

STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA DR. ANDREA BRUNI

via M.te Grappa 13
63100 Ascoli Piceno

tel.: 328 9772847
e-mail: andreabru@iol.it

**PROGETTO DI REALIZZAZIONE
DELLA VASCA N.6 NELLA DISCARICA
COMPENSORIALE DI ASCOLI PICENO,
LOCALITÀ RELLUCE**

Committente :



ASCOLI SERVIZI COMUNALI S.u.r.l.

Via Giusti, 5 - 63100 Ascoli Piceno (AP)

**RELAZIONE GEOLOGICA E
RELAZIONE SULLE INDAGINI**

Dott. Geol. Andrea Bruni



PART. IVA: 01573400445 – COD. FISC.: BRN NDR 68L26 A462 I

INDICE

<u>INTRODUZIONE</u>	3
1. <u>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</u>	3
2. <u>MEZZI E METODI DI INDAGINE</u>	4
3. <u>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE DELL'AREA</u>	4
<u>OROGRAFIA E ACCLIVITÀ</u>	5
<u>VIABILITA'</u>	8
4. <u>REGIME VINCOLISTICO TERRITORIALE</u>	9
<u>VINCOLI PAI</u>	10
5. <u>CARATTERI SISMICI DEL SITO</u>	11
<u>ANALISI SISMICA DEL TERRENO DI FONDAZIONE</u>	12
<u>STIMA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE</u>	13
<u>PARAMETRI SISMICI:</u>	14
<u>SPETTRI DI RISPOSTA</u>	15
6. <u>GEOLOGIA DELL'AREA</u>	15
<u>CARATTERI LITOLOGICI</u>	15
<u>TETTONICA DELLA ZONA</u>	16
7. <u>SITUAZIONE IDROGEOLOGICA</u>	19
8. <u>GEOMORFOLOGIA DELL'AREA</u>	20
<u>FORME GRAVITATIVE</u>	20
<u>FORME DOVUTE AL DILAVAMENTO</u>	21
<u>FORME ANTROPICHE</u>	21
9. <u>INDAGINI GEOGNOSTICHE</u>	22
<u>SVOLGIMENTO DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI</u>	22
<u>PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO</u>	24
<u>REALIZZAZIONE DI PIEZOMETRI A TUBO APERTO</u>	25
<u>ESECUZIONE DI INDAGINI GEOFISICHE</u>	25
<u>PRELIEVO DI CAMPIONI DI TERRENO INDISTURBATO</u>	25
<u>INDAGINI ED ANALISI DI LABORATORIO GEOTECNICO</u>	26
10. <u>RISULTATI DELLE INDAGINI</u>	27
<u>CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE</u>	27
<u>PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI</u>	28
11. <u>CONDIZIONI DI EQUILIBRIO</u>	30
<u>METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE CONDIZIONI DI EQUILIBRIO</u>	32
<u>ANALISI E COMMENTO DEI RISULTATI</u>	32
12. <u>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</u>	35

INTRODUZIONE

A seguito di incarico ricevuto da Ascoli Servizi Comunali S.u.r.l. con sede ad Ascoli Piceno in Via Giusti n.5, si trasmette la presente relazione tecnica, riguardante la geologia, l'idrogeologia e la morfologia di un'area nella quale è prevista la realizzazione di un nuovo sito di conferimento e stoccaggio di rifiuti solidi urbani non pericolosi (vasca n.6) all'interno della discarica comprensoriale ubicata in località "Relluce", nella parte Est del territorio comunale di Ascoli Piceno (Ap).

Scopo della presente relazione è di fornire un inquadramento generale del sito nei suoi aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici, illustrando in dettaglio le indagini geognostiche eseguite allo scopo e l'interpretazione dei dati da esse scaturite.

1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione è stata compiuta in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento vigenti, di seguito elencate:

- ⊗ Raccomandazioni AGI giugno 1977, *"Programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche"*;
- ⊗ D.M. 11.03.1988, *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"*;
- ⊗ Circ. Min. LL.PP. 24.09.1988, n. 30483, *"Istruzioni relative alle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" di cui al D.M. 11.03.1988"*;
- ⊗ AGI, maggio 1994 *"Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio"*;
- ⊗ D.M. 16 gennaio 1996, *"Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"*;
- ⊗ Circolare n. 65/AA.GG. del 10.04.1997, *"Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 gennaio 1996"*;
- ⊗ Ordinanza P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 e s.m.i. *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*;
- ⊗ AGI, marzo 2005, *"Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica, linee guida"*;
- ⊗ D.M. 14.09.2005 Ministero Infrastrutture e Trasporti, *"Norme tecniche – Testo unico sulle costruzioni"*;
- ⊗ D.M. 14.01.2008 Testo Unitario *"Norme Tecniche per le Costruzioni"*
- ⊗ Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Circolare 2 febbraio 2009, *"Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14/1/2008."*
- ⊗ Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007, *"Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale."*
- ⊗ Eurocodice 8 (1998): *"Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)."*
- ⊗ Eurocodice 7.1 (1997) *"Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . – UNI"*
- ⊗ Eurocodice 7.2 (2002) *"Progettazione geotecnica – Parte II : Progettaz. assistita da prove (2002). UNI"*
- ⊗ Eurocodice 7.3 (2002) *"Progettaz. geotecnica – Parte II : Progettaz. assistita con prove in sito (2002). UNI"*
- ⊗ Leggi regionali in materia di pianificazione urbanistica e di vincolo idrogeologico
- ⊗ Piano Regolatore Comunale di Ascoli Piceno
- ⊗ Ordinanze e N.T.A. dell'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Tronto

2. MEZZI E METODI DI INDAGINE

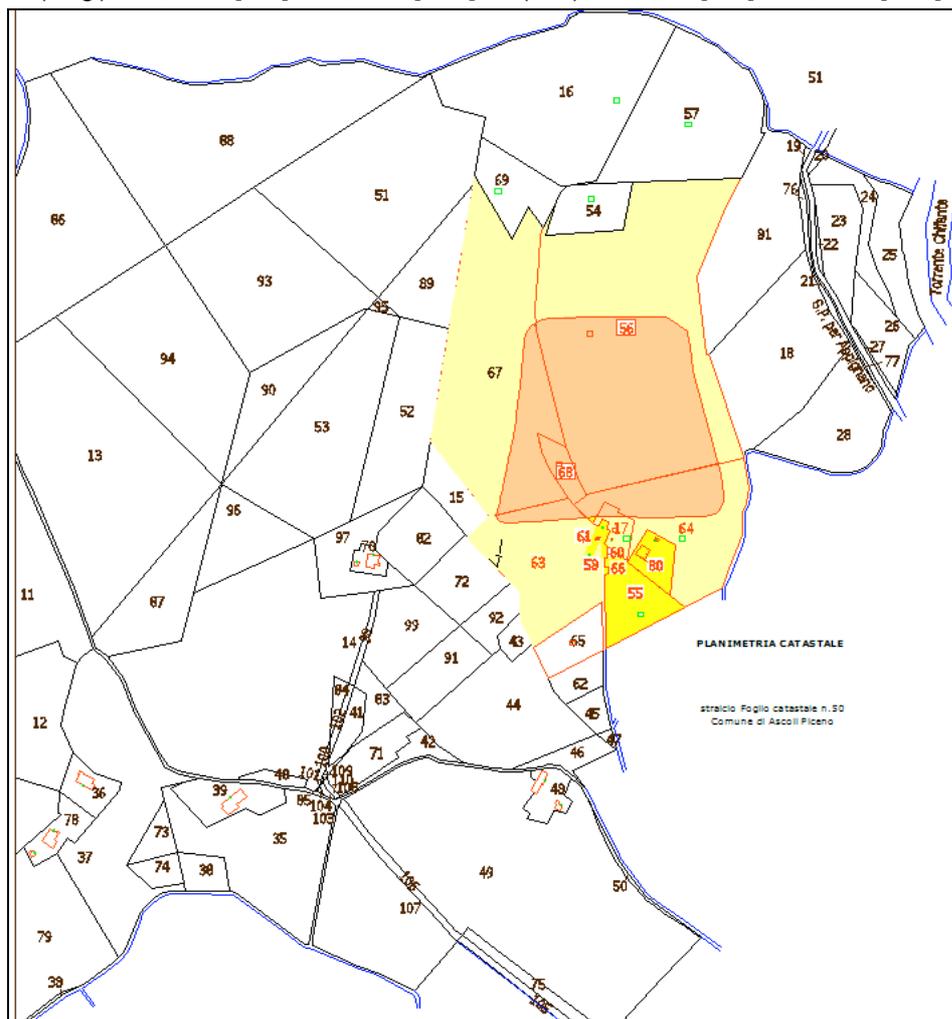
L'andamento litostratigrafico dei terreni presenti è stato ricostruito partendo in una prima fase dall'esame dei dati di letteratura geologica (cartografie, pubblicazioni, testi) disponibili e relativi alla zona considerata, passando poi alla consultazione di risultati di sondaggi e prove in sito precedentemente eseguiti nelle vicinanze sia dal sottoscritto che dalla Committenza. Successivamente, per ottenere una completa ed esauriente ricostruzione dell'andamento litostratigrafico dei terreni presenti nell'area studiata è stato deciso di procedere all'esecuzione di sondaggi geognostici a carotaggio, oltre che di una indagine sismica MASW e analisi di laboratorio.

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE DELL'AREA

L'area dove sarà realizzata la nuova vasca è situata a Nord Est della già esistente discarica comprensoriale "Relluce", gestita dalla ditta Ascoli Servizi Comunali; essa è situata in località "La Spineta - Relluce" nella parte orientale del territorio del Comune di Ascoli Piceno, nei pressi dei confini di questo con i Comuni di Appignano del Tronto e di Castel di Lama (Ap). Cartograficamente l'area studiata risulta mappata nella tavoletta I.G.M. denominata "Ascoli Piceno Est", IV quadrante Sud Est del foglio n.133 della Carta d'Italia, ed alla sezione n. 327090 della Nuova Carta Tecnica Regionale delle Marche. A livello catastale il sito si individua all'interno del foglio n.50 del N.C.E.U. del Comune di Ascoli Piceno, alle particelle n. 47, 56, 63, 64, 67 e 68.

Le coordinate del sito nel sistema WGS 84 (World Geodetic System 1984) variano tra i seguenti valori:

$$X \text{ (long.)} = 42,8687 \text{ [min]} \div 42,8710 \text{ [max]} - Y \text{ (latit.)} = 13,6709 \text{ [min]} \div 13,6735 \text{ [max]}$$

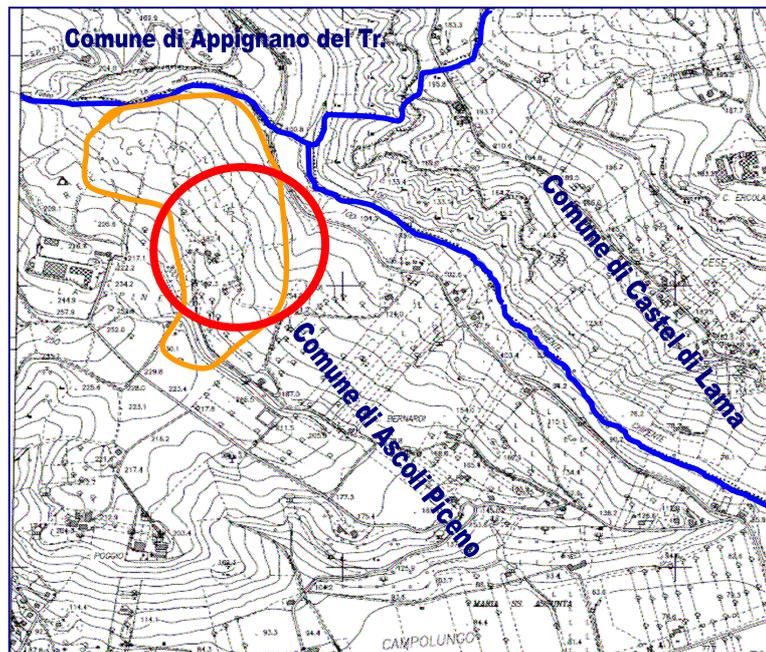


Stralcio foglio catastale n.50 Comune di Ascoli Piceno, con evidenziazione delle particelle interessate (in giallo) e dell'area di stoccaggio (in arancio)

OROGRAFIA E ACCLIVITÀ

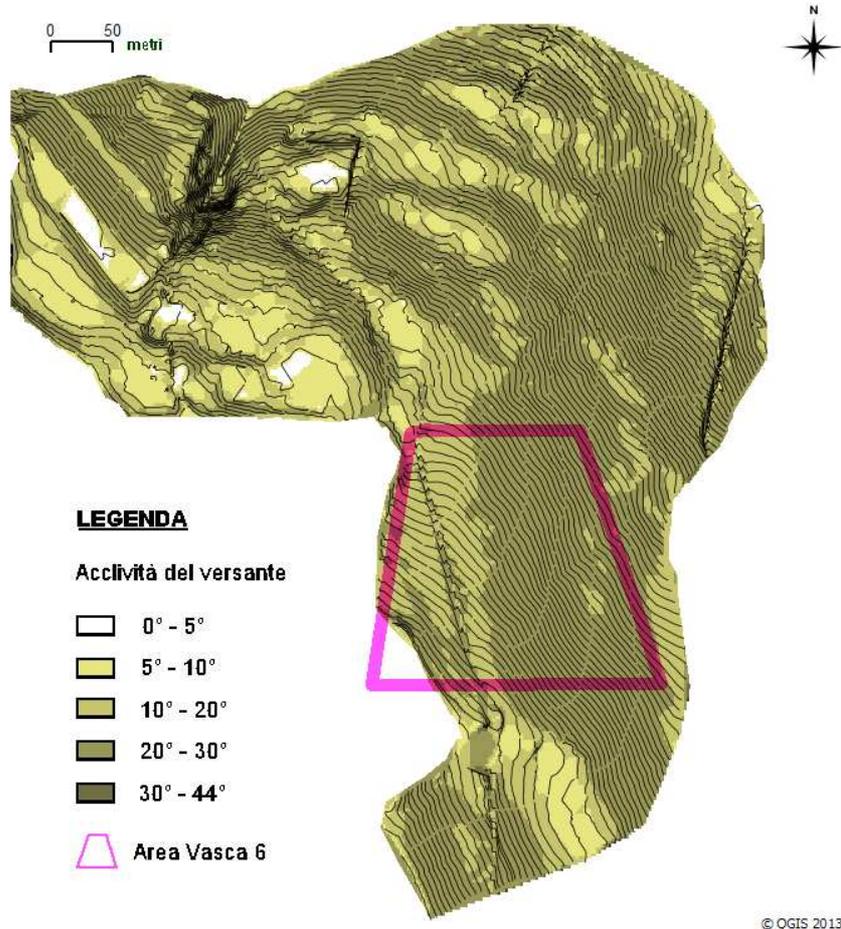
Il sito in esame si colloca in una zona di ambito collinare caratterizzata da pendii di acclività variabili, in taluni casi anche accentuate. L'altitudine della zona considerata varia tra le quote di 205 e 99 m s.l.m.. L'utilizzo attuale dell'area nella quale si ipotizza l'ampliamento della discarica è agricolo - pastorale con presenza di coltivazioni a seminativi, vitigni e uliveti.

Le quote altimetriche del versante in esame sono ricomprese tra le isoipse dei 100 e dei 200 m sul livello del mare, ed al suo interno sono presenti tratti che mostrano valori di acclività variabili, con presenza di aree sommitali pseudopianeggianti, dolci ondulature e pendii declinanti, fino ad arrivare in qualche punto ad improvvise rotture di inclinazione e raccordi di pendenza piuttosto ripidi o scoscesi.

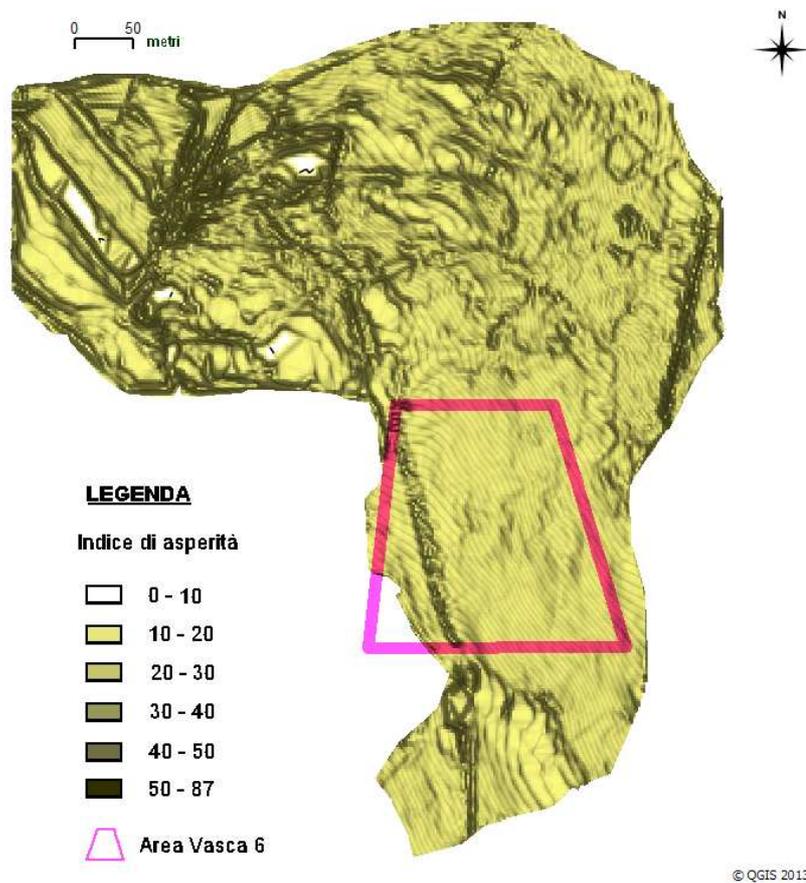


Ubicazione topografica (○) dell'area studiata (scala 1:10.000) - Da CTR Marche, sezione 327-090

E' stata compiuta per l'area in esame una analisi dettagliata delle acclività presenti su tutto il versante di cui essa fa parte. Per la valutazione ci si è serviti del software applicativo "QuantumGis (Q gis)" versione 1.7.4- e del plugin "Analisi Geomorfologica". Si sono ottenuti così dei dati di dettaglio significativi per l'area di intervento e per quelle ad essa adiacenti, riscontrando che le acclività del versante interessato variano da pochi gradi fino ($\approx 0^\circ$) ad un massimo di $43,9^\circ$. Il dato più significati vo risiede però più che altro nella distribuzione areale di tali valori, risultata molto diversa per le varie zone considerate. Infatti i valori di acclività del pendio, pur se abbastanza significativi, permangono alquanto uniformi lungo il pendio interessato dalla realizzazione della nuova vasca 6 (tranne che su una linea trasversale a Ovest che rappresenta una strada vicinale) e in gran parte della zona meridionale ed orientale, nella zona posta alcune centinaia di metri più a Nord, si rileva una fortissima variabilità dei valori di acclività, oltre ad una evidente forma di erosione accentuata generata da un canale di scarico antropico. Tutto ciò è messo bene in luce con chiarezza nelle cartografie ricavate dal suddetto software Qgis, in particolare nella carta delle acclività e, in misura ancora più marcata, nella carta delle asperità del terreno, riportate nella pagina seguente. Questa analisi ci rivela come nella zona si rilevi una forte differenziazione nell'andamento del rilievo: mentre nel sito previsto per l'esecuzione dei lavori e nel suo intorno l'andamento del declivio risulta regolare ed uniforme fino al fondovalle, nel resto della zona e in particolare a Nord si rilevano forme molto accidentate, con gradonature, montonature e lobature che rompono la regolarità del pendio in un susseguirsi di ripiani pseudorizzontali e scarpatine di acclività talvolta molto accentuata.



Carta delle acclività del versante interessato (da software Quantum Gis 1.7.4.Wrocllaw)

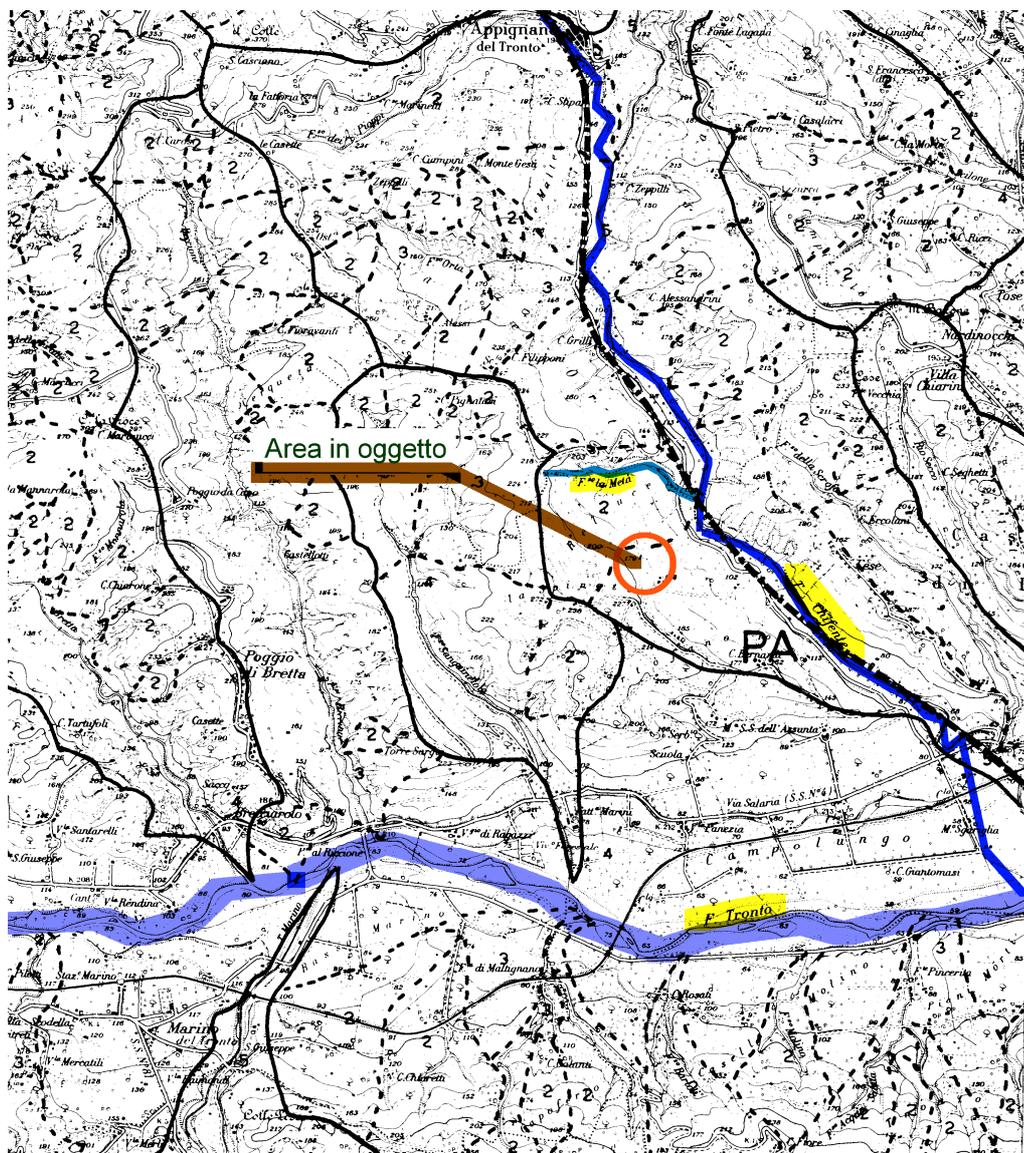


Carta delle asperità della zona in studio (da software Quantum Gis 1.7.4.Wrocllaw)

IDROGRAFIA

La circolazione idrica, in virtù dell'acclività media piuttosto accentuata della zona, avviene per massima parte in superficie; le acque meteoriche, nonché quelle di ruscellamento provenienti da zone più alte in quota, defluiscono con rapidità lungo una rete di fossi, sia naturali che antropici realizzati per l'attività idrica della zona, che drenano il versante interessato.

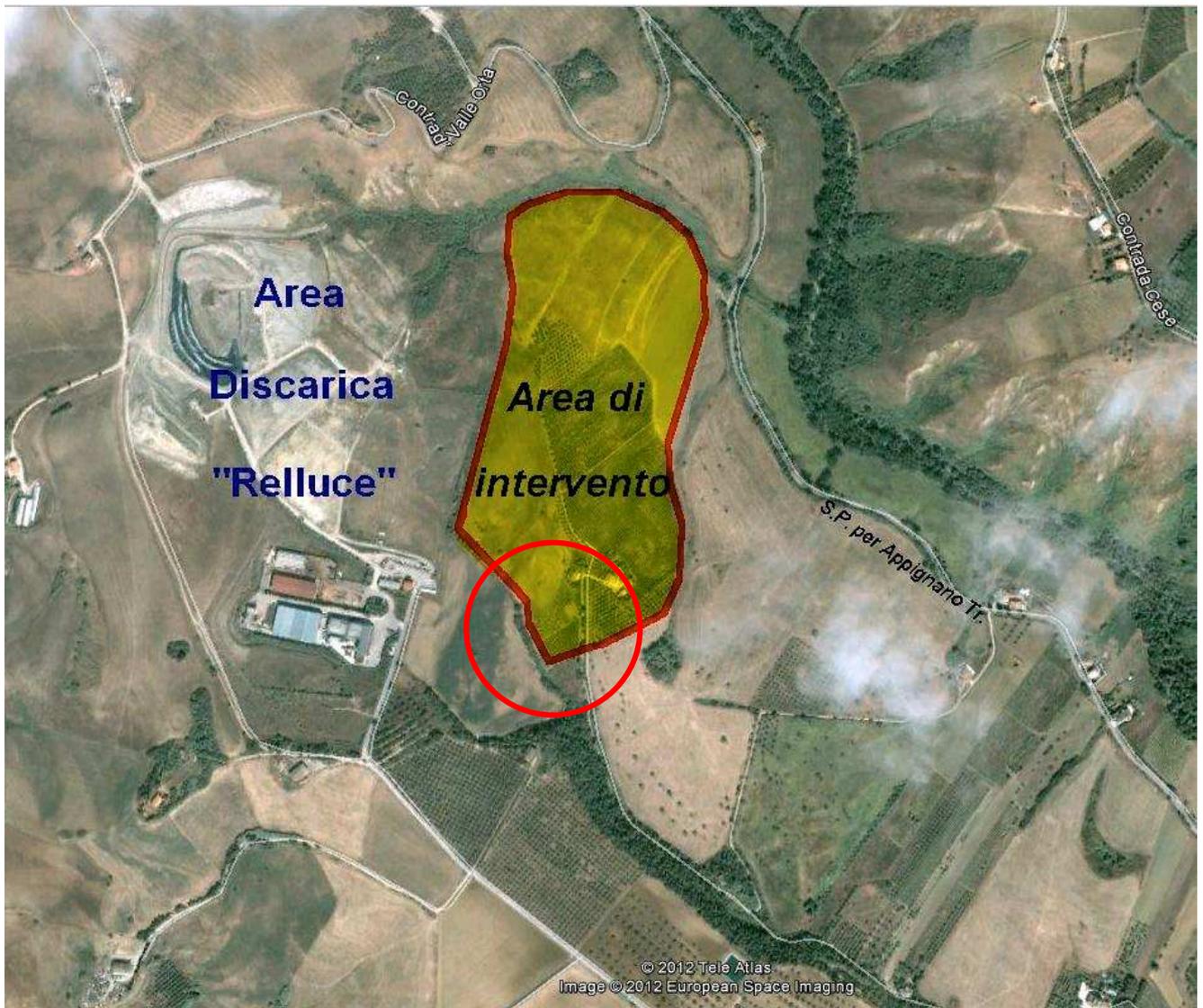
Ai piedi del pendio si trovano i due principali collettori idrografici: a Nord dell'area in esame le acque superficiali sono drenate dal Fosso la Metà, un piccolissimo corso a carattere fortemente stagionale che rimane secco per gran parte dell'anno, salvo poi prorompere in piene improvvise alquanto consistenti in occasione di precipitazioni forti ed insistenti. Questo fosso va a confluire poche centinaia di metri più a Est nel Torrente Chifente, che scorre all'interno dell'omonima valle delimitando a sua volta con il suo corso il lato orientale del versante in studio, collegandosi poi circa 2 chilometri più a Sud al reticolo idrografico del Fiume Tronto quale suo tributario di sinistra.



VIABILITA'

L'area indagata è posta nel versante sinistro della valle del Torrente Chifente, ed è limitata verso Est dal tracciato della Strada Provinciale n.4 "Appignano", dalla quale però attualmente non esiste accesso carrabile diretto pur essendo distante non più di 200 metri. Il sito di interesse è quindi raggiungibile soltanto dalla strada che, dalla Strada Statale n.4 Salaria, sale in direzione della località Il Poggio per poi giungere all'accesso alla discarica Relluce. E' altresì possibile raggiungere gli immediati dintorni della zona per via di una strada vicinale secondaria che si dirama dal primo tratto della S.P. 4 verso la S.S. Salaria e che, dopo circa 3 km, arriva al casolare agrario posto nelle vicinanze, ma questa strada secondaria risulta non asfaltata e in alcuni punti molto stretta e disagiata essendo destinata al solo transito di mezzi agricoli.

Il centro abitato più vicino è quello di Appignano del Tronto, distante oltre 3 km in direzione Nord-Ovest dal sito. Oltre a ciò non vi sono altri centri abitati veri e propri nelle vicinanze; sono presenti nella zona solo rari insediamenti civili sparsi (il Poggio, Contrada Cese, Cartofaro), costituiti da agglomerati di non più di 4-5 fabbricati e comunque posti a distanze di molto superiori al limite di legge, stabilito dalla normativa in materia in minimo 200 m dall'impianto di stoccaggio RSU.

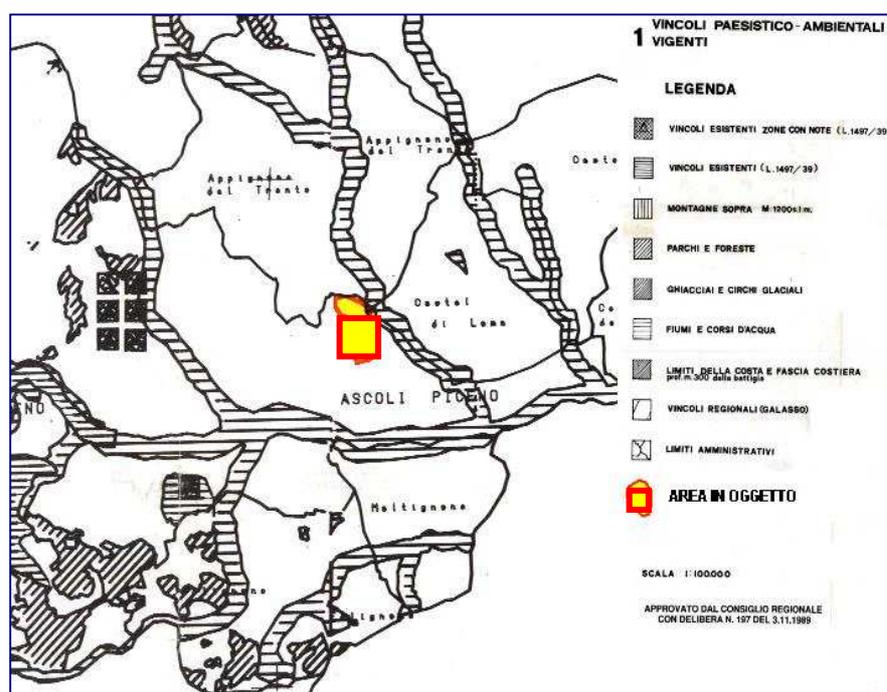


Inquadramento territoriale della zona e viabilità (da Google Maps)

4. REGIME VINCOLISTICO TERRITORIALE

Il sito interessato si colloca in una zona a vocazione agricola compresa nel territorio comunale di Ascoli Piceno, ed è soggetta alle norme tecniche dettate dal locale Piano Regolatore Generale. Dalla consultazione del Piano e della relativa cartografia si evince che non emergono norme, vincoli o divieti che oppongano alcuna particolare controindicazione di ordine idro-geo-morfologico alla realizzazione di un'area di deposito e stoccaggio rifiuti solidi urbani nel sito prescelto.

Inoltre, pur considerando il fatto che il Comune di Ascoli Piceno non risulta aver effettuato allo stato attuale l'adeguamento del proprio PRG al Piano Paesistico e Ambientale Regionale della Regione Marche e pertanto non essendo strettamente sottoposto all'osservanza delle normative quivi contenute, va comunque segnalato il fatto che l'area di Relluce non risulta interessata da vincoli relativi a fasce di rispetto di norme riguardanti la tutela paesaggistica e ambientale da parte del PPAR, come è possibile evincere dalla figura sottostante tratta dalla Cartografia ufficiale Regionale .



*Estratto da: elaborati cartografici PPAR Regione Marche
tav. 1 b (Marche Sud): vincoli paesistico-ambientali vigenti*

Allo scopo si precisa inoltre che tutta l'area in oggetto è posta al di fuori della fascia di Tutela Integrale di rispetto della distanza da fiumi e corsi d'acqua nei confronti del tracciato del Torrente Chifente, il quale scorre nei pressi dell'estremo spigolo nord orientale dell'area prescelta. Tale vincolo di inedificabilità si valuta infatti in base alla zona di applicazione dell'ambito di tutela (zona pedappenninica per il nostro caso) e alla classe del corso d'acqua (classe 2 per il T. Chifente). In base alle norme PPAR si individua un valore di distanza di 20 metri dal corso d'acqua, quindi molto oltre anche il tracciato della Provinciale per Appignano, mentre il confine dell'area è posto a distanze di più di 200 metri dalle sponde del torrente.

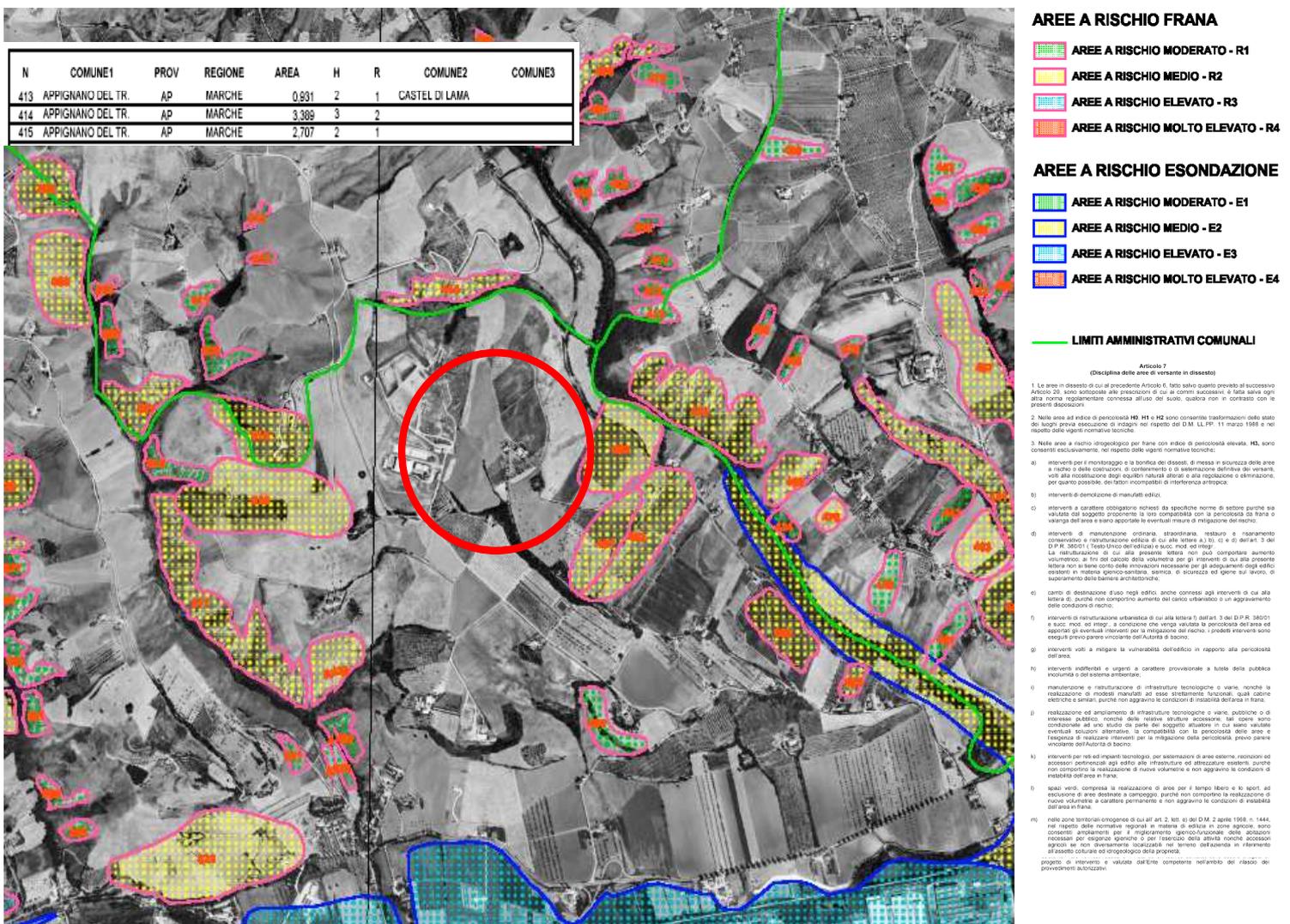
Per il medesimo motivo di cui sopra non si rileva la sussistenza di vincolo idrogeologico per la zona (distanza di oltre 150 metri dal corso d'acqua), e quindi non risulta necessario per un eventuale progetto assumere il parere sui progetti relativi ad interventi edilizi nelle zone sottoposte a vincolo idrogeologico da parte del Settore Genio Civile e Protezione Civile della Provincia di Ascoli Piceno.

VINCOLI PAI

La zona studiata risulta sottoposta ai vincoli idrogeologici imposti dall'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Tronto, e segnatamente dalle direttive indicate nel Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Tronto (PAI) e Misure di Salvaguardia (avviso G.U. - serie generale - n°148 del 28/06/07), a ddotato con deliberazione amministrativa del Consiglio Regionale delle Marche n.81 del 29.01.2008 (BUR del 14.02.2008).

Dalla consultazione delle Norme Tecniche di Attuazione e degli ultimi elaborati cartografici approvati e vigenti, si evince che l'area, sebbene prossima a zone perimetrate come a pericolosità media dallo stesso PAI, non ricade in alcuna una zona indicata come a rischio gravitativo. Inoltre, data la sua posizione orografica, in essa non si individua alcun tipo di rischio idrogeologico da esondazione da parte della stessa Autorità di Bacino.

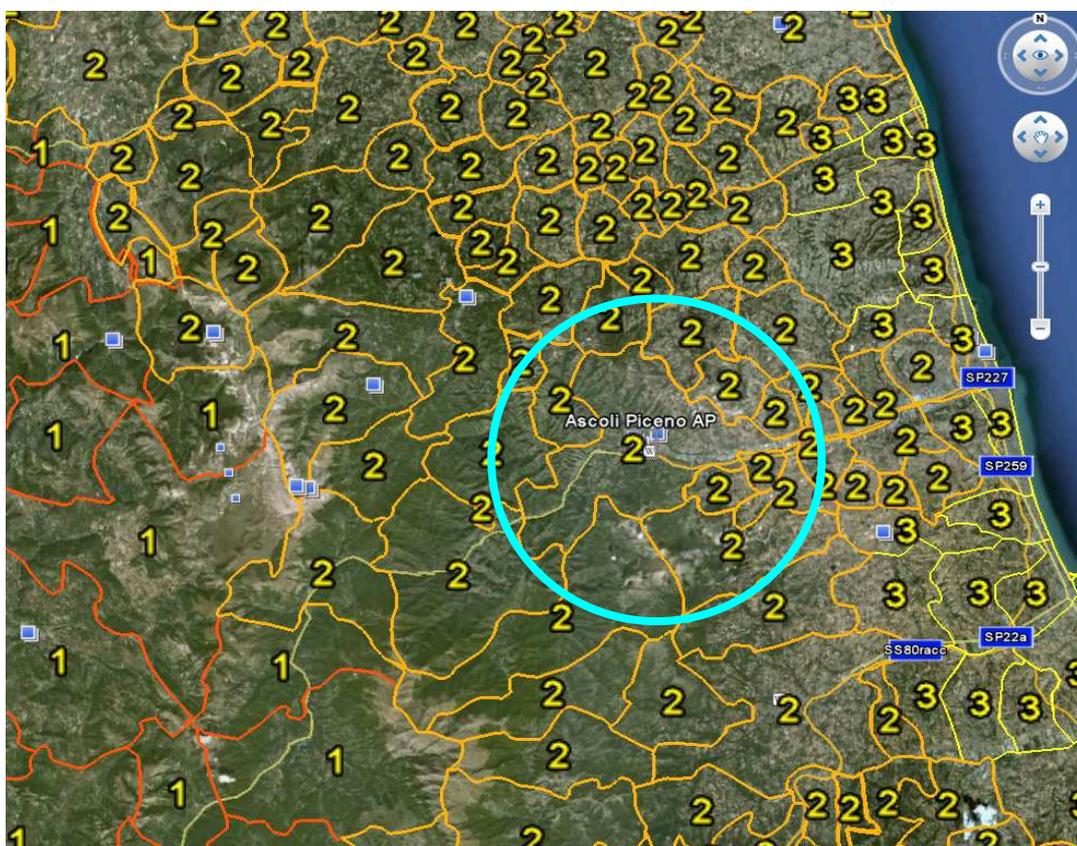
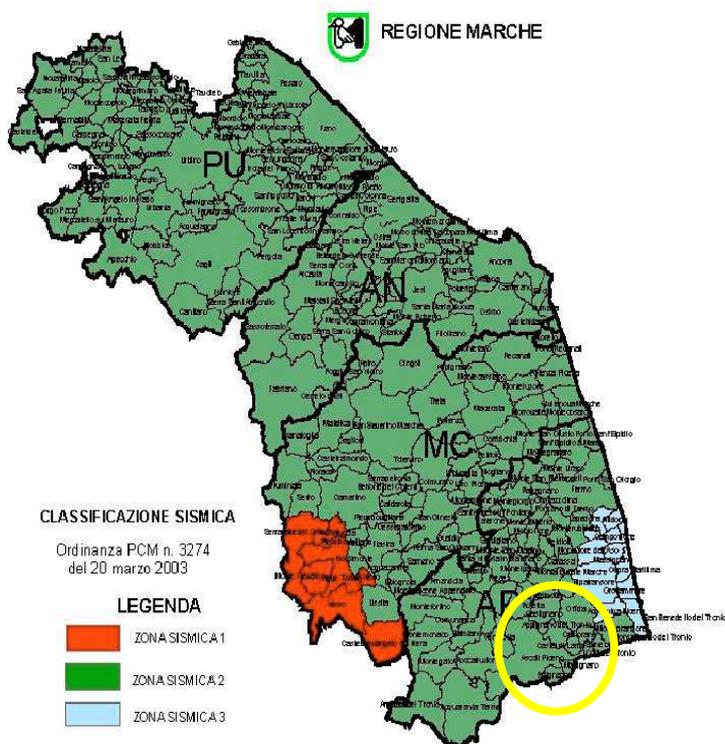
La situazione risulta chiaramente illustrata e meglio descritta dalla illustrazione riportata di seguito, tratta dall'elaborato originale del Piano Stralcio adottato "Tavola 10 – 15", sez. 327090.



Estratto dal Piano d'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Tronto, "Carta del dissesto e delle aree esondabili", Comune di Ascoli Piceno (Ap). Località Relluce. Nel cerchio rosso (○) si individua la zona in oggetto.

5. CARATTERI SISMICI DEL SITO

Il presente studio è riferito ad un'area ricompresa nel territorio comunale di Ascoli Piceno (Ap), il quale risulta classificato sismicamente come appartenente alla III° categoria con grado di sismicità $S = 2$ ai sensi del D.M. 19.03.1982. L'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 ha poi riclassificato l'intero territorio nazionale, confermando comunque il livello di pericolosità preesistente in quanto il Comune di Ascoli Piceno ricade in zona sismica 2 (sismicità media).



Si riporta di seguito la tabella ove ciascuna zona sismica è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g/g]
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

NOTA: Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della 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 di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

ANALISI SISMICA DEL TERRENO DI FONDAZIONE

I terreni del sito in esame sono costituiti, congruentemente con la situazione meglio descritta più avanti nella presente relazione, da livelli compatti, talora alterati, di argille stratificate e consolidate, ricoperti da un mantello di coperture detritiche di origine mista e da livelli argilloso limosi di origine colluviale ed eluviale.

Per la definizione di dettaglio delle caratteristiche sismologiche del sito si è scelto di procedere eseguendo una campagna di misurazioni opportunamente ubicate su diversi punti dell'area utilizzando la tecnica della sismica a rifrazione multicanale MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) con il metodo di analisi spettrale delle onde di superficie (onde di Rayleigh), eseguita a cura della ditta "Geo FP" di G. Papaveri.

Le indagini, i cui risultati sono riportati nella allegata relazione geofisica, hanno consentito di ottenere il valore caratteristico di velocità delle onde di tipo S per spessore superiore a 30 m (coperture e basamento) valevole per la caratterizzazione dei terreni di fondazione interessati. In base ai risultati ottenuti la categoria di suolo i terreni interessati secondo la vigente normativa (D.M. Infrastrutt. del 14/01/2008, pubbl. G.U. Suppl. ord. n.29 del 04/02/2008) ricadono nella categoria di sottosuolo "B".

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>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.</i>
B	<i>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).</i>
C	<i>Depositati 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).</i>
D	<i>Depositati 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).</i>
E	<i>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).</i>



STIMA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Per la determinazione dell'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido (ag), e dei corrispondenti valori dei parametri sismici caratteristici si è ricorsi all'utilizzo del servizio online denominato GeoStru PS Parametri sismici.

Sono stati inseriti i seguenti dati:

- Le coordinate WGS84 del sito (Lat. 42,8711 – Long. 13,6721)
- La Classe d'Uso (I)
- La Vita Nominale delle opere strutturali (50 anni)
- La categoria di sottosuolo (= B nel nostro caso)
- La categoria topografica Tn (T3 nel nostro caso)

GeoStru PS Parametri sismici

Cerca Posizione

Via n°

Comune Cap

Provincia

Coordinate WGS84

Latitudine °

Longitudine °

Determinazione dei parametri sismici

(1)* Coordinate WGS84
Lat. ° Long. °

(1)* Coordinate ED50
Lat. ° Long. °

Classe dell'edificio
I. Presenza occasionale di persone, edifici agricoli...

Vita nominale
(Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)

Interpolazione

42.8711, 13.6721

Visualizza vertici della maglia di appartenenza

Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc' [s]
Operatività (SLO)	30	0,056	2,465	0,277
Danno (SLD)	35	0,060	2,456	0,282
Salvaguardia vita (SLV)	332	0,155	2,440	0,340
Prevenzione collasso (SLC)	682	0,201	2,474	0,348
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	35			

Calcolo dei coefficienti sismici

Muri di sostegno Paratie

Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss *	1,20	1,20	1,20	1,20
Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
Cc *	1,42	1,42	1,37	1,36
Coeff. funz categoria	1,42	1,42	1,37	1,36
St *	1,20	1,20	1,20	1,20
Amplificazione topografica	1,20	1,20	1,20	1,20

Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,016	0,017	0,053	0,081
kv	0,008	0,009	0,027	0,041
Amax [m/s²]	0,792	0,850	2,184	2,843
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

(1)* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.

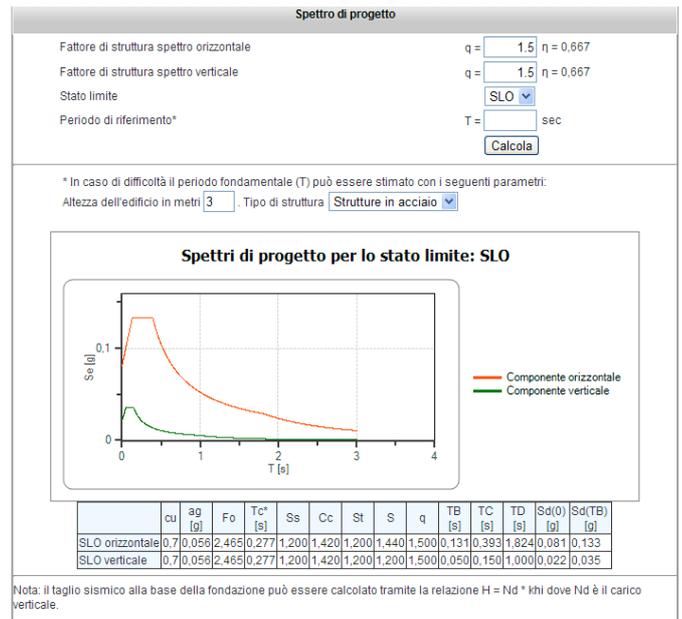
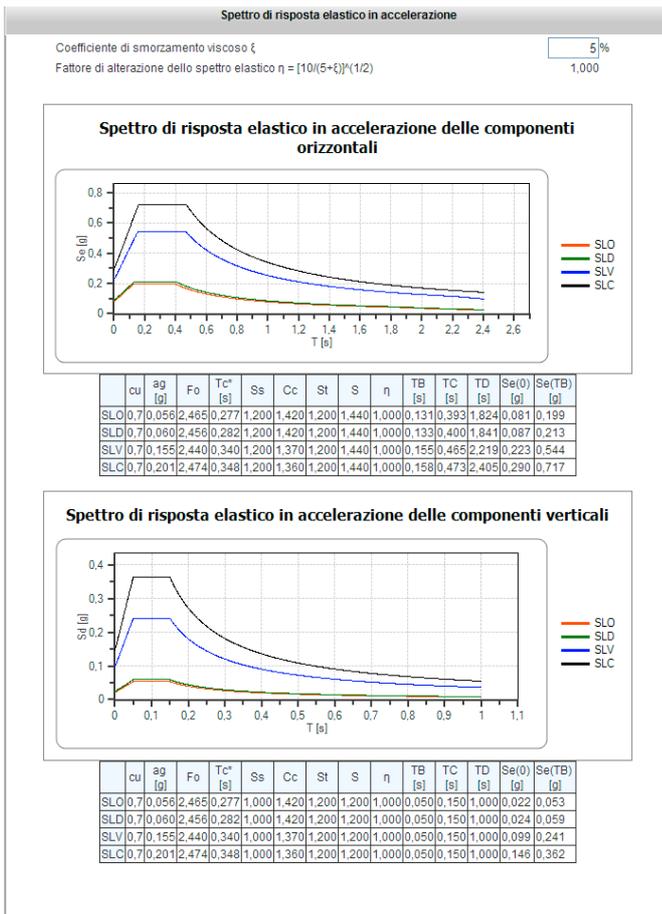
(2)* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

Si sono ottenuti così i seguenti

PARAMETRI SISMICI:

<u>PARAMETRI SISMICI</u>	
TIPO DI ELABORAZIONE: FONDAZIONI - STABILITÀ DEI PENDII	
<u>SITO IN ESAME.</u>	
LATITUDINE:	42,8711
LONGITUDINE:	13,6721
CLASSE:	I
VITA NOMINALE:	50
<u>PARAMETRI SISMICI</u>	
CATEGORIA SOTTOSUOLO:	B
CATEGORIA TOPOGRAFICA:	T3
PERIODO DI RIFERIMENTO:	35 ANNI
COEFFICIENTE CU:	0,7
<u>SITI DI RIFERIMENTO</u>	
<u>SITO 1</u>	ID: 24089 LAT: 42,8849 LON: 13,6266 Distanza: 4039,800
<u>SITO 2</u>	ID: 24090 LAT: 42,8848 LON: 13,6948 Distanza: 2271,071
<u>SITO 3</u>	ID: 24312 LAT: 42,8348 LON: 13,6946 Distanza: 4509,200
<u>SITO 4</u>	ID: 24311 LAT: 42,8349 LON: 13,6265 Distanza: 5613,370
<u>OPERATIVITÀ (SLO):</u>	
PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO:	81 %
TR:	30 [ANNI]
AG:	0,056 G
F0:	2,465
Tc*:	0,277 [s]
<u>DANNO (SLD):</u>	
PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO:	63 %
TR:	35 [ANNI]
AG:	0,060 G
F0:	2,456
Tc*:	0,282 [s]
<u>SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV):</u>	
PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO:	10 %
TR:	332 [ANNI]
AG:	0,155 G
F0:	2,440
Tc*:	0,340 [s]
<u>PREVENZIONE DAL COLLASSO (SLC):</u>	
PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO:	5 %
TR:	682 [ANNI]
AG:	0,201 G
F0:	2,474
Tc*:	0,348 [s]
<u>COEFFICIENTI SISMICI</u>	
SLO:	SS: 1,200 CC: 1,420 ST: 1,200 KH: 0,016 KV: 0,008 AMAX: 0,792 BETA: 0,200
SLD:	SS: 1,200 CC: 1,420 ST: 1,200 KH: 0,017 KV: 0,009 AMAX: 0,850 BETA: 0,200
SLV:	SS: 1,200 CC: 1,370 ST: 1,200 KH: 0,053 KV: 0,027 AMAX: 2,184 BETA: 0,240
SLC:	SS: 1,200 CC: 1,360 ST: 1,200 KH: 0,081 KV: 0,041 AMAX: 2,843 BETA: 0,280

SPETTRI DI RISPOSTA



6. GEOLOGIA DELL'AREA

CARATTERI LITOLOGICI

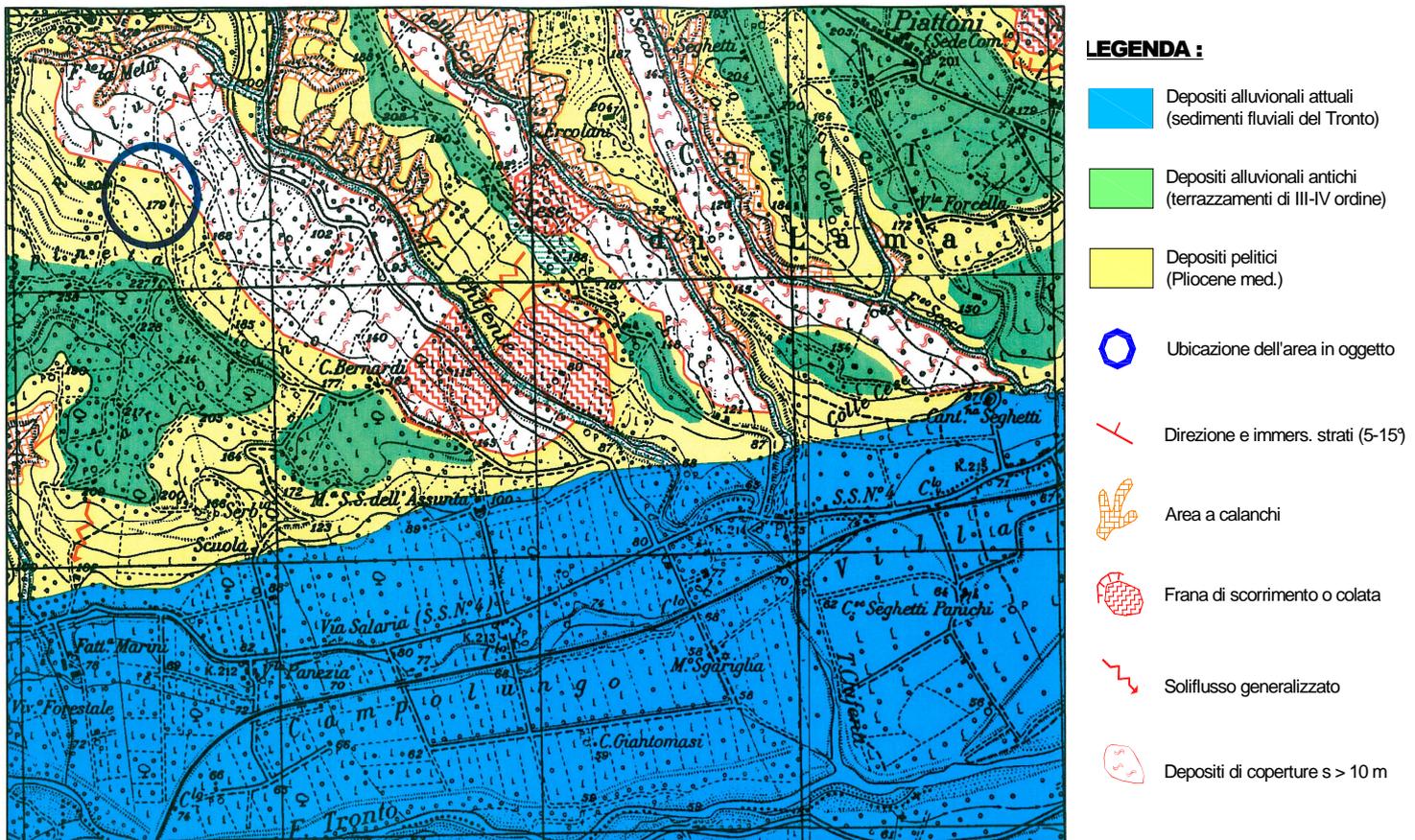
In base ai dati provenienti dalla documentazione esistente, poi ampiamente confermati dalle indagini eseguite, il substrato litico di base (bed rock) sul quale si imposta tutta la zona considerata e le sue adiacenze è costituito dalla formazione geologica dei "Depositi Pelitici" stratificati.

Si tratta di una unità di substrato essenzialmente argillosa, ben stratificata, compatta e consolidata, entro cui sono intercalati livelli e lamine dello spessore che va da pochi centimetri fino ad alcuni decimetri di natura sabbiosa e sabbioso-limoso, la cui deposizione è riferibile alla sedimentazione marina di avanfossa periadriatica avvenuta in età riferibili a periodi a cavallo tra il Pliocene medio ed il Pleistocene inferiore.

L'area in oggetto è uniformemente ricoperta da una coltre di coperture eluvio colluviali di natura limoso-argillosa di spessore variabile: essa è limitata (non più di 3-4 metri) nelle zone sommitali, mentre nel medio versante aumenta sensibilmente fino a giungere a spessori rilevanti, valutabili fino a 15 m ed anche oltre in alcuni punti.

La coltre detritica torna poi a ridivenire meno consistente man mano che ci si sposta verso il fondovalle, fino a tornare a valori di spessori simili a quelli di partenza (3 metri circa) nel settore più inferiore del versante interessato, e cioè in corrispondenza della fascia nord orientale adiacente il fosso La Metà ed il torrente Chifente, i quali corrono ai piedi del versante delimitando la zona.

In corrispondenza delle incisioni dei fossi e corsi d'acqua presenti nella zona si rilevano infine delle zone di erosione concentrata da ruscellamento che causa un approfondimento degli alvei.



Carta geologica e litologica dell'area (su base IGM, scala 1:25.000)

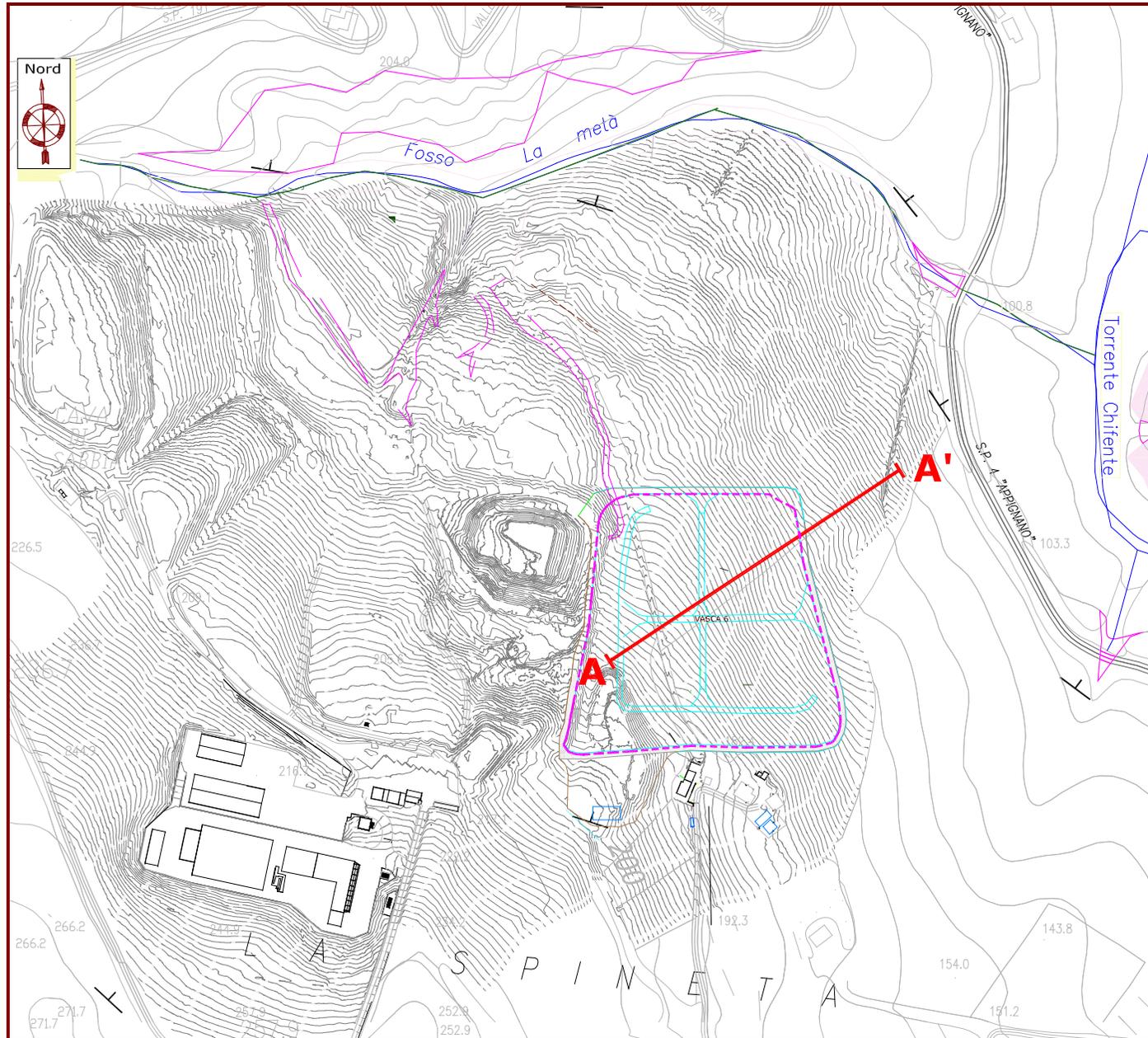
TETTONICA DELLA ZONA

I depositi pelitici di base mostrano un regolare assetto monoclinico, con vergenza orientale, originato dalle spinte sinsedimentarie e post-deposizionali aventi direzione Ovest - Est che hanno determinato l'attuale assetto strutturale dell'area. A tale attività tettonica corrispondono i tipici rilievi collinari ed alto-collinari presenti in tutta la zona delle Marche centro-meridionali, con il loro andamento a sviluppo longitudinale parallelo, e nel cui ambito caratteristico si inquadrano fedelmente anche i rilievi collinari presenti nella zona in questione.

La stratificazione del basamento litico plio-pleistocenico, rilevata in coincidenza di alcuni affioramenti e tagli stradali presenti nei dintorni, presenta anch'essa un andamento strutturale in accordo con il trend regionale della fascia periadriatica marchigiana, e cioè con i piani di strato ad immersione essenzialmente nordorientale e con inclinazioni molto blande (5 – 15°).

Nella zona non si rileva la presenza di alcuna struttura o discontinuità tettonica, sebbene vada detto che nei dintorni del settore considerato, e nello specifico più a Nord di esso, si rilevi la presenza di faglie e dislocazioni secondarie di estensione anche notevole. Queste forme sono ubicate infatti a distanze troppo elevate perché la loro presenza possa arrivare ad interagire anche minimamente con l'assetto strutturale dell'area oggetto del presente studio, la quale è pertanto da considerarsi come tettonicamente inattiva.

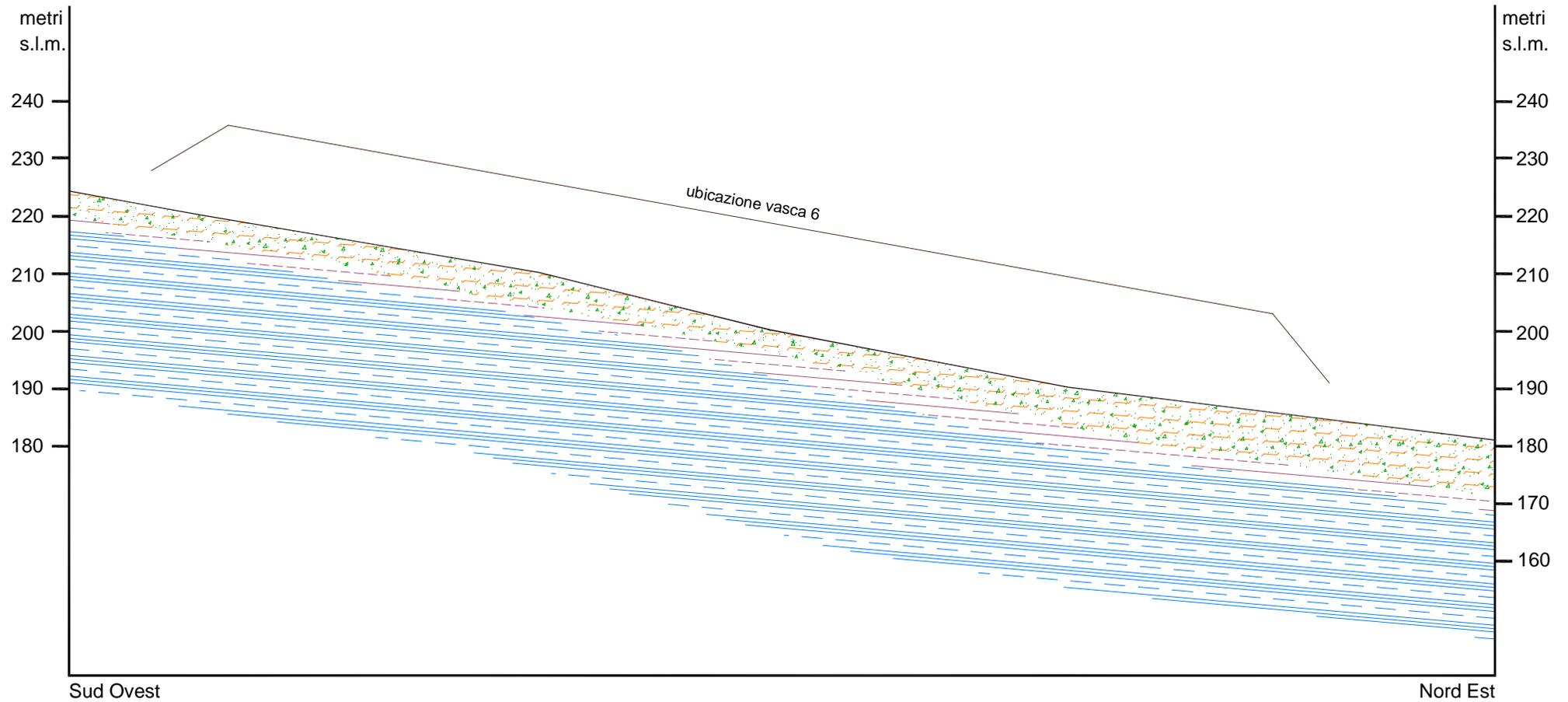
Per di più nel sito interessato vi è la presenza di considerevoli spessori di depositi di copertura, i quali non sono e non possono essere in alcun modo interessati dalla presenza di emergenze di manifestazioni tettoniche o elementi strutturali di qualsiasi sorta.



Ubicazione traccia di sezione litostratigrafica (A-A'), lungo il profilo di massima pendenza del versante, direzione SW - NE

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA INTERPRETATIVA

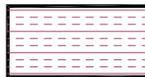
(scala 1 : 1.000)



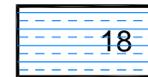
LEGENDA:



Depositi di copertura
limoso-sabbiosi (attuali)



Basamento alterato
pseudostratificato



Substrato pelitico
(Pleistocene med - inf)

7. SITUAZIONE IDROGEOLOGICA

Come già affermato in precedenza la circolazione idrologica della zona avviene in massima parte per via superficiale, soprattutto a causa della sensibile acclività dei pendii interessati.

Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea va detto che i terreni presenti nel sito, sulla base delle loro caratteristiche granulometriche, litologiche e tessiture, mostrano valori diversi di permeabilità primaria per porosità, anche se mai troppo elevati data la costituzione geo-litologica dei terreni affioranti. Sia le peliti plioceniche stratificate che le alternanze di sabbie e argille azzurre in facies marina che si trovano oltre i primi metri di profondità possono essere considerate come praticamente impermeabili (permeabilità $K=10^{-8} \div 10^{-9}$ cm/sec) e di conseguenza non può essere presente, al loro interno, alcun tipo di falda idrica.

Anche i terreni costituenti la coltre di copertura, risultando in massima parte di natura argillosa o limoso argillosa, mostrano valori di permeabilità per porosità molto bassi (misurati in laboratorio in $K=10^{-6} \div 10^{-7}$ cm/sec), limitando in tal modo la possibilità di rilevanti circolazioni idriche nel sottosuolo.

Durante l'esecuzione dei sondaggi in sito è stata tuttavia riscontrata, anche se solo saltuariamente, la presenza di manifestazioni idriche, sia pur non rilevanti, situate a profondità variabili tra 2,5 e 7,0 metri: tale presenza di acqua nel sottosuolo risulta sempre limitata a portate molto modeste, e pertanto non rappresenta in alcun caso evidenza della presenza di una vera e propria falda freatica organizzata e persistente.

Essa rappresenta quanto più la presenza piccoli acquiferi sospesi ed a carattere temporaneo ubicati all'interno di livelli sabbioso limosi, caratterizzati da discreti valori di conducibilità idraulica ($K = 10^{-4} \div 10^{-5}$ cm/sec) e confinati a loro volta da depositi limoso argillosi più francamente argillosi che fungono da acquicludi. Di fatto si tratta solamente di manifestazioni di deflusso preferenziale ubicate all'interno di piccoli livelli detritici grossolani, legato essenzialmente alla presenza di eccezionali apporti meteorici e senza alcun influsso di ulteriori acque di circolazione sotterranea proveniente da aree più alte in quota o circostanti. Va peraltro considerato che la presenza di tali infiltrazioni è da mettere in relazione al periodo eccezionale di intense e prolungate precipitazioni, anche nevose, verificatesi in coincidenza dell'esecuzione delle prospezioni (svolte nel periodo tra gennaio e febbraio 2012).

Al di là delle modeste infiltrazioni sopra descritte, non si rilevano nel sito esaminato falde acquifere organizzate e stabili, e non si notano in superficie né sorgenti, né emergenze idriche sia pur sporadiche o temporanee. L'instaurazione di una circolazione sotterranea stabile e/o permanente in profondità è da escludere per ulteriori motivi: il primo è che l'area non risente di apporti idrici provenienti da altre zone vista la sua posizione piuttosto sommitale, ed il secondo è che l'acclività media del versante causa il rapido deflusso delle acque superficiali e di infiltrazione verso l'asse della valle del Chifente, non rendendo possibili rilevanti accumuli o circolazioni di acque in profondità per lunghi periodi.

8. GEOMORFOLOGIA DELL'AREA

L'area in oggetto è geomorfologicamente inquadrabile all'interno della fascia medio alta di un versante che prograda sul fianco destro di una valle alluvionale secondaria generata dall'attività erosiva di due piccoli corsi d'acqua stagionali, il Fosso La Metà ed il Torrente Chifenti, i quali proprio nelle vicinanze e poco più a Nord hanno la loro confluenza. L'andamento geomorfologico generale della zona è sostanzialmente quello tipico che si rileva in grandissima parte della fascia pedeappenninica del medio versante adriatico: si tratta di bassi rilievi collinari caratterizzati da forme generalmente dolci o poco acclivi, costituiti da terreni sabbioso-limosi.

La realizzazione della nuova vasca 6 è prevista in particolare su di un'area sita nella fascia sommitale di un versante tra le quote altimetriche di 150 e 200 metri, posta sul lato orientale della esistente discarica "Relluce", in corrispondenza di un tratto di pendio che presenta un andamento ad acclività regolare, compresa tra i valori di 12 e 30°. Come meglio spiegato nel precedente paragrafo riguardante l'orografia locale, i pendii non presentano un andamento uniforme su tutta l'estensione del versante interessato: essi infatti mostrano un andamento più accidentato nel settore settentrionale, mentre si registra un andamento molto più regolare nella zona Sud, che è quella interessata dalla realizzazione degli interventi in progetto. Dai risultati delle indagini eseguite si evince che i terreni sono costituiti da coperture, che nella zona interessata alla realizzazione della nuova vasca 6 presentano uno spessore abbastanza uniforme, variabile tra 5,5 e 11 metri dal piano campagna attuale. Al di sotto di tali coperture, si rileva la presenza del basamento litico caratteristico della zona, uniformemente costituito dall'unità dei "Depositi Pelitici" del Pleistocene, costituito da argille e argille sabbiose in alternanza, stratificate e compatte. Le qualità meccaniche delle coltri di copertura, sebbene non eccellenti, non risultano del tutto mediocri, soprattutto in virtù del fatto che essi mostrano discreti valori dell'angolo di attrito interno, essenzialmente legati al fuso granulometrico medio dei terreni che compongono questi terreni.

Le peliti di base stratificate presentano infine caratteristiche geotecniche molto buone, con un elevato grado di consolidamento, e sono di fatto impermeabili.

FORME GRAVITATIVE

Nell'area destinata ad ospitare il nuovo sito di stoccaggio si rileva un andamento uniforme e indisturbato del versante, che declina verso Est con regolarità e senza alcuna presenza di segnali di instabilità o disequilibrio.

In questa sede si cita il fatto che, sebbene non interessino in modo diretto l'area di intervento s.s., nella zona posta più a Nord sono presenti tratti che mostrano valori di acclività variabili, con presenza di aree sommitali pseudopianeggianti, ondulature e pendii declinanti, fino ad arrivare in qualche punto ad brusche rotture di inclinazione e raccordi di pendenza piuttosto ripidi o scoscesi. Tale andamento della superficie topografica, sebbene non riveli chiaramente l'esistenza di processi di versante in atto o potenziali, costituisce comunque un elemento di possibile evidenza di forme gravitative ormai quiescenti, e ampiamente rielaborate nel tempo da erosione e risedimentazione in posto. Queste morfologie, rappresentate da lievi contropendenze topografiche riportate nella carta geomorfologica (cui si rimanda) rappresentano per lo più l'evidenza dell'azione di processi di versante in cui l'azione di modellazione del

territorio ha evidenziato una differente risposta all'erosione in rapporto alla natura, alla stratificazione ed al contenuto idrico dei terreni.

Sempre nella zona settentrionale del versante si ravvisano inoltre in qualche zona anche forme collegate a fenomeni di soliflusso o soil creep, e cioè di deformazioni gravitative che interessano più che altro solamente la parte corticale del versante; tali fenomeni, oltre che di natura superficiale, risultano essere anche di lenta percettibilità e, di conseguenza, di limitata pericolosità.

Si ribadisce ancora il fatto che tutte le forme gravitative sinora descritte non sono presenti nell'area s.s. in cui è inserita l'opera di scavo per la realizzazione della nuova vasca. Inoltre non si prevede alcuna interazione con essa in quanto, anche in caso di una seppur improbabile loro riattivazione, non arriverebbero in ogni caso ad interessare la zona oggetto di intervento data la loro distanza da essa, la loro disposizione geometrica e la loro entità areale.

FORME DOVUTE AL DILAVAMENTO

In alcuni punti, localizzati generalmente nella zona settentrionale verso il Fosso La Metà, l'azione erosiva ha determinato delle incisioni pronunciate ed in più punti di larghezza alquanto consistente, nei quali si sono in qualche caso depositati accumuli di materiale proveniente dal dilavamento delle parti sommitali.

E' da citare la presenza, in una zona posta ad oltre 1 km ancora più a Nord dell'area sul versante posto oltre il Fosso la Metà ma ben visibili dal sito di Relluce, dei fenomeni calanchivi tuttora in atto. Questi fenomeni sono generati dall'erosione progressiva dei terreni presenti ad opera dell'azione di ruscellamento delle acque superficiali e meteoriche e favoriti dalla particolare disposizione della stratificazione e del versante, ma anche essi risultano in ogni caso troppo distanti per arrivare ad interagire in qualsiasi maniera con l'area oggetto del presente studio.

FORME ANTROPICHE

Il paesaggio della zona studiata è quello tipico delle zone rurali marchigiane, con la presenza di diffuse colture erbacee, poche alberature isolate, rari gruppi arbustivi, ed estesi campi agrari con coltivazioni di cereali e seminativi, uliveti piantati in filari e vecchi vigneti, ora abbandonati.

In alcuni punti della fascia medio-bassa del versante considerato sono presenti fossi e canalizzazioni antropiche di drenaggio delle acque superficiali, realizzati per l'attività agricola della zona in tempi remoti e costituenti elementi caratterizzanti il paesaggio.

Sull'area interessata dai lavori non si notano particolari forme antropiche che possano aver modificato in modo sostanziale l'andamento naturale della superficie topografica. Oltre alle coltivazioni agricole sopra citate, si rileva la presenza di una strada per mezzi agricoli che attraversa in senso trasversale tutta l'area e di qualche casolare rurale posto immediatamente a Sud del sito di intervento.

Il settore immediatamente ad Est risulta invece interamente occupato dalla discarica comprensoriale di Relluce, tuttora in attività, e quindi in questa zona la topografia è continuamente modificata dall'attività di scavi, movimenti terra, ritombamenti ed ogni altra lavorazione necessaria al funzionamento dell'impianto di stoccaggio RSU.

9. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Il lavoro di acquisizione, raccolta ed elaborazione dei dati riguardanti le caratteristiche del sottosuolo del sito indagato è stato svolto partendo da sopralluoghi eseguiti direttamente sull'area in oggetto e su un suo intorno significativo, durante i quali sono state compiute valutazioni ed analisi speditive in situ. E' stata altresì compiuta una ricerca bibliografica e cartografica per reperire il massimo numero di informazioni geologiche disponibili in letteratura riguardo la zona in oggetto.

La campagna di indagini volta a definire al meglio e con precisione le caratteristiche litostratigrafiche, meccaniche e di stabilità dei terreni presenti si è articolata in diverse indagini geognostiche, siano esse in situ che di laboratorio. Queste indagini, i cui risultati sono stati riportati integralmente al termine del presente elaborato, si sono composte nel dettaglio in:

- Esecuzione di n.24 sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo, spinti fino alla una quota in cui si è intercettato il basamento litico indisturbato delle Argille plioceniche.
- Prelievo di n.17 campioni indisturbati dai fori di sondaggio, in corrispondenza delle coperture detritiche superficiali e all'interno del basamento argilloso stratificato.
- Analisi di laboratorio dei campioni prelevati, comprendenti indagini quali: granulometria, prove di taglio diretto, prova edometrica, permeabilità K.
- Installazione di n.4 piezometri a tubo aperto con guide e chiusino su fori di sondaggio, per eseguire successivi prelievi, indagini e letture di dati.
- Esecuzione di indagini geofisiche di tipo MASW per la determinazione della Vs30 e della categoria sismica del suolo di fondazione.

La pianificazione delle indagini, ed in particolare l'individuazione e la selezione dei punti di sondaggio, è stata fatta a cura del sottoscritto Dott. Geol. Bruni Andrea, in accordo con i tecnici di Ascoli Servizi Comunali Scarl, al fine di ottenere al meglio una fedele ricostruzione dell'andamento stratigrafico del sottosuolo per i fini di utilizzo del sito preso in esame.

SVOLGIMENTO DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI

Per l'esecuzione dei sondaggi in oggetto ci si è avvalsi dell'opera di una perforatrice idraulica, adeguata alle caratteristiche dei terreni da attraversare ed agli scopi del sondaggio. Le caratteristiche dell'attrezzatura, approvate dal tecnico responsabile della Direzione Lavori in cantiere, sono riassunte nel seguente schema:

Tipologia Macchina Operatrice	sonda a rotazione (testa idraulica)	
Casa Costruttrice, Modello	Puntel - Puma PX700,	
Ditta Proprietaria	Microsonda.geo S.n.c.	
velocità di rotazione	0 ÷ 800	rpm
coppia massima	800	kgm
corsa continua	320	cm
spinta	> 5000	Kg
tiro	> 4000	Kg
pressione pompa	> 100	Bar
organo a fune	Presente, tiro Kg 1200	

La perforazione è avvenuta mediante carotaggio continuo a rotazione con l'utilizzo di carotiere semplice di lunghezza utile $l = 300$ cm e diametro nominale di perforazione $\varnothing_{est} = 101$ mm, dotato di valvola di testa a

sfera e calice, corone di perforazione in widia e diamante del tipo adatto ai terreni incontrati. Sono state utilizzate aste di perforazione in acciaio del diametro d=76 mm e della lunghezza l=150 cm cadauna, dotate di filettatura tronco conica tipo "API Regular" di derivazione petrolifera. I sondaggi sono stati eseguiti a secco, in quanto non si è reso necessario l'utilizzo di acqua, schiumogeni od alcun altro tipo di fluido raffreddante o lubrificante durante la perforazione. I campioni di terreno (carote), sono stati di volta in volta estratti con l'ausilio di acqua in pressione mediante pompa scarotatrice, e poi trasferiti nelle cassette catalogatrici porta campioni. Al termine di ciascun sondaggio le cassette catalogatrici sono state contrassegnate con apposite sigle ed indicazioni, fotografate e poi chiuse con gli appositi coperchi ed impilate. Esse sono conservate al coperto sui luoghi di indagine per poter essere in qualsiasi momento riesaminate e consultate.

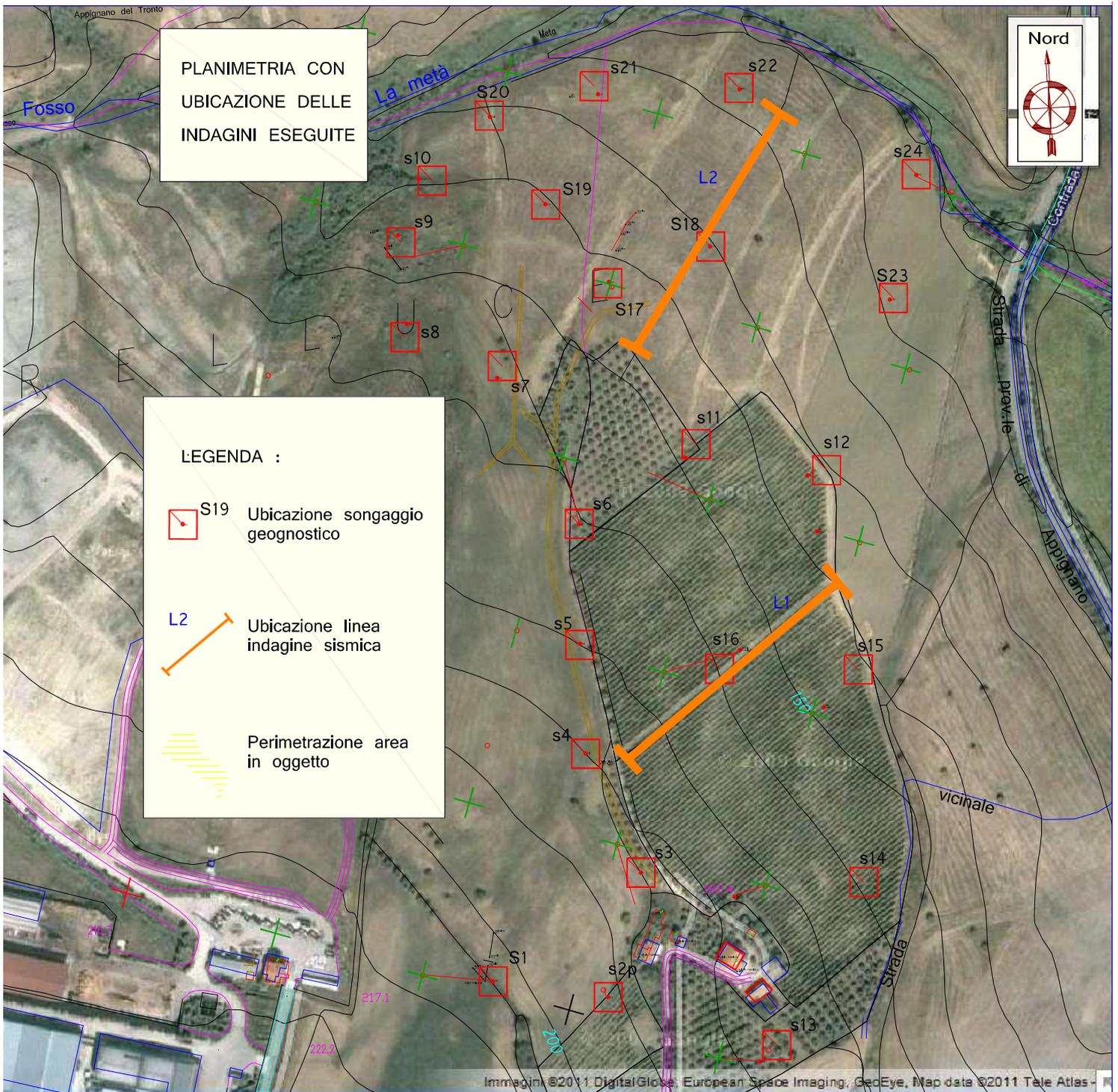
Il sottoscritto tecnico geol. Andrea Bruni, in qualità di responsabile delle attività di cantiere ha infine provveduto alla compilazione delle schede stratigrafiche relative a ciascun sondaggio, completandole con i necessari elementi, tra cui: cantiere; numero e ubicazione sondaggio (coord. WGS84); data di inizio e fine operazioni; metodo di perforazione; attrezzatura o utensili impiegati; diametro di perforazione; tipo di terreno; litologia; colore prevalente; quota prelievo e numero dei campioni; quota piezometro installato; note caratteristiche.

In allegato alla presente Relazione sono riportate integralmente tutte le stratigrafie concernenti i sondaggi effettuati e le relative fotografie delle cassette catalogatrici.

Nella seguente Tabella 3 si riporta un quadro riassuntivo dei sondaggi geognostici realizzati in sito, nel quale sono sintetizzate l'indicazione delle profondità investigate e le principali informazioni ottenute.

N	Ident. Sond.	Prof. Tot	Terr Sup	Prof. Inizio argilla	Prof. Basam. pelitico	Note
1	S1	14	1,20	11,00	13,50	
2	S2	12	0,2	8,00	11,50	PIEZOMETRO 9 m
3	S3	10	2,90	12,50	14,50	sabbie 1-m
4	S4	8	1,90	5,90	7,50	sabbie 1,9-2,8m
5	S5	10	1,60	7,90	9,80	PIEZOMETRO 9 m
6	S6	15	0,40	12,50	14,00	
7	S7	18	0,10	17,50	17,80	argilla 3-5 m
8	S8	12	0,8	9,70	11,50	limi compatti
9	S9	20	0,8	17,70	18,80	limi compatti - PIEZ. 12m
10	S10	13	1,40	11,70	12,40	argilla 8,30-8,70
11	S11	17	1,5	14,70	16,80	limi compatti
12	S12	12	0,8	9,50	11,30	fratture nei limi
13	S13	17	1,5	13,50	15,20	terreno agrario fino a 6 metri
14	S14	9	0,9	7,20	8,70	sabbie 3,5 - 4,4 m
15	S15	10	0,7	8,10	9,20	terreno agrario fino a 4 metri
16	S16	8	2,6	5,80	7,40	
17	S17	13	1,7	11,70	13,00	PIEZ. 11m
18	S18	10	2,5	3,50	4,70	
19	S19	5	0,5	0,80	4,80	
20	S20	8	2,6	6,00	7,80	
21	S21	13	2,7	8,70	11,50	
22	S22	12	2,9	4,90	9,50	
23	S23	7	2,4	4,40	5,80	terreno agrario fino a 3,5 metri
24	S24	8	2,6	5,70	7,80	

PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO



REALIZZAZIONE DI PIEZOMETRI A TUBO APERTO

La scelta dei fori di sondaggio da attrezzare a piezometro, inizialmente pensata con lo scopo di ottenere dati idrogeologici il più possibile significativi in ciascun settore indagato, è stata condizionata in corso d'opera dal fatto di aver riscontrato una presenza davvero scarsa di manifestazioni idriche nel sottosuolo. Si è pertanto proceduto ad attrezzare soltanto 4 piezometri in totale, perché solo in tali occasioni si è avuto modo di intercettare emergenze idriche apprezzabili, mentre in tutte le altre circostanze si è riscontrata una assenza pressoché totale di acqua in profondità. Su questi quattro fori di sondaggio sono stati posti in opera, per il monitoraggio e la classificazione delle acque presenti nel sottosuolo dell'area, piezometri a tubo aperto in PVC fessurato, ciascuno protetto in superficie mediante apposito pozzetto e chiusino dotato di lucchetto. Tali piezometri sono stati in tal modo attrezzati per consentire di operarvi in ogni momento, sia per il controllo dell'eventuale futuro livello di falda, e sia per il campionamento delle acque sotterranee, nel rispetto delle procedure indicate nel D.Lgs. 152/2004.

ESECUZIONE DI INDAGINI GEOFISICHE

Al fine di ottenere informazioni sulle proprietà fisiche e reologiche del terreno indagato, e per valutare il parametro VS₃₀ caratteristico dell'area, ovvero la media delle velocità delle onde sismiche superficiali nei primi 30 m di profondità dal piano campagna come richiesto dall'art. 3.2.1 del D.M. 14/09/2005, l'indagine ha previsto l'esecuzione di n. 2 prospezioni sismiche per mezzo della tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves, Park et al., 1999).

Si sono realizzati n. 2 stendimenti opportunamente ubicati in diversi settori significativi dell'area indagata al fine di acquisire l'intero campo d'onda, sono stati di volta in volta utilizzati n. 24 geofoni, allineati a spaziatura regolare (2 m) con l'obiettivo di derivare la curva velocità onde S – profondità, la cui forma è associata alle proprietà meccaniche del terreno da indagare (per maggiori dettagli riguardo i mezzi utilizzati, l'ubicazione dei profili e le attività eseguite, si rimanda alla Relazione Sismica).

Come si evince dai profili delle velocità riportate nella relazione geofisica allegata, il valore del parametro VS₃₀ relativo alla linea sismica 1 è stato stimato pari a 633,44 m/sec con due diversi programmi di calcolo (WaveEq o SWAMI). Il suolo di interesse è pertanto classificabile come suolo di classe B. Per la linea sismica 2 è stato ottenuto un valore di 620,44 m/sec con il programma SWAMI; anche in questo caso il suolo rientra nella classe B.

Ottenuti i dati geofisici scaturiti e la relativa classificazione, questi sono stati analizzati e confrontati con la caratterizzazione geotecnica dei litotipi ricavata dalle indagini geognostiche; a seguito di tale confronto si conferma il giudizio di classificazione dei terreni di fondazione nella Categoria B.

PRELIEVO DI CAMPIONI DI TERRENO INDISTURBATO

Il prelievo dei campioni indisturbati, eseguito a cura del sottoscritto dott. geol. Andrea Bruni, è avvenuto alle quote ritenute maggiormente significative per la migliore caratterizzazione dei suoli. Si è ricorsi all'utilizzo di campionatori ad infissione tipo "Shelby", utilizzabili con profitto in terreni a grana fine o coesivi con consistenza da tenera a media, costituiti essenzialmente da cilindri in acciaio zincato (dette fustelle), con un diametro esterno di 120 mm ed una lunghezza di 600 mm, aventi alla base una scarpa tagliente. Laddove non è stato possibile procedere al campionamento mediante fustelle (in particolare in corrispondenza dei terreni di base stratificati e consolidati) si è provveduto a recuperare spezzoni di carota direttamente dal

carotiere. I campioni prelevati sono stati contraddistinti da cartellini inalterabili, indicanti: cantiere; numero del sondaggio; numero del campione; profondità di prelievo; data di prelievo. Il numero del campione è stato quindi riportato sulla stratigrafia alla relativa quota. Le due estremità dei campioni indisturbati sono state sigillate subito dopo il prelievo con uno strato di paraffina fusa e tappo di protezione, previa accurata pulizia della testa e della coda del campione. I campioni destinati al laboratorio sono stati quindi sistemati in cassette con adeguati separatori ed imbottiture alle estremità, onde assorbire le inevitabili vibrazioni del trasporto, per poi essere inviati con celerità ad un laboratorio specializzato (Geotecnico S.r.l. di Piediripa - Mc).

INDAGINI ED ANALISI DI LABORATORIO GEOTECNICO

Per quanto concerne le determinazioni geotecniche di laboratorio, i n. 18 campioni prelevati nel corso dei sondaggi geognostici, sono stati conferiti, presso il laboratorio geotecnico specializzato GEOTECNO S.r.l., di Piediripa di Macerata (MC), laboratorio regolarmente iscritto all'ALGI (Albo Laboratori Geotecnici Italiani) ed in possesso delle regolari certificazioni ed autorizzazioni normative in materia. Questi ha provveduto alla realizzazione delle indagini geotecniche indicate nella seguente Tabella riassuntiva.

N	Sigla Sond.	Prof. Sond.	Prof. Campione 1 (Coperture)	Prof. Campione 2 (Basamento pelitico)	Analisi eseguite
1	S1	14	3.20 - 3.60		Granulometria + Taglio Diretto
2	S2	12	2.80 - 3.15 *		Granulometria + Taglio Diretto + Permeabilità K
3	S5	10	3,00 - 3,40		Granulometria + Taglio Diretto
4	S6	15	6,00 - 6,30 *		Granulometria + Taglio Diretto + Permeabilità K
5	S9	20	6.00 - 6.50		Granulometria + Taglio Diretto + Permeabilità K
6	S9	20		19.0 - 19.50	Granulometria + Taglio Diretto + Permeabilità K
7	S10	13	2.30 - 2.70		Granulometria + Taglio Diretto + Prova Edometrica + Permeabilità K
7	S10	13		12.30 - 12.70	Granulometria + Taglio Diretto + Prova Edometrica + Permeabilità K
8	S11	17		16.50 - 17.00	Granulometria + Taglio Diretto + Permeabilità K
9	S13	17	6.00 - 6.40		Granulometria + Taglio Diretto + Prova Edometrica + Permeabilità K
10	S13	17		16.00 - 16.50	Granulometria + Taglio Diretto + Permeabilità K
11	S14	9	3,00 - 3,40		Granulometria + Taglio Diretto
12	S14	9		8.50 - 9.00	Granulometria + Taglio Diretto + Permeabilità K
13	S16	12	3,90 - 4,25		Granulometria + Taglio Diretto
14	S16	12		7.10 - 7.50	Granulometria + Taglio Diretto + Prova Edometrica + Permeabilità K
15	S17	13		5,00 - 5,50	Granulometria + Taglio Diretto + Prova Edometrica + Permeabilità K
16	S19	5	4.40 - 4.80		Granulometria + Taglio Diretto
17	S20	8	3,00 - 3,50		Granulometria + Taglio Diretto + Permeabilità K

10.RISULTATI DELLE INDAGINI

CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE

Dai risultati delle indagini compiute, confrontate con i dati esistenti ed integrate con sopralluoghi, valutazioni ed analisi speditive in sito, è stato possibile ricostruire la successione litostratigrafica "tipo" *, caratteristica dei terreni presenti nell'area di intervento (vasca 6), la quale viene riassunta in media nello schema di seguito riportato:

➤ **da m 0,0 a m 1,6 in media dal p.c.:**

Riperto, terreno agrario o suolo vegetale [PERMEABILE]

Livello di terreno superficiale di natura generalmente limoso argillosa; colore bruno scuro o marrone rossastro; molto rimaneggiato, alterato e bioturbato; caratteristiche meccaniche molto scadenti e fortemente anisotrope.

➤ **da m 1,3 a m 7,5 in media dal p.c.:**

Coltre di copertura [MEDIAMENTE PERMEABILE]

Deposito di origine mista tra eluvio-colluviale e alluvionale, di natura limoso sabbiosa, con elementi micaceo-calcarei; colore marrone chiaro o giallo ocra; sciolto; caratteristiche meccaniche mediocri (coesione nulla).

➤ **da m 7,5 a m 9,0 in media dal p.c.:**

Argille pseudostratificate [PRESSOCHE' IMPERMEABILE]

Fascia di alterazione superficiale del basamento, argilla e argilla limosa compatta; grigio-avana chiaro; coesione discreta ($C_u \approx 0,5 \text{ kg/cm}^2$); buone caratteristiche meccaniche ($\varphi \approx 27^\circ$).

➤ **da m 9,0 in poi dal p.c.:**

Depositi Pelitici del Pleistocene [IMPERMEABILI - ACQUICLUDE]

Basamento litico (bed rock) caratteristico della zona, costituito da argille grigio azzurre stratificate e consolidate, intercalate da livelli di argille sabbiose o livelletti sabbioso limosi; ottime caratteristiche meccaniche.

- ☒ La presenza di manifestazioni idriche nel sottosuolo non è stata riscontrata in nessun caso nell'area indagata. E' esclusa la presenza di acqua nel sottosuolo in falde freatiche organizzate.

* Si ribadisce che la situazione stratigrafica sopra riportata costituisce esclusivamente una condizione "tipo" da considerarsi come una media ponderata indicativa per l'area indagata. All'interno di quest'ultima sono infatti possibili variazioni, anche significative, delle quote a cui si riscontrano i vari livelli, mentre la presenza delle litologie indicate e la loro successione stratigrafica nel sottosuolo rimane valida per tutti i terreni interessati.

PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI

I valori caratteristici dei parametri geotecnici dei terreni interessati sono stati estrapolati dai dati delle indagini di laboratorio eseguite dal laboratorio geotecnico Geotecno S.r.l. sui campioni di terreno indisturbato prelevati alle diverse quote dai sondaggi eseguiti in sito. I principali risultati delle analisi compiute sono riassunti nella tabella sottostante.

N	Sigla Sond.	Prof. prelievo Campione	Litologia interessata	Peso di volume γ	Angolo di attrito ϕ	Coesione drenata C'	Permeabilità K
1	S1	3.20 - 3.60	Coltre di copertura	1,66 kg/dm ³	24,9°	0,13 Kg/cm ²	n.v.
2	S2	2.80 - 3.15 *	Coltre di copertura	1,81 kg/dm ³	27,6°	0,11 Kg/cm ²	2,52 * 10 ⁻⁷
3	S5	3,00 - 3,40	Coltre di copertura	1,67 kg/dm ³	24°	0,11 Kg/cm ²	9,92 * 10 ⁻⁸
4	S6	6,00 - 6,30 *	Coltre di copertura	1,71 kg/dm ³	n.v.	n.v.	2,52 * 10 ⁻⁷
5	S9	6.00 - 6.50	Coltre di copertura	1,50 kg/dm ³	n.v.	n.v.	7,03 * 10 ⁻⁶
6	S9	19.0 - 19.50	Basamento Indisturbato	2,03 kg/dm ³	29,4°	0,42 Kg/cm ²	2,71 * 10 ⁻⁹
7	S10	2.30 - 2.70	Coltre di copertura	1,70 kg/dm ³	n.v.	n.v.	3,05 * 10 ⁻⁷
7	S10	12.30 - 12.70	Basamento alterato	1,82 kg/dm ³	26,8°	0,18 Kg/cm ²	5,10 * 10 ⁻⁹
8	S11	16.50 - 17.00	Basamento Indisturbato	1,91 kg/dm ³	28,3°	0,26 Kg/cm ²	4,44 * 10 ⁻⁹
9	S13	6.00 - 6.40	Coltre di copertura	1,67 kg/dm ³	22,5°	0,17 Kg/cm ²	1,70 * 10 ⁻⁷
10	S13	16.00 - 16.50	Basamento Indisturbato	1,88 kg/dm ³	27,9°	0,36 Kg/cm ²	2,12 * 10 ⁻⁹
11	S14	3,00 - 3,40	Coltre di copertura	n.v.	22,8°	0,18 Kg/cm ²	n.v.
12	S14	8.50 - 9.00	Basamento alterato	n.v.	29,2°	0,19 Kg/cm ²	7,12 * 10 ⁻⁹
13	S16	3,90 - 4,25	Coltre di copertura	n.v.	23,5°	0,13 Kg/cm ²	n.v.
14	S16	7.10 - 7.50	Basamento Indisturbato	1,80 kg/dm ³	25,1°	0,30 Kg/cm ²	3,05 * 10 ⁻⁸
15	S17	5,00 - 5,50	Coltre di copertura	1,58 kg/dm ³	17,7°	0,15 Kg/cm ²	7,07 * 10 ⁻⁶
16	S19	4.40 - 4.80	Coltre di copertura	1,76 kg/dm ³	25,4°	0,14 Kg/cm ²	2,52 * 10 ⁻⁷
17	S20	3,00 - 3,50	Coltre di copertura	1,64 kg/dm ³	24,9°	0,13 Kg/cm ²	2,12 * 10 ⁻⁷

E' stata eseguita una trattazione numerica dei dati ottenuti, attribuendo diversi pesi statistici ai vari risultati in base alla modalit  di indagine ed alla ubicazione del punto di prelievo (sia in senso planimetrico che di profondit ). In base alle caratteristiche meccaniche e granulometriche dei terreni presenti sono stati individuati 4 diversi livelli geotecnici. Essi sono stati classificati secondo la seguente parametrizzazione geotecnica:

LIVELLO GEOTECNICO "0" : Riporto, terreno agrario o suolo vegetale:

Questo livello si presenta molto rimaneggiato, eterogeneo, alterato e bioturbato, ed inoltre mostra spessori molto esigui, generalmente intorno a 1 metro e comunque mai superiore a 2 metri. Pertanto, oltre a risultare di difficile se non impossibile classificazione meccanica e geotecnica, pu  essere omessa la sua parametrizzazione, con la condizione che in sede operativa esso venga asportato o superato in ogni punto dalla quota di base di qualsiasi struttura o manufatto in progetto.

LIVELLO GEOTECNICO "1" : Coltre di copertura limoso argillosa:

γ = peso di volume = $1800 \text{ Kg/m}^3 = 17,65 \text{ KN /m}^3$;
 ϕ = angolo di attrito interno = 24° (valore medio stimato);
 C' = coesione drenata = $0,05 \text{ Kg/cm}^2 = 4,9 \text{ KPa}$;
 Q_u = resistenza alla compressione semplice = $0,4 \text{ Kg/cm}^2 = 39,2 \text{ KPa}$;
 K = permeabilit  = $2,5 \cdot 10^{-7} \text{ cm/sec}$;
 E = Modulo di Young = $2,5 \text{ MPa}$;
 G_0 = Modulo di Taglio = $0,8 \text{ MPa}$;
 ν = coefficiente di Poisson = $0,358$.

LIVELLO GEOTECNICO "2" : Argille pseudostratificate:

γ = $2000 \text{ Kg/m}^3 = 19,61 \text{ KN /m}^3$;
 ϕ = da $26,8^\circ$ a $29,2^\circ$;
 C' = $0,18 \text{ Kg/cm}^2 = 17,6 \text{ KPa}$;
 K = $5 \cdot 10^{-9} \text{ cm/sec}$;
 W = modulo di sottofondo di Winkler = $78,45 \text{ N/cm}^3$;
 E = $7,5,0 \text{ MPa}$;
 G_0 = $5,8 \text{ MPa}$;
 ν = $0,379$.

LIVELLO GEOTECNICO "3" : Peliti plioceniche (bed-rock):

γ = $2100 \text{ Kg/m}^3 = 20,60 \text{ KN /m}^3$;
 ϕ = da $27,9^\circ$ a $29,4^\circ$;
 C' = da $0,26$ a $0,42 \text{ Kg/cm}^2 = 25 / 41 \text{ KPa}$;
 K = $3 \cdot 10^{-9} \text{ cm/sec}$; (praticamente impermeabili)
 W = $294,2 \text{ N /cm}^3$;
 E = $35,0 \text{ MPa}$;
 G_0 = $19,0 \text{ MPa}$;
 ν = $0,410$.

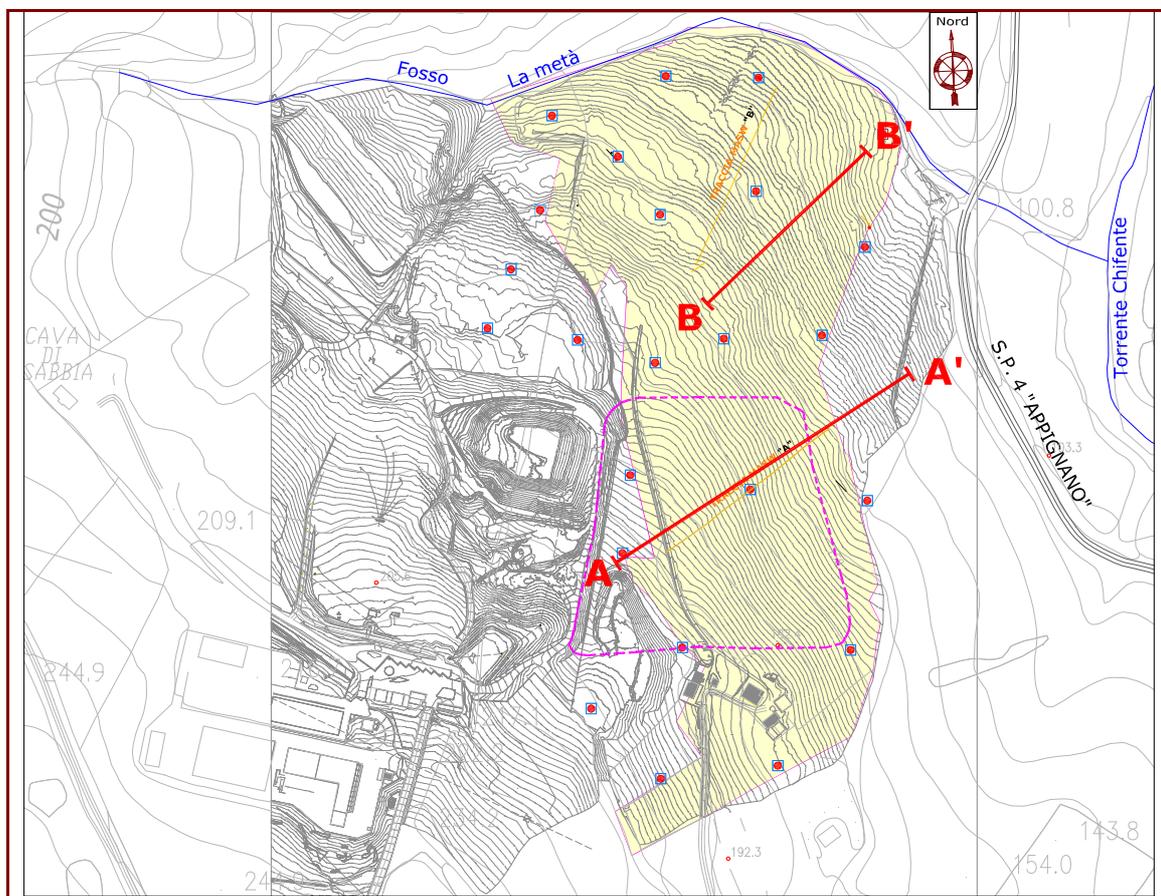
11. CONDIZIONI DI EQUILIBRIO

Al fine di verificare la situazione di equilibrio gravitativo del sito destinato ad ospitare la vasca 6 e del versante di cui esso fa parte sono state eseguite verifiche numeriche delle condizioni di stabilità ivi esistenti.

Va detto innanzi tutto che, in base al rilievo di campagna e alle indagini eseguiti nell'area in esame e nelle sue vicinanze, è emerso con chiarezza che le condizioni di equilibrio più incerte risultano senza alcun dubbio ipotizzabili in corrispondenza di una zona del versante interessato posta alcune centinaia di metri più a Nord del sito di intervento, dove si riscontrano zone dalla topografia irregolare, con zone di acclività elevata, rotture di pendenza, forme montonate e lobate, fessurazioni e crepe nel terreno di forma semicircolare ed evidenze di forme di erosione e denudamento superficiale in atto. Tuttavia si è scelto di non procedere in questa sede alla analisi di stabilità anche in queste zone poiché esse risultano troppo distanti dall'area della nuova vasca per poter mai arrivare ad interessare in alcun modo, ed anche solo marginalmente, le condizioni locali di equilibrio meccanico del pendio del sito di interesse.

Si è invece deciso di analizzare le condizioni di stabilità del versante esistenti, oltre che nell'area di intervento, in una zona intermedia tra questa e l'area meno stabile presente più a Nord, posta cioè al di fuori del perimetro dove è prevista la realizzazione della nuova vasca 6 ma ad essa piuttosto vicina, e soprattutto posta lungo una fascia di versante di quota altimetricamente inferiore.

Per ciascuna delle due aree prese in esame è stata quindi individuata una traccia di sezione topografica in base al criterio delle massime pendenze del rilievo riscontrate e della presenza o meno di possibili segnali premonitori di instabilità.



Individuazione dell'area di intervento (colore magenta) e ubicazione delle sezioni analizzate

Dapprima si è proceduto ad analizzare la zona ubicata in corrispondenza dell'area interessata all'intervento in progetto, posta sul versante destro della valle che dal sito dove sorge la attuale discarica "Relluce" degrada con vergenza orientale in direzione del Torrente Chifente, fino a giungere nei pressi della strada Provinciale per Appignano.



Immagine della parte inferiore della sezione A-A', tra incolto (a sin) e vigneto (a dx)

La fascia superiore e media del versante considerato è interessata da una coltivazione a vigneto, e si presenta con una morfologia regolare, con pendenza costante e poco acclive e una circolazione idrica superficiale ben regimentata da canalizzazioni antropiche. La fascia medio-inferiore del versante è invece caratterizzata da un lieve aumento della pendenza e dalla presenza di terreno incolto, con le acque di ruscellamento superficiale soggette a dispersione in quanto non regolate da vie di deflusso preferenziali. Lungo la sezione topografica di massima pendenza (sezione A – A') la ricerca delle superfici a minor fattore di stabilità si sono concentrate soprattutto nella fascia inferiore e in corrispondenza del passaggio tra il vigneto e la zona incolta.

La seconda zona considerata è posta più a settentrione della prima, lungo la fascia inferiore del versante che degrada con direzione Sud Ovest – Nord Est verso il punto di confluenza del Chifente con il Fosso La Metà. L'uso del suolo attuale è di tipo agricolo, con coltivazioni intensive di seminativo ed aratura stagionale con mezzi meccanici di grandi dimensioni: di conseguenza non è possibile la formazione di una copertura vegetale di superficie dotata di apparati radicali, avente funzione di regimazione idrica, ritenuta meccanica e protezione dall'erosione.



Immagine ripresa nella Zona 2, sez. B-B', durante l'esecuzione di un sondaggio

L'acclività media del versante in questa zona è abbastanza accentuata ($\beta=21^\circ$), ma con pendenze anche qui piuttosto variabili. La scelta della sezione topografica da sottoporre a verifica di stabilità (sez. B – B') è avvenuta tenendo conto, oltre al criterio della massima pendenza, anche della morfologia della superficie topografica, la quale in alcuni punti pare presentare una sorta di

successione gradonata, con accenni di ripiani e degradature che, anche se non troppo accentuati, visti nel loro insieme potrebbero far ipotizzare la presenza di lenti movimenti superficiali che abbiano modellato e modificato, in tempi passati, l'andamento naturale del pendio.

La possibilità dell'esistenza di tali situazioni è stata pertanto attentamente valutata per verificare con la massima cura le possibili superfici nel sottosuolo su cui si possa attivare qualsiasi sorta di mobilitazione gravitativa, e per ottenere informazioni sulla effettiva pericolosità esistente e sulla reale entità dei terreni che possano essere potenzialmente coinvolti.

METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE CONDIZIONI DI EQUILIBRIO

Per la valutazione delle condizioni di equilibrio e stabilità dell'area interessata si è fatto ricorso all'utilizzo di software specifico denominato "SLOPE" della GeoStru Informatica, [vers. 06.2012] e certificato sulla base dei requisiti di legge per la validazione dei codici di calcolo di cui al paragrafo 10.2 del D.M. 14-01-2008 (NTC - Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo). Per l'esecuzione del calcolo si è fatto riferimento all'Approach Design "A2 - M2 - R2" delle NTC-2008, e si è ritenuto apprezzabile il valore di riferimento conforme alla normativa di $F_s=1,1$.

Poiché l'acclività del pendio rappresenta il principale fattore (sebbene non l'unico) che influenza il grado di stabilità dei versanti, per ciascuno dei tre settori sottoposti ad analisi si sono selezionate delle sezioni significative il più possibile corrispondenti ai massimi valori di pendenza delle superfici topografiche. Le tracce delle sezioni sono state individuate e ricavate per interpolazione basandosi su di un rilievo tridimensionale di grande dettaglio eseguito nell'anno 2011 nella zona della discarica e nei suoi dintorni e messo a disposizione dalla società Ascoli Servizi Comunali. Per le operazioni di calcolo sono stati utilizzati dati geotecnici elaborati statisticamente, estrapolati dalle analisi di laboratorio geotecnico realizzate sui campioni provenienti dai sondaggi eseguiti in sito direttamente sui terreni interessati, mentre i dati sulla sismicità del sito provengono direttamente dal sito dell'Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia <http://zonesismiche.mi.ingv.it>.

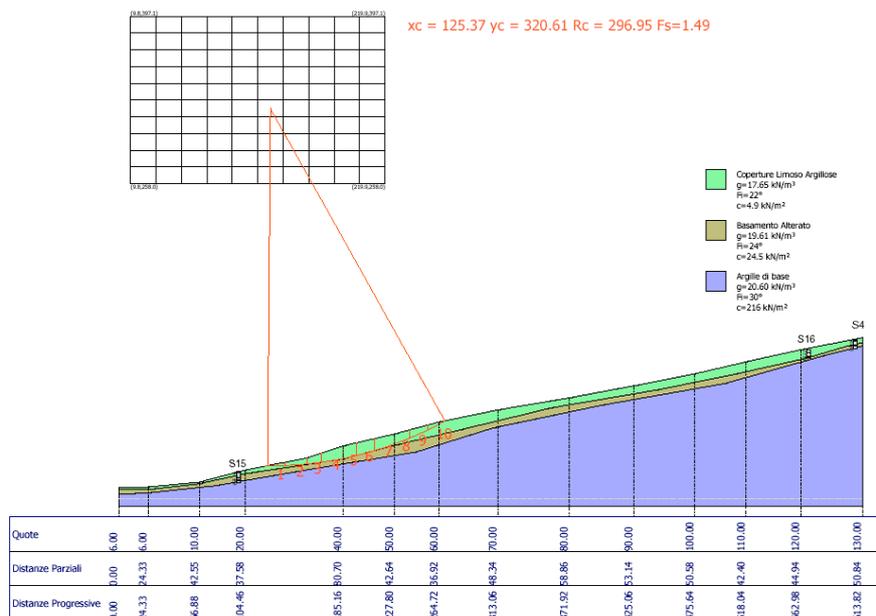
In tal modo sono stati calcolati i corrispondenti valori del Fattore di Sicurezza F_s , indicativo dello stato tensionale esistente nel tratto considerato in quanto espressione del rapporto tra forze resistenti (stabilizzanti) e forze mobilizzatrici (destabilizzanti).

ANALISI E COMMENTO DEI RISULTATI

Le analisi di stabilità eseguite hanno mostrato risultati concordi ed attendibili, permettendo di ottenere un quadro attendibile delle condizioni di equilibrio esistenti nell'area di interesse.

ZONA VASCA 6 (SEZ. A-A') - In corrispondenza della prima zona l'analisi di stabilità compiuta sulla sezione A-A' ha evidenziato una situazione di stabilità ampiamente soddisfacente.

Si segnala che in corrispondenza della fascia inferiore del versante si è riscontrato un valore minimo di $F_s=1,49$ localizzato, come prevedibile, nei pressi della lieve rottura di pendenza al confine tra vigneto e la zona incolta.



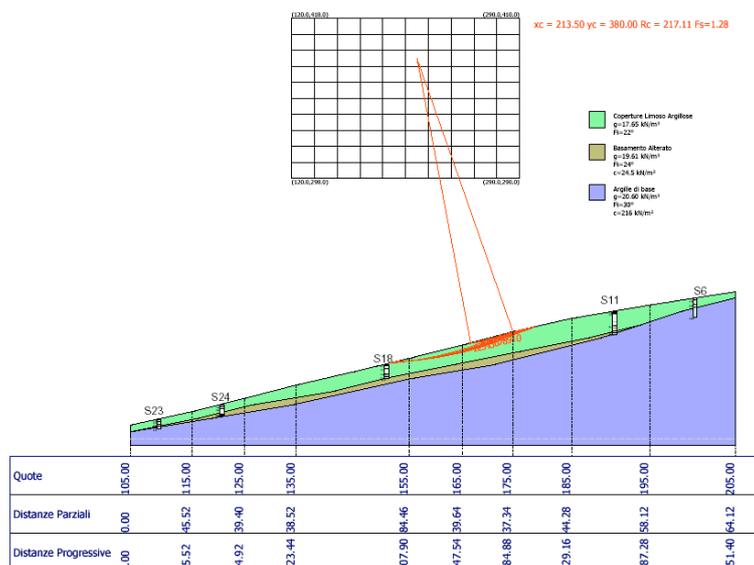
Sezione di calcolo A-A' riferita alla superficie di scorrimento con F_s minimo (1,49) nella zona Vasca 6

Il valore del Fattore di sicurezza minimo riscontrato, calcolato in $F_s=1,49$, risulta ampiamente rassicurante ed è tale da offrire ampie garanzie in merito allo scongiurarsi di attivazioni di movimenti franosi in tempi presenti o futuri, anche in caso di aumenti idrici improvvisi nei terreni o di scadimenti locali delle proprietà meccaniche degli stessi. Va precisato inoltre che, in base alla geometria della superficie di scorrimento riferita al valore di F_s minimo sopra indicato, le masse interessate da tale ipotetica mobilitazione sono da considerarsi come decisamente limitate, localizzata esclusivamente nei primissimi metri delle coperture detritiche limoso argillose e senza interessare in alcun modo gli strati più profondi del sottosuolo, dove si riscontrano valori di F_s di 2,9 ed oltre.

ZONA VERSANTE NORD (SEZ. B-B') – Allo scopo di offrire un quadro il più possibile esauriente delle condizioni di equilibrio e stabilità dell'area interessata si è proceduto in questa sede anche all'analisi di una zona non interessata direttamente alla realizzazione della nuova vasca 6, ma ad essa adiacente. Si tratta in particolare di un tratto di versante posto più a valle dell'area d'intervento, lungo una fascia parallela al corso del Torrente Chifente. Si è scelto di procedere all'analisi di stabilità di tale area allo scopo di ottenere un dato di confronto relativo a terreni analoghi e limitrofi, e anche per verificare se eventuali movimenti di versante a valle possano arrivare a modificare la situazione rassicurante sopra riscontrata attraverso modificazioni sostanziali dell'assetto attuale del versante nel suo insieme.

Nella seconda zona analizzata è stata riscontrata una situazione leggermente diversa, in quanto qui le verifiche di stabilità effettuate in corrispondenza della sezione B – B' hanno messo in luce fattori di sicurezza alquanto prossimi al valore limite (riferimento min. $F_s=1,28$), pur risultando ampiamente maggiori del fattore ritenuto rassicurante di 1,1. Tali valori minimi di F_s si riscontrano in particolare lungo la fascia sommitale e media del versante, mentre si fanno sensibilmente più alti nella parte bassa del pendio, a testimonianza di condizioni di equilibrio stabili nel settore situato a quote inferiori, permanendo poi tali condizioni di sicurezza fino al termine inferiore del versante interessato situato sul tracciato del torrente Chifente.

Ancor più in questo caso si rimarca il fatto che le superfici di scorrimento potenziali individuate dai fattori di sicurezza più bassi sono quelle che investono esclusivamente il livello delle coperture detritiche limoso argillose, ed in particolare la fascia superiore di tali coperture.



Zona "2", sezione di calcolo B-B': superfici di scorrimento a $F_s < 1,3$ indicanti piccole frane superficiali

Il risultato di questa analisi ci offre conferma e testimonianza di una ipotesi già supposta in sede di rilievo geomorfologico di campagna e già citata nella presente relazione, e cioè della possibilità che, in occasione di infiltrazioni idriche particolarmente consistenti nei terreni più superficiali, si verifichino nella zona lenti movimenti essenzialmente superficiali di tipo "creep" o "soliflusso". Si ribadisce e si trova conferma analitica all'ipotesi che questi potenziali movimenti risultino poco profondi e di non rilevante estensione areale, interessando solamente porzioni di terreno rimaneggiate, prive di una copertura vegetale e localizzabili laddove il l'andamento naturale risulti alterato da modificazioni antropiche o attività agrarie. Pertanto essi andrebbero semmai ad interessare soltanto una esigua fascia superficiali di terreni sciolti, senza alcuna possibilità che si inneschino frane profonde in grado di coinvolgere masse rilevanti.

Per gli aspetti analitici di dettaglio delle verifiche eseguite si rimanda alla allegata relazione di calcolo della stabilità dei versanti in cui, oltre ad essere esposti il modello matematico adottato, i parametri meccanici utilizzati e le procedure di computo eseguite, sono riportati i dettagli relativi al calcolo del fattore di sicurezza delle varie superfici considerate, assieme alla rappresentazione grafica delle sezioni topografiche sottoposte ad analisi.

12. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'insieme delle indagini eseguite ed i dati raccolti hanno permesso di concludere che l'area dove è prevista la realizzazione del nuovo sito (Vasca 6) per lo stoccaggio di rifiuti solidi urbani risulta caratterizzata dalla presenza di terreni limoso argillosi che ricoprono con spessori variabili da 4,5 a 9 metri la formazione di base pelitica consolidata e inalterata. La presenza di falda idrica nel sottosuolo è limitata a una circolazione di fatto molto scarsa, possibile soltanto in periodi di precipitazioni abbondanti e confinata all'interno di sporadici livelli sabbiosi, sottili e discontinui.

Da un punto di vista geomorfologico va rilevato che, pur inquadrandosi la zona in un ambito di pendii ad acclività variabile ed anche consistente in taluni punti, l'area prescelta per il nuovo sito di stoccaggio mostra un andamento regolare con superficie topografica poco acclive e caratteristiche stratigrafiche e meccaniche piuttosto favorevoli. Le analisi di stabilità compiute hanno consentito di appurare con un buon grado di sicurezza che l'area in cui è prevista la realizzazione della nuova vasca presenta rassicuranti condizioni di stabilità ed equilibrio.

In ogni caso, sia in fase di esecuzione degli scavi per la realizzazione che in fase di gestione della nuova vasca di conferimento rifiuti, dovranno essere messi in atto accorgimenti tecnici tali da evitare l'innescò di movimenti, evitando tagli verticali o sbancamenti al piede delle masse che interessano gli strati più superficiali (terreno vegetale o limi argillosi alterati) onde evitare il loro movimento. Le scarpate formatesi con la normale attività di stoccaggio in vasca dovranno essere regolarizzate e le loro condizioni dovranno essere adeguatamente controllate e mantenute mediante inerbimento o apposizione di teli geotessili al fine di evitare fenomeni di erosione regressiva.

Tenendo presente che i terreni possono essere soggetti a dilavamento per ruscellamento superficiale, risulterà inoltre necessario salvaguardare dall'erosione diffusa l'area di intervento eliminando il ruscellamento incontrollato delle acque e procedendo ad un'adeguata e immediata protezione mediante geotessili di superfici inutilizzate e fronti di taglio. Si dovrà predisporre un'adeguata regimazione delle acque meteoriche dilavanti e il loro corretto smaltimento a valle dell'area di intervento, ponendo particolare attenzione al trasporto solido.

Si precisa che, in base alle caratteristiche granulometriche dei terreni presenti, e tenendo conto della situazione idrogeologica di profondità riscontrata, che non sussiste per l'area indagata alcun rischio di possibile liquefazione di terreni a seguito di sollecitazioni sismiche indotte.

In base a quanto esposto si può affermare in conclusione che il sito studiato risulta nel suo complesso idoneo dal punto di vista geologico ed idrogeologico, e non esiste alcuna controindicazione di ordine geologico, idrogeologico o geomorfologico alla realizzazione nell'area prevista della nuova vasca per lo stoccaggio e l'interramento controllato dei rifiuti solidi urbani.

Dr. Geol. Andrea Bruni

