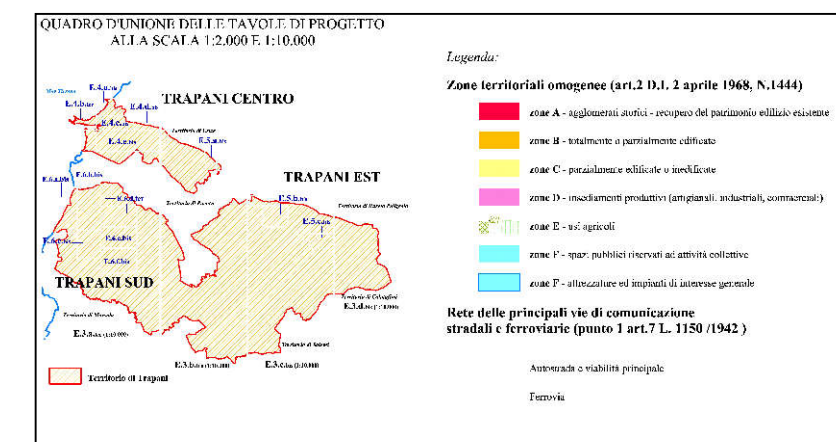
OGGETTO: VARIANTE URBANISTICA PER IL PROGETTO DEFINITIVO DEI LAVORI DI COSTRUZIONE DI UN LOTTO DI DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI DENOMINATO "TPS1" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI TRAPANI C.DA MONTAGNOLA CUDDIA DELLA BORRANEA TRAPANI – CIG Z401DD1F75 –

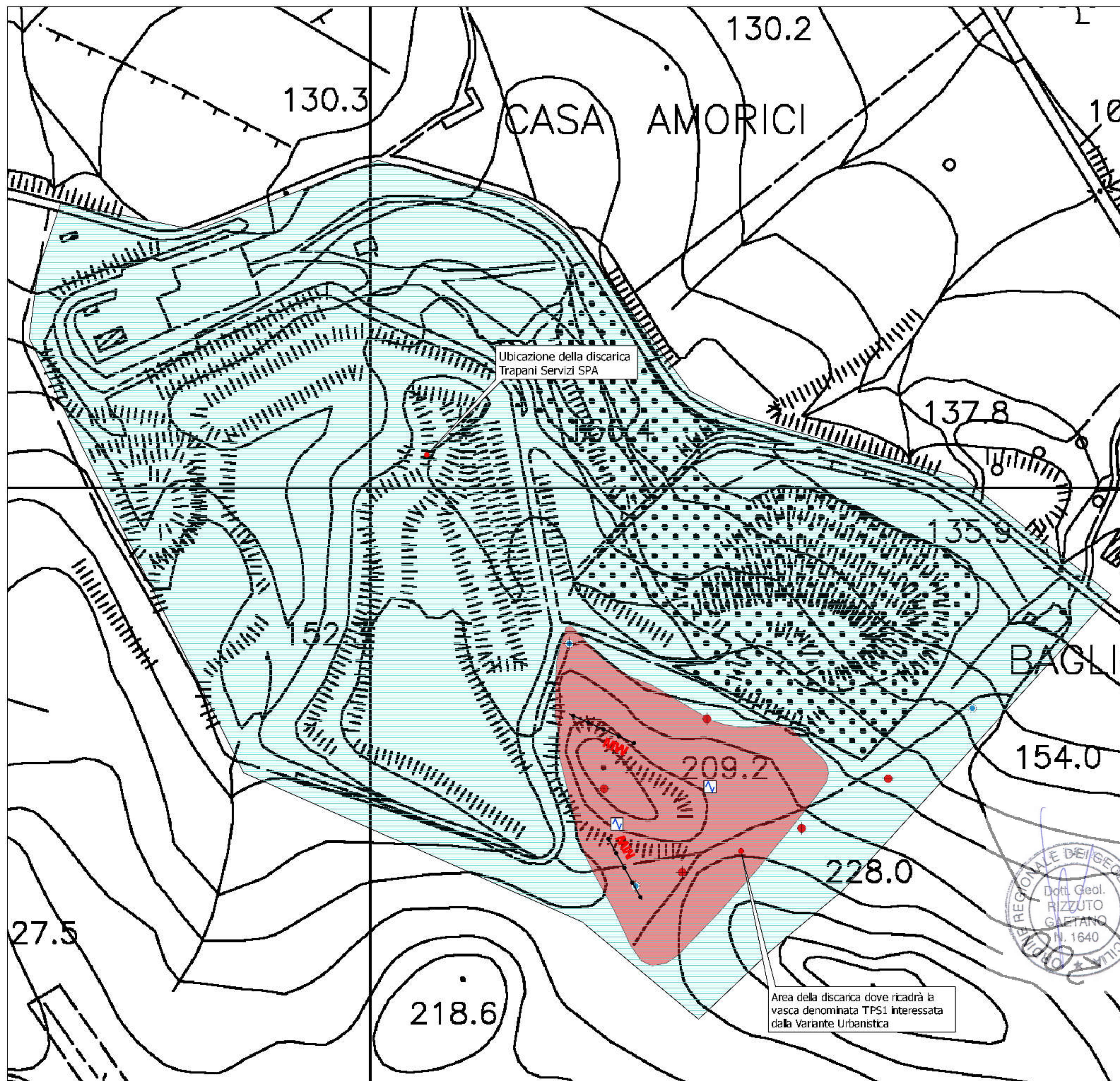
**CARTA PRG
DELLA DISCARICA
SCALA 1:10.000**

TAV.02

Ubicazione Discarica Trapani Servizi SPA

**Ubicazione della nuova vasca "TPS1"
oggetto di variante**





GR STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA
Dott. Geol. Gaetano Rizzuto

Via San Vito, 28 - Ciminara (Ag)
P. IVA 02026980842
Cell. 3478420114
E-mail: gaetano.rizzuto@gmail.com
P.O.C.: gaetanorizzuto@postgeologidiscarica.it



STUDIO GEOLOGICO

OGGETTO: VARIANTE URBANISTICA PER IL PROGETTO DEFINITIVO DEI LAVORI DI COSTRUZIONE DI UN LOTTO DI DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI DENOMINATO "TPS1" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI TRAPANI C.DA MONTAGNOLA CUDDIA DELLA BORRANEA TRAPANI - CIG Z401DD1F75 -

**CARTA INDAGINI
DELLA DISCARICA
SCALA 1:2.000**

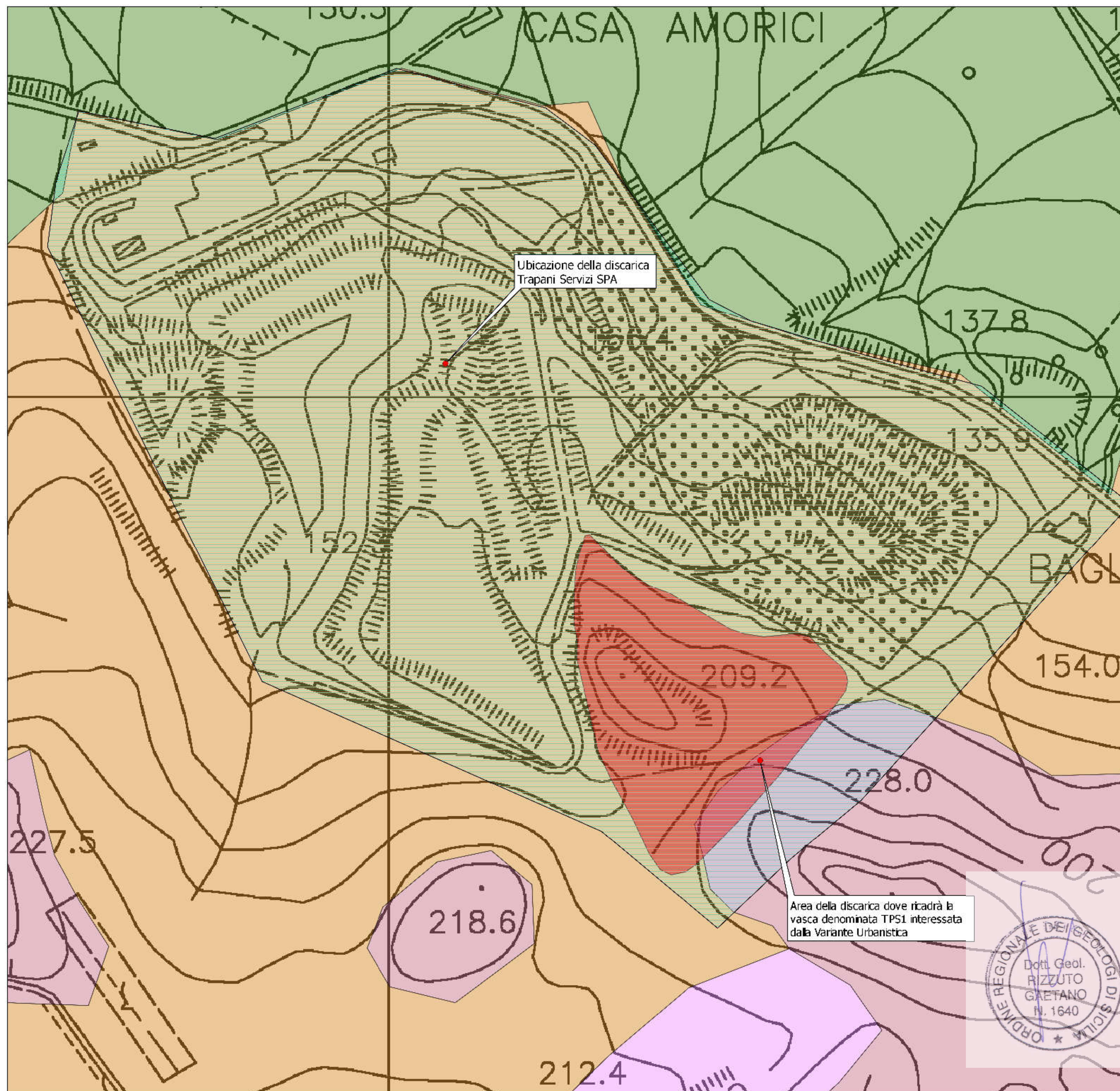
TAV.03

LEGENDA

- Discarica in esame
- Comune di Trapani
- Indagini geognostiche precedentemente eseguite
 - Sondaggi geognostici con piezometri
 - Sondaggi geognostici con prelievo di campioni
- Indagini geofisiche lineari
 - Masw
- Indagini geofisiche puntuali
 - HVSR
- CTR 605120

0 50 100 150 200 m





GR STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA
Dott. Geol. Gaetano Rizzuto

Via San Vito, 28 - Cammarata (AG)
P. IVA 02026980843
Cell. 3478429314
E-mail: gaetano.rizzuto@gmail.com
P.C.: gaetanorizzuto@pccgeologiasicilia.it



STUDIO GEOLOGICO

OGGETTO: VARIANTE URBANISTICA PER IL PROGETTO DEFINITIVO DEI LAVORI DI COSTRUZIONE DI UN LOTTO DI DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI DENOMINATO "TPS1" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI TRAPANI C.DA MONTAGNOLA CUDDIA DELLA BORRANEA TRAPANI - CIG Z401DD1F75 -

**CARTA GEOLOGICA
DELLA DISCARICA
SCALA 1:2.000**

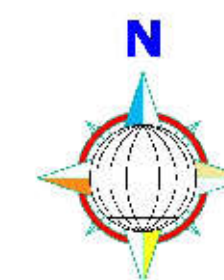
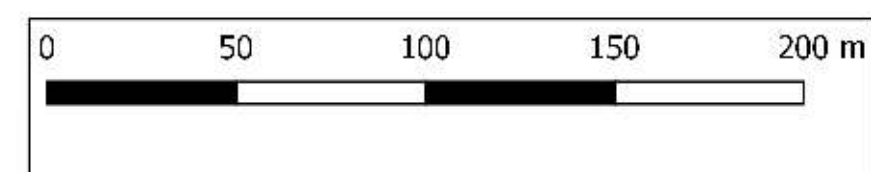
TAV.04

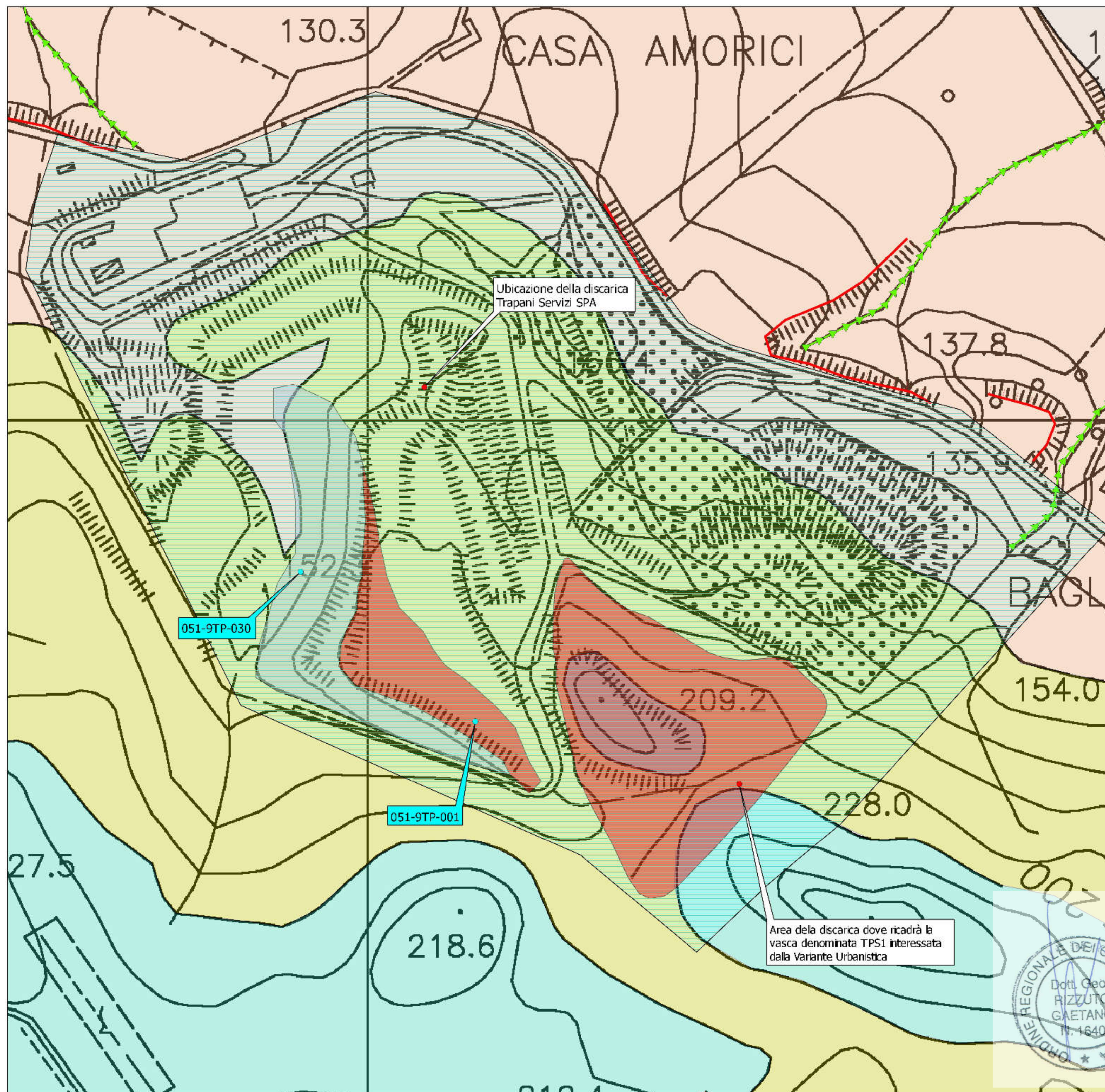
LEGENDA

- Discarica in esame
 - Comune di Trapani
- CTR_605120

CARTA GEOLOGICA

- 1 Alluvioni
- 2 Sistema di Capo Plaia
- 3 Sistema di Borromia
- 4 Form. Pasquasia
- 5 Argille di Monte Luziano
- 6 Argille di Monte Luziano (a)
- 7 Calcilutiti di Dattilo (b)
- 8 Calcilutiti di Dattilo (a)





STUDIO GEOLOGICO

OGGETTO: VARIANTE URBANISTICA PER IL PROGETTO DEFINITIVO DEI LAVORI DI COSTRUZIONE DI UN LOTTO DI DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI DENOMINATO "TPS1" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI TRAPANI C.DA MONTAGNOLA CUDDIA DELLA BORRANEA TRAPANI - CIG Z401DD1F75 -

**CARTA GEOMORFOLOGICA
DELLA DISCARICA
SCALA 1:2.000**

TAV.05

LEGENDA

- Discarica in esame
 - Comune di Trapani
 - Morfometria dell'area intorno alla discarica
 - Versanti con $P < 15^\circ$
 - Versanti con $15^\circ < P < 35^\circ$
 - Versanti con $P = o > 35^\circ$
- CTR_605120

Simbologia Geomorfologica

- Solco di riscaldamento concentrato
- Scarpate attive

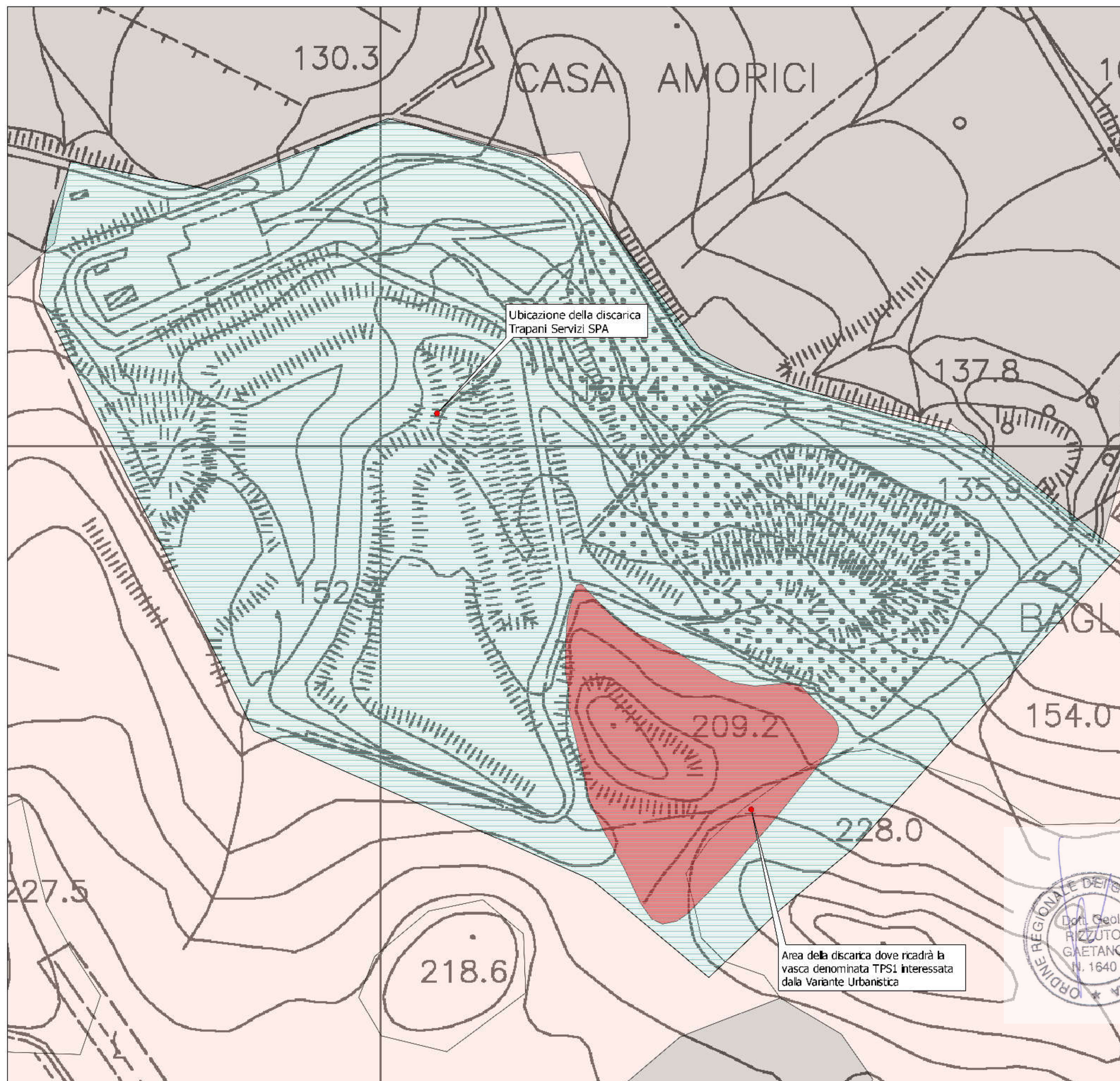
Pericolosità e Rischio Geomorfologico PAI

- 051-9TP-001 Rischio R4
- 051-9TP-030 Pericolosità P2



0 50 100 150 200 m





STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA
Dott. Geol. Gaetano Rizzuto
Via San Vito, 28 - Cammarata (Agr)
P. IVA 02626980843
C.S.I.L. 3478429314
E-mail: gaetano.rizzuto@gmail.com
P.I.C.: gaetanorizzuto@spcgeologidiscarica.it



STUDIO GEOLOGICO

OGGETTO: VARIANTE URBANISTICA PER IL PROGETTO DEFINITIVO DEI LAVORI DI COSTRUZIONE DI UN LOTTO DI DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI DENOMINATO "TPS1" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI TRAPANI C.DA MONTAGNOLA CUDDIA DELLA BORRANEA TRAPANI - CIG Z401DD1F75 -

**CARTA IDROGEOLOGICA
DELLA DISCARICA
SCALA 1:2.000**

TAV.06

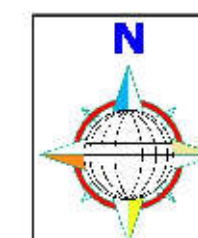
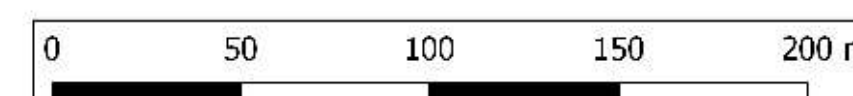
LEGENDA

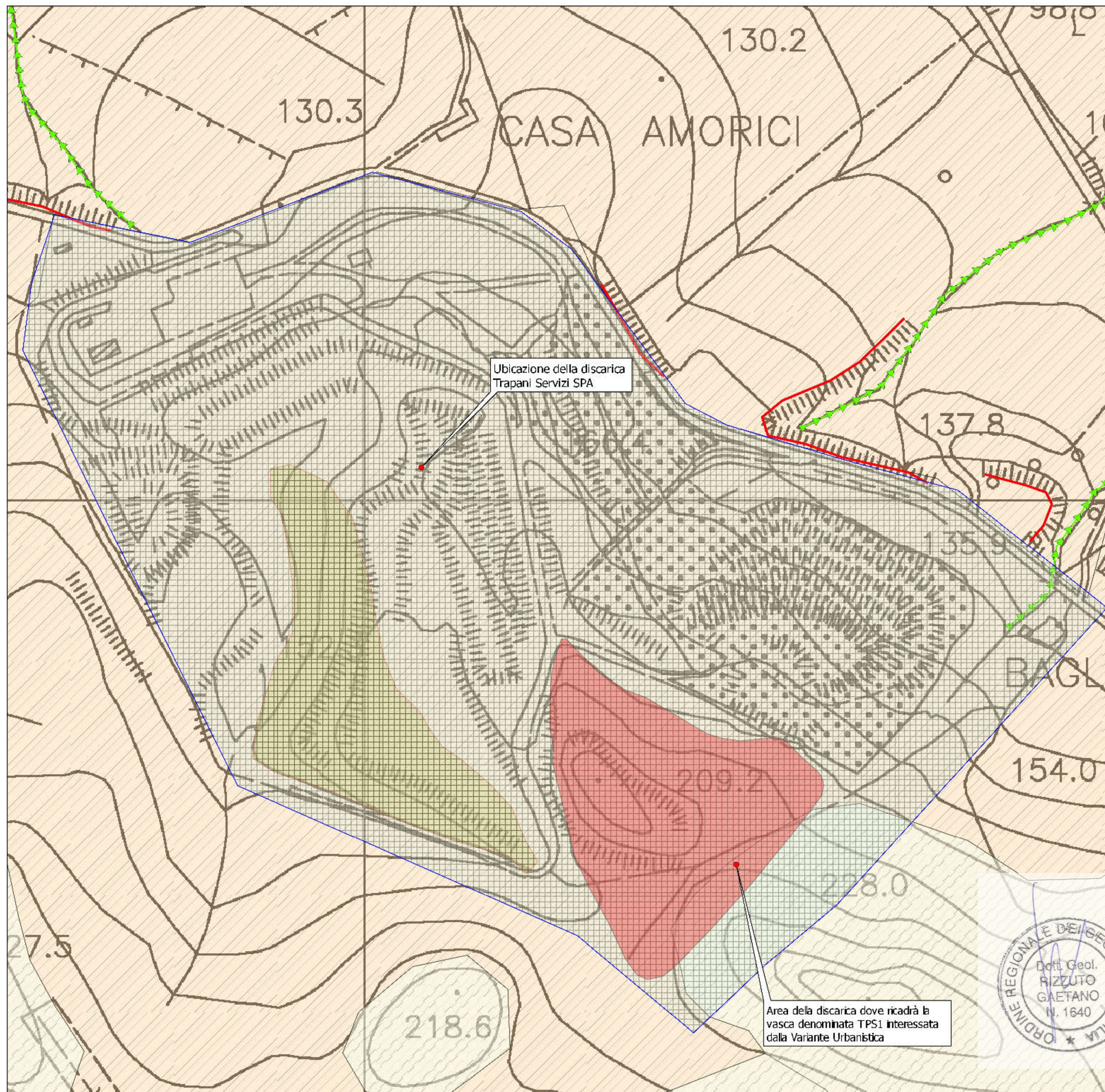
discarica
com trap

CTR_605120

CARTA IDROGEOLOGICA

1 Terreni impermeabili con $K < 10^{-9}$
2 Terreni impermeabili con $k < 10^{-8}$





GR STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA
Dott. Geol. Gaetano Rizzuto

Via San Vito, 28 - Cammarata (Ag)
P. IVA 02026980843
Cell. 3478429314
E-mail: gaetano.rizzuto@gmail.com
PbC: gaetanorizzuto@pec.geologisicilia.it



STUDIO GEOLOGICO

OGGETTO: VARIANTE URBANISTICA PER IL PROGETTO DEFINITIVO DEI LAVORI DI COSTRUZIONE DI UN LOTTO DI DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI DENOMINATO "TPS1" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI TRAPANI C.DA MONTAGNOLA CUDDIA DELLA BORRANEA TRAPANI – CIG Z401DD1F75 –

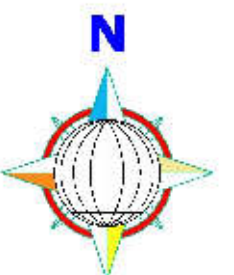
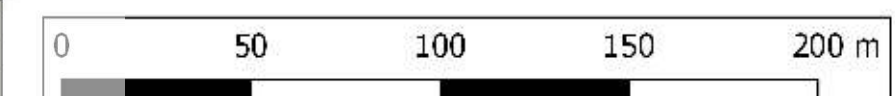
**CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA
DELLA DISCARICA
SCALA 1:2.000**

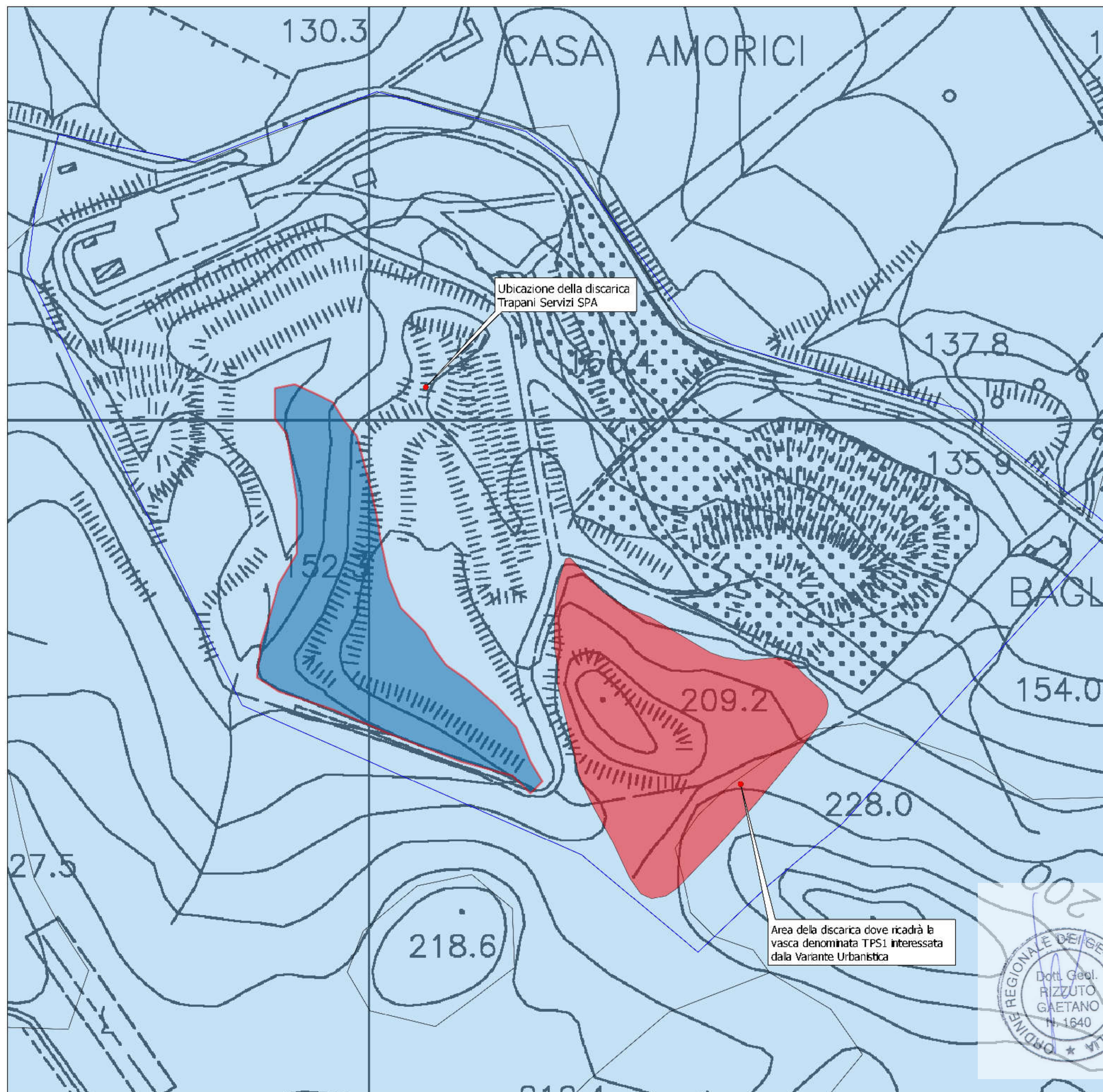
TAV.07

LEGENDA

- Area di pertinenza della discarica Borromea Trapani Servizi SPA
- CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA
- Aree con grado di pericolosità geologica da trascurabile a bassa
- Aree con grado di pericolosità geologica da basso a media
- Aree a pericolosità geologica media per fenomeni di tipo idraulico
- Aree a pericolosità geologica media per fenomeni di tipo gravitativo
- Aree a per. geol. media per potenziali fenomeni di inquinamento dei suoli
- AREE CENSITE NEL P.A.I.
- Aree a pericolosità geologica media per fenomeni di tipo gravitativo

CTR_605120





STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott. Geol. Gaetano Rizzuto

Via San Vito, 28 - Cammarata (AG)
P. IVA 02026980843
Cell. 3478429314
E-mail: gaetano.rizzuto@gmail.com
P.C.: gaetanorizzuto@pec.geologidisicilia.it



STUDIO GEOLOGICO

OGGETTO: VARIANTE URBANISTICA PER IL PROGETTO DEFINITIVO DEI LAVORI DI COSTRUZIONE DI UN LOTTO DI DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI DENOMINATO "TPS1" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI TRAPANI C.DA MONTAGNOLA CUDDIA DELLA BORRANEA TRAPANI - CIG Z401DD1F75 -

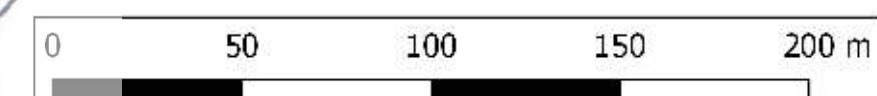
**CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA
DELLA DISCARICA
SCALA 1:2.000**

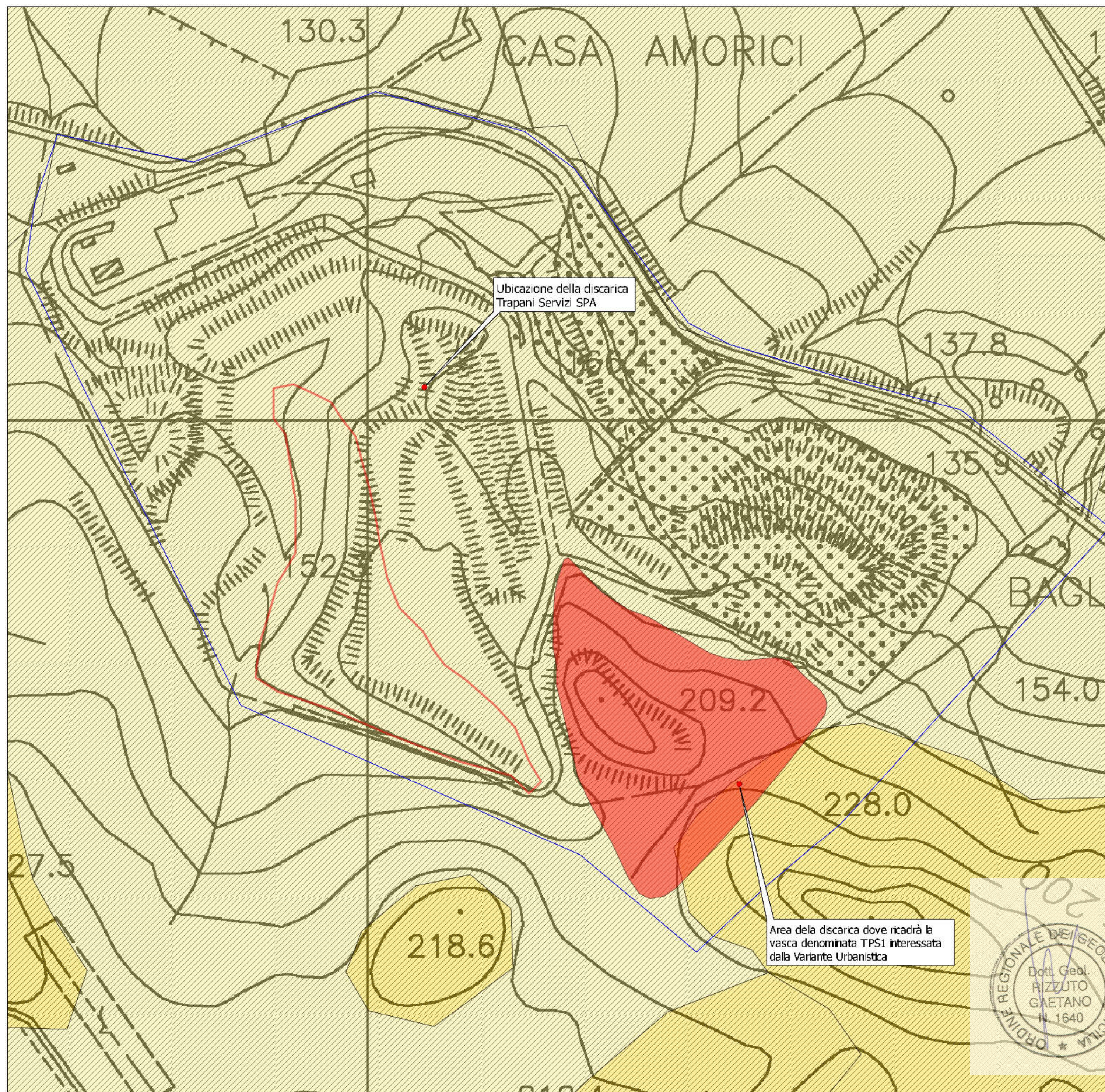
TAV.08

LEGENDA

- Area di pertinenza della discarica Borromea Trapani Servizi SPA
- CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA
- A.L. = alternanza di litotipi
Unità con spessori superiori a 300m
Zona stabili potenzialmente suscettibili a deboli amplificazioni sismiche per contrasti reologici all'interno della stessa formazione
AREE CENSITE NEL P.A.I.
- Zone di attenzione in quanto suscettibili di dissesti

CTR_605120





STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott. Geol. Gaetano Rizzuto

Via San Vito, 28 - Cammarata (Ag)
P. IVA 02026980843
Cell. 3478429314
E-mail: gaetano.rizzuto@gmail.com
P.C.: gaetanorizzuto@pec.geologidiscilia.it



STUDIO GEOLOGICO

OGGETTO: VARIANTE URBANISTICA PER IL PROGETTO DEFINITIVO DEI LAVORI DI COSTRUZIONE DI UN LOTTO DI DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI DENOMINATO "TPS1" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI TRAPANI C.DA MONTAGNOLA CUDDIA DELLA BORRONEA TRAPANI - CIG Z401DD1F75 -

CARTA DELLA SUSCETTIVITA' ALL'EDIFICAZIONE DELLA DISCARICA
SCALA 1:2.000

TAV.09

LEGENDA

- Area di pertinenza della discarica Borromea Trapani Servizi SPA
- CARTA DELLA SUSCETTIVITA' ALL'EDIFICAZIONE
- Aree di Classe 2 - Suscettività d'uso condizionata
- Aree di versante a pericolosità geologica da trascurabile a bassa
- Aree di versante a pericolosità geologica da bassa a media
- ARRE CENSITE NEL P.A.I.
- Aree di classi 2 - Suscettività d'uso condizionata
- Aree di versante a pericolosità geologica media

CTR_605120

