RICEVUTO
31 DIC 2018
COMUNE DI ZOAGLI (GE)
UFFICIO PROTOCOLLO

Spett.le
COMUNE DI ZOAGLI
Piazza XXVII Dicembre, 2
Zoagli – GE

c.a. Ufficio Tecnico

COMUNE DI ZOAGLI
Servizio Protocollo
31 DIC. 2018
Arrivo
Protocollo n°
0014995

Chiavari, 27.12.2018

OGGETTO : **Pratica Edilizia ai sensi dell'art. 59 della Legge Regionale n.36/97 in variante allo strumento urbanistico generale per la "TRASFORMAZIONE IN ABITATIVO DELLA STRUTTURA ALBERGHIERA CON CREAZIONE DI AREA A PARCHEGGIO E PISCINA" presentata in data 09/11/2018 dalla società NIMA IMMOBILIARE s.r.l. presso il compendio immobiliare sito in Via Aurelia nr.165 a Zoagli (GE).**

In riferimento alla Vs/ richiesta con comunicazione del 28/11/2018 in allegato trasmettiamo la seguente documentazione in duplice copia:

⇨ RELAZIONE GEOLOGICA

Rimango a disposizione per qualsiasi chiarimento in merito e, con l'occasione porgiamo cordiali saluti.

NIMA S.r.l.
NIMA IMMOBILIARE s.r.l.

All.: c.s.d.

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

Studio Associato di Geologia tecnica e ambientale - 16043 Chiavari (GE)

COMUNE DI ZOAGLI
Servizio Protocollo
31 DIC. 2018
Arrivo
Protocollo n°
0014995

Committente:

Spett.le NIMA Immobiliare S.r.l.
Via San Francesco, 19
22066 Mariano Comense (Como)

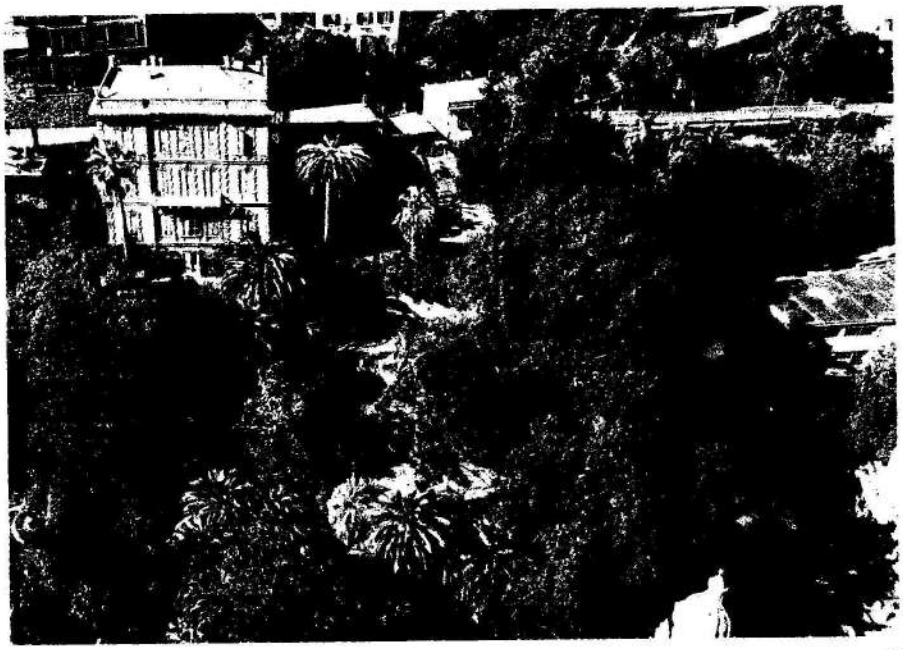
Progetto:

Pratica edilizia ai sensi dell'art. 59 della L.R. 36/97 in Variante allo Strumento Urbanistico Generale per la trasformazione in abitativo della struttura alberghiera, con creazione di area di parcheggio e piscina, nel Comune di Zoagli (Genova)

Oggetto elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA

Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 17.01.2018
Art.7 C.3 lettera C Legge Regionale 36/1997



ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
A.P. n. 60
GIACOMO CANEPA
GEOLOGO

RICEVUTO
31 DIC 2018
COMUNE DI ZOAGLI (GE)
UFFICIO PROTOCOLLO

Rif.: RST 379_18
Cartella di lavoro: RST.379_Le Palme
Preparato da: G.Canepa

Data: 11.12.18
Revisione: 0

Via Nino Bixio 22D/4 - 16043 Chiavari (GE)
tel./fax 0185/313910 - e-mail: geotecam@libero.it
Dottori Geologi: Giacomo Canepa, Andrea Robbiano
ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE - P.IVA n. 01046100994

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

SOMMARIO

PREMESSE pag. 2
1. STATO DEI LUOGHI E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO A PROGETTO pag. 3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI E CONFORMITA' ALLA PIANIFICAZIONE pag. 4
3. INQUADRAMENTO DELL'AREA pag. 6
3.1 CARATTERISTICHE GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICHE pag. 6
3.2 SCHEMA IDROGRAFICO E PROFILO IDROGEOLOGICO pag. 8
3.3 ASPETTI LITOTECNICI pag. 9
3.4 MICROZONAZIONE SISMICA pag. 9
4. ZONIZZAZIONE O SUSCETTIVITA' D'USO DEL TERRITORIO pag. 10
5. INDAGINI SISMICHE DI SECONDO LIVELLO pag. 11
6. INDAGINI E PROVE IN SITO pag. 11
6.1. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE pag. 12
6.2. INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE pag. 12
7. STRATIGRAFIA E DEFINIZIONE DEI PARAMETRI MEDI pag. 13
7.1 COLTRE SCIOLTA pag. 14
7.2 SUBSTRATO ROCCIOSO pag. 15
8. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA pag. 17
9. GESTIONE E UTILIZZO TERRE E ROCCE DA SCAVO pag. 18
10. PROGRAMMA DI INDAGINI IN FASE ESECUTIVA pag. 19
11. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE pag. 20
APPENDICE – NORME DI ATTUAZIONE A CARATTERE GEOLOGICO pag. 22

ALLEGATO 1: FIGURE E TABELLE

Figura n°	Oggetto
1	Corografia dell'area
2	Estratti cartografici Piano di Bacino Stralcio (Ambito 15)
3	Carta geologico-geomorfologica
4	Carta idrogeologica
5	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica
6	Carta delle prospezioni
7	Carta di zonizzazione
8	Planimetria di progetto
9	Sezione stratigrafica area parcheggio
Tabella n°	**Oggetto**
1	Classificazione geomeccanica R.M.R.
2	Valori stimati del G.S.I. per rocce tipo *Flysch*
3	Inviluppo a rottura dell'ammasso roccioso

ALLEGATO 2: INDAGINI IN SITO

n. 4 diagrammi penetrometrici
andamento angolo di attrito con la profondità
dati stesa sismica a rifrazione e sezione sismostratigrafica

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

PREMESSE

Su incarico della Committenza sono state condotte le indagini geologiche sui terreni coinvolti dalle opere a progetto, che prevede, in applicazione dell'art. 59 della L.R. 36/1997, la trasformazione in abitativo della struttura alberghiera, nota come ex Hotel Le Palme, nel Comune di Zoagli (Provincia di Genova).

Il progetto, che comporta una variante urbanistica allo Strumento Urbanistico Generale, prevede, oltre alla ristrutturazione dell'ex struttura alberghiera e degli edifici pertinenziali anche la creazione di un'area di parcheggio e di una piscina.

Scopo del lavoro è quello di accertare la compatibilità del progetto con gli strumenti normativi vigenti e procedere alla caratterizzazione e alla modellazione geologica del sito d'intervento.

In considerazione dell'incidenza delle opere in oggetto sul terreno e delle condizioni generali della zona, descritte nel seguito del presente documento, la metodologia d'indagine adottata ha previsto, nell'ordine:

- ricognizione preliminare necessaria per prendere visione dello stato dei luoghi e raccogliere tutta la documentazione occorrente;
- verifica della compatibilità del progetto con gli strumenti di pianificazione del territorio vigenti alla scala di bacino (Ambito 15) e comunale, al fine di formulare un giudizio di fattibilità tra l'intervento a progetto e la classificazione geologica dell'area;
- ricerca bibliografica e consultazione di rilevamenti e risultati di prove in sito eseguite in occasione d'incarichi professionali in settori adiacenti a quello in esame;
- esame di dettaglio del terreno al fine di accertarne le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche in rapporto al grado di antropizzazione dell'area;
- definizione preliminare delle caratteristiche stratigrafiche del sito oggetto del presente intervento mediante l'esecuzione di n. 4 prove penetrometriche dinamiche in continuo, utilizzando strumentazione medio-leggera tipo "Emilia" e di n.1 prospezione sismica a rifrazione nei terreni oggetto degli interventi;
- redazione di un programma di indagini geognostiche per la successiva fase operativa;
- rielaborazione di quanto emerso dalle indagini e redazione della presente relazione geologica con indicazioni operative;
- stesura delle Norme Geologiche di Attuazione in ottemperanza alle normative vigenti in materia urbanistica.

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

1. STATO DEI LUOGHI E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'area in oggetto è individuabile nella Carta Tecnica Regionale scala 1:5000 elemento n. 231084 *Zoagli*, il cui stralcio è riportato in allegato (FIGURA 1) ed è stato utilizzato come supporto per la redazione della cartografia tematica (FIGURE 3,4,5), mentre per l'elaborazione delle planimetrie e della sezione stratigrafica dell'area parcheggio è fatto riferimento agli elaborati forniti dal Progettista.

In particolare, il sito in esame è localizzato lungo il versante orografico destro del T. Semorile, con esposizione a SE, in un settore del territorio comunale compreso fra la S.S. n.1 Aurelia e la Parrocchia di S. Martino, nella fascia altitudinale compresa fra 6 e 30 m s.l.m.

Il comparto di studio in ragione della sua esposizione favorevole è parzialmente condizionato dall'attività antropica, con insediamenti abitativi concentrati nella porzione medio-basale del versante e lungo le principali carrabili.

Nel contesto descritto è inserito il complesso in oggetto costituito da un edificio di elevato pregio architettonico, noto come ex Hotel Le Palme, e da una serie di edifici pertinenziali che si sviluppano a NE del fabbricato principale.

La proprietà è risalente alla metà del XIX secolo e originariamente ospitava una villa privata, con fabbricati di pertinenza e giardino.

Il giardino è sito su un terreno che presenta un'orografia di tipo collinare, è recintato ed è occupato principalmente da una vegetazione che in alcune porzioni si presenta fitta (arbusti e alberi di alto fusto, tipici della macchia mediterranea).

Il fabbricato principale della proprietà, che ospitava l'Hotel "Le Palme", si sviluppa su di una pianta di forma rettangolare ed è composto da tre piani fuori terra e da due piani seminterrati.

Il secondo fabbricato (*locali accessori*) è composto da un piano terra e da due piani seminterrati e si sviluppa su di una pianta di forma pressoché rettangolare, posto in adiacenza al precedente edificio.

L'ultimo edificio (*dependance*) è posizionato in aderenza a quello appena descritto e si sviluppa anch'esso su di una pianta di forma pressoché rettangolare; è composto da due piani fuori terra e un livello al primo seminterrato.

Lo stato attuale dei luoghi è di completo abbandono e di degrado dovuto al trascorrere del tempo e all'inutilizzo degli immobili.

La proposta progettuale prevede la trasformazione degli attuali edifici ad uso alberghiero in un nuovo complesso residenziale; inoltre verranno realizzate delle nuove unità abitative al posto degli attuali locali accessori, un nuovo corpo di fabbrica, un parcheggio su due livelli con accesso e uscita dalla Via Aurelia e una piscina scoperta nel giardino di proprietà.

Il progetto prevede anche la la formazione di un camminamento pedonale parallelo alla Via Aurelia, realizzato mediante la demolizione di due corpi di fabbrica minori posti a ridosso

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

della sede stradale (precedentemente chiamati *dependance e locali accessori*) e la loro ricostruzione traslata verso l'interno della proprietà di 2 metri rispetto all'attuale.

I due nuovi corpi di fabbrica prenderanno la denominazione *edificio a ed edificio b* e verranno realizzati con le stesse dimensioni per sagoma e altezza rispetto a quelli demoliti, manterranno fedelmente il rapporto pieni/vuoti e le medesime aperture e nicchie.

Sarà edificato anche un parcheggio su due livelli, con accesso dalla Via Aurelia: uno al piano strada ed un secondo livello al piano primo sotto-strada. Tale parcheggio sarà collegato, tramite il nuovo camminamento parallelo alla Via Aurelia, agli ingressi dei corpi di fabbrica di nuova edificazione e alla villa principale. Verranno realizzati un totale di 24 posti auto.

Verrà inoltre realizzata una piscina esterna con annessi spazi attrezzati.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI E CONFORMITÀ ALLA PIANIFICAZIONE

Nel presente paragrafo viene riportata la classificazione dell'area d'intervento contenuta negli strumenti di pianificazione vigenti alla scala di bacino.

Le presenti indagini geologiche sono redatte in conformità alle normative vigenti in materia di costruzioni e in particolare al *Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 17.01.2018 Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"*.

Il progetto in esame costituisce una variante allo Strumento Urbanistico Generale con livello progettuale riferito a un comparto pressoché uniforme sotto il profilo geologico-tecnico: con riferimento all' Art.7 C.3 lettera C della Legge Regionale 36/1997 occorre affrontare in sede di variante le diverse tematiche geologiche.

Per quanto riguarda gli aspetti relativi alla pericolosità sismica, occorre fare riferimento alla D.G.R. 471/2010 che definisce i *"Criteri e linee guida regionali, ai sensi dell'art.1, comma 1 della L.R. 29/1983, per l'approfondimento degli studi geologico-tecnici e sismici a corredo della strumentazione urbanistica comunale"* e alla successiva circolare esplicativa del 09/12/2010 emanata dalla Regione Liguria e soprattutto alla D.G.R. n. 714 del 21/06/2011 *"Specifiche tecniche relative ai criteri e linee guida regionali per l'approfondimento degli studi geologico-tecnici e sismici a corredo della strumentazione urbanistica comunale, ad integrazione della DGR 471/2010"*.

A tal proposito si fa presente che, in base alla D.G.R. n. 1308 del 24/10/2008 *"Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Liguria"*, il Comune di Zoagli è stato inserito in classe 3B, caratterizzata da un'accelerazione orizzontale di picco di 0,10 g. Tuttavia, con la D.G.R n. 1362/2010 *"Aggiornamento classificazione sismica del territorio Regione Liguria"* è stata ridefinita la zonizzazione sismica del territorio regionale, accorpando le zone 3A e 3B in una unica zona 3.

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

Ai sensi della citata D.G.R. 714/2011 in sede di redazione di studi geologici connessi a strumenti urbanistici rientranti nei Comuni classificati in zona 3 sono previsti:

- uno studio di microzonazione sismica (MS) di primo livello che, basato sulla raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio esaminato in microzone qualitativamente omogenee, consenta la definizione di una *"Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica"* discriminando le aree in cui sono attesi fenomeni di amplificazione sismica e/o suscettibili d'instabilità, rispetto a quelle dove non si prevedono modifiche dello scuotimento sismico;
- uno studio di approfondimento di secondo livello sulle aree che risultino soggette, sulla base degli studi di primo livello, ad amplificazione sismica e/o suscettibili d'instabilità, introducendo elementi quantitativi associati alla zona omogenea d'intervento. Nella *"Carta di microzonazione sismica"*, ottenuta associando una quantificazione numerica degli effetti alle zone rappresentate nella Carta delle microzone omogenee di primo livello, si devono fornire analisi quantitative, con metodi semplificati, della modificazione locale del moto sismico in superficie (zone stabili suscettibili di amplificazioni locali) e dei fenomeni di deformazione permanente (zone suscettibili di instabilità); circa le norme di attuazione, che guidano l'intervento geologico in tutte le successive fasi di progettazione e realizzazione, dovranno essere esplicitate modalità, densità e tipologia delle prove e indagini integrative da effettuarsi negli ambiti omogenei e i criteri generali di intervento (indirizzi metodologici e tecnico-esecutivi).

Prima di ogni considerazione e analisi è necessario tuttavia verificare la classificazione normativa dell'area contenuta negli strumenti di pianificazione vigenti, con particolare riguardo a quelli riferiti alla scala di bacino e comunale.

Per quanto riguarda il Piano di Bacino Stralcio (Ambito 15) per la tutela del rischio idrogeologico, redatto ai sensi dell'art.1 c.1 del D.L. 11.06.1998 n.180 relativamente all'area d'intervento è possibile riassumere quanto segue (FIGURA 2):

- nella carta della rete idrografica non sono segnalati corsi d'acqua entro la distanza d'interesse normativo;
- nella carta della franosità reale non sono indicate criticità in atto o potenziali;
- nella carta della suscettività al dissesto l'area è inserita al limite tra due zone a diversa pericolosità geomorfologica: in particolare gli edifici esistenti ricadono in parte preponderante in zona Pg2 (suscettività al dissesto media) mentre le porzioni di valle degli edifici e le aree pertinenziali a valle degli stessi ricadono in zona Pg1 (suscettività al dissesto bassa);

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

- la stessa suddivisione si ha per le zone di rischio rispettivamente R2 nella porzione superiore del versante (rischio medio) e R1 nella porzione inferiore (rischio moderato);
- la zona non è inserita nelle aree sottoposte al regime del vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 30.12.1923 n. 3267 e della L.R. n. 4 del 22.01.1999, così come confermato dalla variante sostanziale approvata con D.C.P. n.55 del 09.11.2011.

A livello comunale la disciplina urbanistica è regolamentata dal P.R.G. approvato con prescrizioni con D.P.G.R. n. 1127 del 20.10.1988 che non è corredato da studi geologici.

3. INQUADRAMENTO DELL'AREA

In ottemperanza a quanto indicato dalle nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni, nei paragrafi successivi è esposta la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito, che consiste nella ricostruzione delle peculiarità litologiche, stratigrafiche, strutturali, idrogeologiche, geomorfologiche e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, in accordo con quanto evidenziato negli elaborati tematici consultati a livello comunale e di bacino.

Lo studio è stato organizzato in una prima fase ispettiva contraddistinta da un rilevamento di superficie esteso all'intorno del sito in esame, sintetizzato in due elaborati grafici di carattere geologico-geomorfologico e idrogeologico, descritti nei paragrafi successivi.

3.1 CARATTERISTICHE GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICHE

La carta geologico-geomorfologica (FIGURA 3) in scala 1:2.500 rappresenta la condizione di superficie del territorio e dei suoi processi evolutivi, in relazione a:

- natura, condizione e distribuzione delle coperture sciolte;
- tipologia e distribuzione delle forme e dei processi geomorfologici;
- tipologia e distribuzione dei fenomeni connessi a interventi antropici.

L'azione di sistemazione e modellamento del territorio da parte dell'uomo, nonché il progredire dell'antropizzazione e lo sviluppo di diverse attività produttive hanno fatto sì che, a scala locale, i principali motivi geomorfologici siano spesso mascherati e difficili da identificare.

Le osservazioni di superficie condotte lungo il versante oggetto d'intervento hanno evidenziato la presenza, con una certa continuità, di una copertura sciolta di natura detritico-colluviale generata dalla degradazione e alterazione del basamento lapideo e dal successivo

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

trasporto indotto dall'evoluzione geomorfologica del pendio e dalla sovraimposta azione antropica.

Le coltri di versante presentano un fuso granulometrico ben gradato, con dominante frazione fine di natura limoso-argillosa e subordinata percentuale, anche se localmente significativa, di scheletro lapideo.

I terreni di copertura sono rimaneggiati a terrazzamenti, presidiati in prevalenza da muri in pietrame a secco: tuttavia nell'area di interesse, in ragione dell'elevato pregio architettonico dell'edificio principale, le aree pertinenziali ubicate a valle sono presidiate da strutture in pietra e cemento intonacate che, a causa della vetustà e della mancata manutenzione, evidenziano fenomeni deformativi e che necessitano quindi di interventi di consolidamento.

Il livello di copertura superficiale presenta solitamente spessori contenuti entro i 3 metri e risulta localmente assente, consentendo l'affioramento del substrato roccioso di origine, osservabile in molti casi alla base delle strutture in pietrame a secco presenti lungo la S.S. n. 1 Aurelia. Pur in assenza di una rappresentatività areale degli affioramenti è stato possibile desumere alcune caratteristiche geomeccaniche e strutturali dell'ammasso roccioso in un affioramento ubicato immediatamente a monte della zona di intervento.

In accordo con la cartografia ufficiale (SERVIZIO GEOLOGICO ITALIANO, 1968; REGIONE LIGURIA, 2006) si è accertato che il basamento lapideo è rappresentato dai litotipi appartenenti alla Formazione dei Flysch di Monte Antola, costituita da un'alternanza di calcari marnosi, calcareniti e marne, con intercalazioni di argilliti grigio scure.

Dal rilevamento di superficie emerge la netta predominanza dei livelli calcareo-marnosi, organizzati in strati e bancate di potenza da decimetrica a metrica, di colore da grigio chiaro fino a grigio nero nei tagli freschi.

In subordine sono stati osservati anche interlivelli marnosi e argillosi, di potenza da centimetrica a decimetrica, in condizioni di conservazione sempre piuttosto scadenti, a seguito dell'alterazione indotta dagli agenti esogeni, particolarmente intensa in tali orizzonti geneticamente meno competenti.

La sequenza fliscioide è completata da rari orizzonti calcarenitici, assai tenaci, di spessore fino a decimetrico, che rappresentano in genere la base di banchi calcarei.

Le osservazioni geologico-strutturali lungo S.S. n.1 mostrano un andamento pressoché monoclinale del giunto di strato che presenta un'immersione verso W e un'inclinazione con angoli generalmente compresi tra 30° e 40°, assumendo un'orientazione da indifferente a reggipoggio rispetto al pendio, con locali piegamenti e dislocazioni alla scala dell'affioramento imputabili alla storia tettonica subita dalla Formazione, costituita di diverse fasi deformative sia in regime duttile sia nel campo fragile.

Lungo il versante orografico sinistro del T. Semorile il giunto di strato presenta una immersione prevalente verso S.

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

Il quadro geomorfologico è completato dai depositi alluvionali di fondovalle originati nel tempo dal T. Semorile. Il corso d'acqua risulta ad oggi completamente tombinato a partire dall'intersezione con la S.S. Aurelia fino alla foce, ove ha dato origine alla principale spiaggia di Zoagli.

Tutta l'area interessata dai depositi alluvionali è interessata da una copertura urbana compatta che limita i fenomeni di infiltrazione: le acque sono ricondotte al corso d'acqua di riferimento attraverso i normali sistemi di canalizzazione delle aree urbane.

3.2 SCHEMA IDROGRAFICO E PROFILO IDROGEOLOGICO

Con riferimento all'ambito d'intervento, in ragione della morfologia dell'area e della condizione del suolo, si ritiene che le uniche acque di apporto esterno che possano interessare l'area in esame siano quelle delle piogge che insistono direttamente sulla zona, che tendono in parte a infiltrarsi ed in parte a defluire in superficie in corrispondenza delle aree impermeabilizzate per essere poi convogliate nel T. Semorile, grazie alla rete di smaltimento delle acque bianche esistente.

Tale aliquota scorre con una certa regolarità grazie alla copertura vegetale a medio-alto fusto (che intercetta i contributi idrici e li dilaziona nel corso del tempo) e ai terrazzamenti antropici che riducono l'acclività del comparto e l'azione erosiva delle acque superficiali.

Gli interventi in progetto possono comportare la razionalizzazione del sistema di raccolta e smaltimento delle acque superficiali; contestualmente possono essere messi in atto tutti i dispositivi per favorire l'infiltrazione, in modo tale da limitare al massimo l'estensione delle superfici impermeabilizzate, come previsto nella pianificazione di bacino ove si raccomanda il ricorso, laddove possibile, a materiali di pavimentazione drenanti.

Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici, i terreni descritti presentano, in rapporto alla loro capacità di far circolare l'acqua sotterranea e quindi di accumularla, caratteristiche di permeabilità tra loro differenti (FIGURA 4).

Le coperture sciolte di natura eluvio-colluviale e i depositi misti della frangia pedemontana, che interessano tutta l'area di intervento, sono considerati terreni permeabili per porosità, con coefficienti medio-bassi in ragione della frazione fine, percentualmente significativa.

I depositi alluvionali di fondovalle, seppur si possano considerare generalmente permeabili per porosità con coefficienti da medi a medio-elevati, nel caso di specie sono interessati con continuità da copertura urbana compatta, da cui derivano superfici totalmente impermeabili.

Il substrato roccioso, laddove affiora, è sostanzialmente impermeabile in condizioni d'integrità ma, in considerazione del grado di fratturazione acquisito, risulta limitatamente

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

permeabile e le discontinuità caratteristiche rappresentano le vie di circolazione preferenziali. Si deve ritenere, infatti, che l'acqua possa saturare le discontinuità in profondità e trovare vie di percolazione secondo la geometria esistente tra i giunti caratteristici. Costituisce la base dell'acquifero profondo.

3.3 ASPETTI LITOTECNICI

Sulla base delle caratteristiche geomorfologiche del settore in oggetto, per il sito d'intervento e per l'immediato intorno si possono individuare tre unità litotecniche, che costituiscono la base per la redazione della carta delle "microzone omogenee in prospettiva sismica".

In particolare l'area oggetto di edificazione è stata ricondotta a un'unica unità litotecnica di copertura costituita da limo sabbioso e sabbia limosa.

Per completezza sono riportate nel seguito tutte unità litotecniche individuate:

- unità litotecnica di copertura: coltri eluvio-colluviali ascrivibili a limo argilloso, argilla limosa ed argilla sabbiosa con subordinata frazione a grana grossa di spessore significativo;
- unità litotecnica di copertura: depositi alluvionali attuali ascrivibili a ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa;
- unità litotecnica di substrato: materiali ascrivibili a marne calcaree e calcari marnosi (Formazione dei Calcari di Monte Antola).

3.4 MICROZONAZIONE SISMICA

Per quanto riguarda gli aspetti di carattere sismico nell'area di studio è possibile individuare zone stabili, per le quali il moto sismico atteso è passibile di fenomeni di amplificazione (rispetto a condizioni ideali di sito in roccia e morfologia pianeggiante) a causa delle peculiari caratteristiche morfologiche e litostratigrafiche locali.

In tal senso, nella carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (FIGURA 5) l'area d'intervento è stata ricompresa in una zona stabile suscettibile di amplificazione per effetti topografici e litostratigrafici (B2): si tratta, nello specifico, di un ambito di versante in cui è presente roccia affiorante e/o subaffiorante con copertura eluvio-colluviale mediamente pari a 3 m, caratterizzata da una pendenza con inclinazione superiore a 15°.

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

L'ambito di fondovalle, compreso nell'area di studio ma non interessato direttamente dall'intervento a progetto, è stato invece inserito in una zona stabile suscettibile di amplificazione per effetti litostratigrafici (B3).

Il restante ambito di versante caratterizzato da substrato roccioso affiorante o subaffiorante con coltri sottili, comprende settori a cui possono essere associati fenomeni amplificativi di carattere topografico (B1).

Completa il quadro di microzonazione la classificazione delle falesie attive che si sviluppano lungo la fascia costiera in zone C1 (aree soggette ad instabilità).

4. ZONIZZAZIONE O SUSCETTIVITÀ D'USO DEL TERRITORIO

L'incrocio ragionato dei contenuti degli studi propedeutici di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico, litotecnico e sismico ha consentito di ricomprendere l'areale d'intervento in un ambito sufficientemente omogeneo (Zona A1 e Zona A2 – FIGURA 7) che comprende settori di versante caratterizzati dalla presenza di coperture sciolte di natura detritico colluviale e spessore plurimetrico. Le due zone individuate, seppur molto simili dal punto di vista morfologico, sono state distinte nella cartografia di sintesi in base al solo dato relativo allo spessore delle coltri che, nella pozione superiore appaiono contenute entro i 3 m, mentre nella porzione basale risultano generalmente superiori a 3 m.

In funzione dei dati geomorfologici dedotti dal rilevamento di superficie e dalle prove in sito l'area d'intervento A1 presenta limitati condizionamenti di ordine geomeccanico e geotecnico, relativi alla natura della copertura sciolta. L'area d'intervento A2 presenta limitati condizionamenti di ordine geotecnico e idrogeologico legati alla natura delle coltri ed alla circolazione idrica al piede del versante. Le problematiche individuate sono superabili in entrambi i casi con interventi di media onerosità e difficoltà, con riferimento particolare alla scelta dei criteri di preparazione delle aree e dei relativi metodi di sbancamento.

In prospettiva sismica entrambe le aree possono costituire una zona omogenea caratterizzata dalla presenza di coltri di potenza significativa, con valori di acclività superiori a 15° e con potenziale amplificazione locale del moto sismico per effetti topografici e litostratigrafici .

La descrizione e trattazione delle zone individuate è derivata dalle carte di analisi e dal profilo stratigrafico: nelle classi descritte sono compresi tutti i terreni sottoposti alla variante allo strumento urbanistico generale, mentre non sono stati considerati i settori di territorio in cui non sono previsti interventi specifici.

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

5. INDAGINI SISMICHE DI SECONDO LIVELLO

Nella cartografia allegata è stata prodotta la carta di microzonazione sismica di primo livello fondata sulle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del comparto.

Dall'esame dell'elaborato prodotto (*Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica)* si evince che il comparto di edificazione presenta caratteristiche di omogeneità dal punto di vista della risposta sismica locale, in quanto il settore ove è previsto il progetto è ricompreso interamente nella classe B2 *"amplificazione sismica per effetti topografici e litostratigrafici"*.

Occorre specificare che nella DGR n.714 del 21.06.2011 nel paragrafo relativo agli *"ambiti di applicazione della DGR n. 471/10"* si chiarisce che *" ai fini della realizzazione degli interventi previsti dagli strumenti di pianificazione territoriale, si applicano in ogni caso le Norme Tecniche per le Costruzioni, le quali prevedono il calcolo delle azioni sismiche di progetto considerando i fenomeni amplificativi dovuti alle caratteristiche stratigrafiche, geotecniche e topografiche del sito.*

Nel caso di specie il comparto edificatorio di riferimento ha messo in luce una sostanziale uniformità dei caratteri litologici e geomorfologici dell'intero comparto edificatorio.

Alla luce di quanto sopra pertanto si ritiene che relativamente al presente progetto edilizio che comporta una variante allo S.U. vigente i cui procedimenti conducono al rilascio del titolo edilizio gli approfondimenti relativi alla zonizzazione sismica di II livello non debbano essere svolti.

Occorre osservare altresì che gli interventi in progetto risultano soggetti alla normativa sulle costruzioni (DM 17.01.2018) che prevede la progettazione delle azioni sismiche definite a livello puntuale, con approfondimento più completo di quanto previsto dalla DGR 471/2010.

In relazione a quanto sopra è stato previsto, nel programma di indagini, di associare l'indagine geofisica già effettuata con una campagna geognostica da realizzarsi nella successiva fase esecutiva.

6. INDAGINI E PROVE IN SITO

Come indicato in premessa, sono state eseguite nell'area di intervento, sia indagini geofisiche sia prove geotecniche e in particolare:

- n.4 prove penetrometriche dinamiche in continuo con penetrometro leggero;
- n. 1 stesa sismica a rifrazione

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

Tutti i dati raccolti verranno sinteticamente commentati nel prosieguo facendo riferimento alla carta delle prospezioni che raccoglie tutte le indagini già eseguite (FIGURA 6), mentre per quanto riguarda gli elaborati grafici di riferimento si rimanda all'ALLEGATO 2.

6.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

A supporto delle attività di rilevamento geologico di superficie, allo scopo di determinare il profilo stratigrafico e geotecnico dei terreni a ridosso di alcune opere previste, sono state eseguite n.4 prove penetrometriche dinamiche con strumentazione medio-leggera tipo "Emilia" in accoppiata con n.1 prospezione sismica a rifrazione.

Le 4 prove penetrometriche dinamiche in avanzamento dal piano campagna sono state condotte seguendo le indicazioni sulle metodologie e standard di lavoro per le prove geotecniche in sito (Cestari, 1990) e sono state ubicate come riportato nella carta delle prospezioni:

- n.2 prove in corrispondenza della fondazione dell'area destinata a parcheggio (PP3-PP4)
- n.2 prove nelle arre pertinenziali alla base degli edifici da demolire e ricostruire (PP1-PP2).

Le indagini geotecniche sono state spinte fino ad una profondità massima di 4.0 m (PP3) da p.c. e interrotte al rifiuto strumentale, che si ritiene possa esser correlato con il tetto dell'orizzonte più alterato e fratturato del substrato roccioso, passante a migliori condizioni di conservazione in profondità.

Durante lo svolgimento della prova geotecnica in sito non è stata rilevata una circolazione idrica sotterranea, ma solo condizioni di naturale umidità del terreno.

Il dettaglio dei logs penetrometrici è riportato nell' Allegato 2; in sintesi sono stati individuati i seguenti orizzonti stratigrafici:

- la prova PP1 mette in luce la presenza di terreni di riporto superficiale più consistenti seguiti da un orizzonte di terreno naturale a minore resistenza dinamica;
- le prove PP2 e PP3 evidenziano la presenza in superficie di terreni a bassa resistenza dinamica (fino a oltre 2 m dal p.c.) con progressivo incremento dei valori con la profondità;
- la prova PP4 ripetuta due volte è poco indicativa in quanto la penetrazione si è arrestata attorno al metro di profondità.

6.2 INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE

Nella presente fase di studio si è provveduto ad integrare le informazioni acquisite dal rilevamento di superficie e dalle indagini geotecniche attraverso l'esecuzione di una campagna

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

geofisica con l'obiettivo di fornire una ricostruzione dell'assetto stratigrafico del sito ove è previsto il nuovo parcheggio a due piani e definire più in generale il tipo di suolo mediamente presente nel comparto edificatorio.

Le indagini sono consistite nell'esecuzione di una prospezione sismica superficiale a rifrazione con la tecnica delle onde di compressione della lunghezza complessiva di 42 m, ubicata come riportato nella FIGURA 6.

La prospezione sismica è stata condotta utilizzando 12 geofoni a interdistanza di 2 m ed eseguendo 7 energizzazioni (shot), con le quali è stato possibile evidenziare le variazioni della morfologia dei rifrattori. In sintesi, la prospezione ha permesso di ricavare la seguente situazione sismo-stratigrafica:

- in superficie è presente un primo orizzonte di spessore compreso tra 3.0 e 4.1 m, con velocità delle onde sismiche oscillanti attorno a 400 m/s, ascrivibile alla copertura sciolta rimaneggiata, in condizioni di naturale umidità e poco addensata;
- al di sotto si rileva un livello caratterizzato da velocità più elevate delle onde sismiche, tra 2000 e 2100 m/s, fino a profondità superiori a quelle d'indagine; l'orizzonte è assimilabile al substrato roccioso, seppur fratturato e degradato negli orizzonti superficiali, passante in profondità a migliori condizioni di conservazione.

L'indagine sismica ha permesso, inoltre, di acquisire alcune informazioni utili per definire il contenuto d'acqua nel terreno; le basse velocità sismiche registrate nei livelli superficiali (Vp = 400 m/s), inferiori alla velocità delle stesse in un mezzo saturo, consentono di valutare i terreni asciutti, in condizioni di naturale umidità.

I dettagli della stesa sismica a rifrazione, unitamente al commento dei risultati e ai grafici relativi ai tempi di arrivo letti, quote topografia e rifrattori, velocità primo strato, rifrattori e sezione interpretativa sono riportati nell'ALLEGATO 2.

7. STRATIGRAFIA E DEFINIZIONE DEI PARAMETRI MEDI

L'assetto stratigrafico sito specifico è stato ricostruito sulla base di un approfondito rilevamento sul terreno esteso anche all'immediato intorno del sito d'intervento.

Tale attività di superficie ha consentito l'individuazione di alcuni limitati affioramenti lapidei in adiacenza all'area d'intervento e nell'immediato intorno.

Tali affioramenti sono associati a un orizzonte sciolto superficiale di natura detritico-colluviale localmente rimaneggiato a terrazzamenti. La localizzazione e la distribuzione degli affioramenti lapidei mappati ha consentito di ottenere una prima stima della potenza della copertura detritico-colluviale in corrispondenza del sito d'intervento e la sua variabilità areale: in base ai dati ad oggi in possesso, da integrare con una campagna di approfondimento

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

geognostico, la potenza massima è individuabile in corrispondenza della fascia pedemontana, ove è prevista la nuova area di parcheggio.

Occorre sottolinare tuttavia che tutta l'area ha subito consistenti rimaneggiamenti con riporto di materiale, per cui il modello geologico di riferimento potrà essere affinato sia attraverso le indagini di approfondimento sia attraverso gli esiti dei primi movimenti terra nelle aree pertinenziali.

Per la caratterizzazione fisico-meccanica preliminare dell'orizzonte sciolto superficiale è stato fatto riferimento ai risultati delle indagini in sito condotte nella presente fase di fattibilità preliminare.

Per la caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso sono stati utilizzati i dati derivanti dal rilevamento eseguito sugli affioramenti visibili.

Alcuni degli elementi descritti sono riportati in una sezione stratigrafica ipotizzata, tracciata in corrispondenza della nuova area di parcheggio prevista mediante l'elaborazione grafica della sezione fornita dal Progettista: l'elaborato grafico è stato preparato al fine di consentire la comprensione dei rapporti geometrici esistenti tra gli orizzonti descritti in una zona significativa dal punto di vista progettuale (FIGURA 9).

Dal punto di vista meccanico è possibile distinguere due mezzi a diverso comportamento: la copertura sciolta e il sottostante substrato roccioso, comprendendo in tale unità anche il livello più superficiale, fortemente alterato e fratturato (cappellaccio d'alterazione).

Sono di seguito attribuiti ai livelli individuati i parametri geotecnici e geomeccanici medi, mentre per quanto attiene alle verifiche agli stati limite sulle opere interagenti con i terreni dovranno essere contenute in un apposito elaborato di carattere geotecnico (relazione geotecnica), prodotto contestualmente alla progettazione strutturale.

7.1 COLTRE SCIOLTA

Si ritiene che, in ragione della sua genesi e del rimaneggiamento subito, tale orizzonte sia caratterizzato da una marcata disuniformità dal punto di vista granulometrico e sia rappresentato da materiali non selezionati costituiti in prevalenza da sabbia argillosa e limo sabbioso-argilloso scarsamente addensati con subordinate scaglie e frammenti lapidei.

Il modello geotecnico di riferimento per le coperture sciolte con fuso granulometrico così ampio, non è facilmente definibile: nonostante la presenza di frazione fine, si preferisce assimilare il terreno in oggetto a un mezzo a grana grossa scarsamente addensato.

La densità secca è stimata in 15-16 kN/m^3, mentre in condizioni naturali, prossime alla saturazione, il peso di volume si attesta su valori tra 18 e 19 kN/m^3.

Per quanto attiene ai parametri di resistenza al taglio, l'esame dei logs penetrometrici e dei diagrammi relativi all'andamento dell'angolo di attrito con la profondità, si può stimare un valore di angolo di attrito efficace compreso tra 28°÷30° e coesione drenata nulla.

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

Tale livello, in ragione delle scadenti caratteristiche geotecniche, non può costituire un orizzonte di riferimento per la posa in opera delle fondazioni, che dovranno in ogni caso essere riferite al basamento lapideo. La sintesi di quanto descritto è riportato nella tabella sottostante.

Densità secca (kN/m^3)	Peso di Vol nat. (kN/m^3)	Ang. di attrito eff. (°)	Coesione dren. (kPa)	Modulo Elastico (MPa)
15-16	18-19	28.0 - 30.0	0	11.0-15.0

7.2 SUBSTRATO ROCCIOSO VARIAMENTE ALTERATO E FRATTURATO

Al fine di stabilire il modello di riferimento più idoneo per la caratterizzazione dell'ammasso roccioso sugli affioramenti lapidei più rappresentativi si è provveduto all'esecuzione di un rilevamento strutturale e geomeccanico.

La successione litologica osservata si compone di livelli di calcare marnoso e marna calcarea con subordinati interlivelli marnosi e argillitici. In ragione dello stato di fratturazione dell'ammasso roccioso nel contesto dell'area di intervento sono state riconosciute alcune famiglie sistematiche, contraddistinte dal seguente assetto giaciturale medio:

SISTEMA	DIR./INCL./IMM
Stratificazione St	(NS 30 W)
Giunto K1	(N130 70 NE)
Giunto K2	(N30 //)

Da un primo esame sui limitati affioramenti il giunto di strato (St) presenta un assetto complessivamente monoclinale, con un andamento da indifferente a favorevole rispetto al pendio, con piegamenti e dislocazioni che ne hanno determinato una certa dispersione, anche alla scala dell'affioramento; le famiglie di fratture appaiono piuttosto persistenti e tendono a isolare blocchi di forma da irregolare a romboedrica e volumetria per lo più metrica.

La definizione delle caratteristiche del substrato roccioso, è stata derivata dai dati ottenuti con la campagna geofisica utilizzando la seguente relazione che correla il Q-index alla velocità delle onde di compressione V_P rilevate (BARTON ET AL., 1992):

$$Q = 10^{(Vp-3500)/1000}$$

Inserendo un intervallo di Vp compreso tra 2000 m/s e 2200 m/s, si ottiene un indice Q tra 0.03 e 0.05. Adottando la correlazione tra l'indice Q e il valore RMR (BIENIAWSKI, 1989; COPPOLA ET AL., 1994; 1992; CORTEMIGLIA ET AL., 1996):

$$RMR = 9 \log Q + 44$$

si ricava un valore di RMR compreso tra 30 e 32 (TABELLA 1).

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

Tali valori sono stati confrontati con i risultati ottenuti dalle osservazioni di superficie sui limitati affioramenti lapidei all'intorno, che hanno consentito di definire la qualità dell'ammasso roccioso attraverso l'applicazione della metodologia proposta da MARINOS & HOEK (2000) che prevede l'utilizzo del Geological Strenght Index (G.S.I.).

Da quanto rilevato sul terreno, si è constatato che il substrato lapideo presenta una struttura fratturata (ammasso non disturbato, con tre sistemi di famiglie di giunto che isolano blocchi a forma prevalentemente cubica), mentre per quanto attiene alle caratteristiche delle discontinuità si sono riscontrate condizioni da mediocri (giunti lisci con superficie moderatamente alterata) a scadenti (giunti levigati, superfici alterate con riempimento compatto o frammenti angolari).

Il rilevamento effettuato ha consentito di derivare un intervallo di valori del G.S.I. compreso tra 30 e 35, che appare coerente con quanto riportato dagli Autori per le formazioni flyschoidi di tipo D *(successione di strati duttili con strati fragili)* - (TABELLA 2) e del tutto confrontabile con i risultati ottenuti dall'indagine geofisica.

In particolare, le velocità relativamente medio-basse riscontrate potrebbero essere riconducibili a variazioni nell'assetto strutturale, associate a un grado di fratturazione piuttosto pervasivo che determina una certa dispersione del segnale sismico, oppure alla presenza, nell'ambito della successione flyschiode, di una prevalenza dei litotipi argillitici rispetto al calcare marnoso. Tali ipotesi, non direttamente verificabili in superficie a causa della scarsa rappresentatività degli affioramenti lapidei, potranno essere confermate a seguito degli accertamenti diretti in fase di cantiere.

La definizione della resistenza alla compressione monoassiale della matrice rocciosa è stata ottenuta indirettamente attraverso alcuni test con lo sclerometro tipo 'L' sugli stessi affioramenti oggetto della precedente analisi: l'elaborazione dei dati ha consentito di derivare un intervallo compreso tra 20 MPa e 30 MPa.

In rapporto all'assetto stratigrafico e alla tipologia progettuale, il comportamento meccanico dell'ammasso roccioso è stato ricavato applicando il modello *continuo-equivalente,* mentre i parametri di resistenza al taglio sono desunti con l'inviluppo a rottura stabilito con il criterio empirico di Hoek-Brown (HOEK ET AL., 2002), adottando i seguenti valori di ingresso:

- resistenza a compressione monoassiale della matrice rocciosa (σ_c) = 25 MPa;
- G.S.I. = 30;
- costante m_i = 7±2 (*chalk*);
- fattore di disturbo (D) = 0.7;
- "modulus ratio" (MR) = 1000±0 (HOEK & DIEDERICHS, 2005);
- peso di volume del materiale roccia (γ) = 26.0 kN/m^3.

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

I risultati analitici sono riportati nella TABELLA 3, illustrativa dei suddetti parametri e delle restituzioni ottenute con apposito programma di calcolo (ROCLAB 1.033, 2013), sintetizzati per pronto riferimento di seguito:

- coesione = 0.038 MPa;
- angolo di attrito ≈ 41°;
- modulo di deformazione ammasso roccioso ≈ 900 MPa;

Si evidenzia che questi valori sono stati calcolati in un intervallo tensionale fino a 130 kPa, ritenuto rappresentativo in rapporto alla tipologia progettuale e all'assetto stratigrafico ricostruito.

8. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA

Secondo quanto contenuto nelle Norme Tecniche sulle Costruzioni, a livello progettuale è necessario controllare il grado di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che si possono verificare nel sito in oggetto e valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, attraverso la definizione dell'entità e delle caratteristiche dell'azione sismica.

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base espressa a sua volta in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g (in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente S_e (T) con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R.

Ai fini della normativa, le forme spettrali sono definite a partire dai parametri:

- a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno;
- 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.

Alla luce delle suddette Norme Tecniche, gli spettri sismici dipendono non più dalla zona sismica come nelle precedenti normative (O.P.C.M. 3274/2003 e s.m.i), ma dalle coordinate geografiche del sito. Al fine di ricavare i valori dei suddetti parametri a partire dai nodi del reticolo di riferimento per un assegnato periodo di ritorno, sono di seguito riportate le coordinate ED 50 dell'area d'intervento (Microsoft Virtual Earth, 2009):

- latitudine: 44,339040 N
- longitudine: 9,268066 E

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

Occorre, tuttavia, considerare che il moto generato da un sisma in un sito dipende anche dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche stratigrafiche e topografiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi, nonchè dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Tali fattori tendono a modificare le caratteristiche del segnale sismico rispetto a quello di un sito di riferimento rigido come definito precedentemente.

L'influenza del profilo stratigrafico sulla risposta sismica locale può essere valutata, in prima approssimazione, ricavando la velocità equivalente delle onde S nei primi 30 m dal piano di posa fondazionale (Vs_{30}) e riconducendo l'assetto stratigrafico del sito a una specifica categoria di sottosuolo: con riferimento al profilo stratigrafico proposto nel presente documento e alla necessità di riferire tutte le nuove costruzioni al basamento lapideo, si può ritenere valida una categoria di sottosuolo di tipo A che comprende *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.*

Per quanto riguarda gli effetti topografici, ovvero la modifica all'azione sismica indotta dalla geometria superficiale del terreno, la morfologia del sito è stata associata alla categoria T2 (pendii con inclinazione media > 15°) delle N.T.C. 2018.

9. GESTIONE E UTILIZZO TERRE E ROCCE DA SCAVO

Il progetto prevede movimentazioni terra di una certa rilevanza con la produzione di materiale di risulta riconducibile a un mezzo a prevalente frazione limoso-sabbiosa con subordinata argilla e scheletro lapideo. La gestione di tale terreno è sottoposta a un regime normativo differente a seconda del riutilizzo previsto.

Per la gestione delle terre e rocce da scavo è vigente dal 31 agosto 2017 il Decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017 n. 120 "*Riordino e semplificazione della disciplina sulla gestione delle terre e rocce da scavo – Attuazione articolo d, DL 133/2014 – Abrogazione DM 161/2012 _ Modifica articolo 184-bis del Dlgs 152/2006*"

Salvo diverse disposizioni emanate con D.G.R. dalla Regione Liguria, intervenute prima dell'inizio lavori, nel caso in cui parte del materiale scavato venga riutilizzato all'interno dello stesso sito è obbligo del proponente di effettuare indagini e analisi atte a integrare le conoscenze disponibili e a supportare le valutazioni in ordine alla sussistenza dei requisiti di non contaminazione delle terre movimentate.

Nel caso in cui si volesse riutilizzare il materiale di scavo in un altro sito occorre predisporre una comunicazione ad ARPAL secondo le modalità indicate nel D.P.R. n. 120/2017.

In alternativa il materiale di risulta può essere trattato come rifiuto e conferito in idoneo sito di recupero o smaltimento.

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

10. PROGRAMMA D'INDAGINI IN FASE ESECUTIVA

In considerazione delle tematiche affrontate nei paragrafi precedenti unitamente all'esigenza di identificare le più opportune metodologie di scavo e adeguate soluzioni fondazionali, propedeuticamente alle fasi operative dell'intervento si ritiene necessario eseguire una specifica campagna d'indagine finalizzata a definire:

- l'assetto stratigrafico dei terreni interessati dalle opere in progetto;
- la natura e le proprietà meccaniche dei terreni sciolti;
- lo stato di conservazione e le caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso;
- la definizione della categoria di suolo di fondazione necessaria per determinare i parametri di pericolosità sismica.

Nel corso di tale fase d'indagine esecutiva è indispensabile che sia garantita la presenza del Geologo, per l'esatta definizione del grado d'approfondimento degli studi, in rapporto alle problematiche che potranno originarsi durante gli accertamenti. La relativa documentazione inerente ai risultati delle indagini e delle prove sarà trasmessa attraverso una relazione a carattere esecutivo.

Tenendo conto che nel dicembre 2018 sono state eseguite n.4 prove penetrometriche dinamiche e n.1 stese sismiche a rifrazione, per la campagna geognostica di approfondimento è stato definito un programma esposto nel seguito, tenendo presente che tutte le attività saranno eseguite sulla base di apposite specifiche tecniche che saranno fornite alla Committenza, che potranno comportare una variazione nel numero e nella posizione dei sondaggi.

Sono stati previsti per la fase esecutiva:

- n.5 sondaggi geognostici ad asse verticale e carotaggio continuo (10-15 m di profondità dal p.c.) la cui ubicazione è indicativamente riportata nella FIGURA 6;
- durante lo svolgimento delle perforazioni saranno condotte prove geotecniche in foro e prelevati campioni rappresentativi di terreno e roccia da sottoporre ad analisi di laboratorio.
- alcuni fori di sonda, eseguiti con diametro di perforazione Ø 127 mm, dovranno essere condizionati con tubi piezometrici in PVC microfessurato da 2" ai fini del rilievo delle pressioni neutre; per i particolari esecutivi della strumentazione piezometrica si rimanda alle norme A.G.I. (1977).
- le zone non investigate attraverso le perforazioni saranno oggetto anche di indagini dirette attraverso pozzetti esplorativi eseguiti mediante idonei mezzi meccanici.

Le analisi sulle terre consisteranno nell'identificazione dei campioni (granulometria per via umida, areometria, limiti di Atterberg, peso di volume); nel caso la granulometria delle terre

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

lo consentisse, si prescrive il prelievo di campioni indisturbati per l'esecuzione di prove di taglio diretto e prove edometriche ad incrementi di carico controllati, al fine di consentire la definizione diretta del comportamento meccanico dei terreni interessati dalle opere a progetto.

11. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il presente documento contiene la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito, ottenuta attraverso la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici e geomorfologici del comparto d'intervento.

In riferimento alla classificazione riportata nel Piano di Bacino si evidenzia che l'area di intervento è caratterizzata nel suo complesso da pericolosità geomorfologica media e bassa (Pg3B); inoltre la carta della franosità reale non riporta fenomeni franosi nell'area in esame.

Considerando la tipologia progettuale, si ritiene che l'intervento non costituisca un aggravio delle condizioni di suscettività al dissesto, non determini interferenze negative con le condizioni di suscettività al dissesto circostanti. Inoltre, si ritiene che seguendo le prescrizioni tecnico-operative esposte in questa sede la realizzazione delle opere a progetto non comporti pericolo o aumento del rischio.

La proposta progettuale prevede la ristrutturazione senza ampliamento dell'edificio principale, la demolizione e ricostruzione di edifici pertinenziali e la realizzazione di un parcheggio e di una piscina: gli interventi appaiono assentibili in rapporto alle disposizioni contenute nelle Norme di Attuazione del Piano di Bacino.

Pertanto, sulla base della classificazione degli strumenti di pianificazione del territorio vigenti e in considerazione della ricostruzione delle caratteristiche geologiche s.l., per gli aspetti di competenza si esprime un giudizio positivo in merito alla fattibilità tecnica dell'intervento a progetto e alla compatibilità normativa dello stesso in rapporto al grado di pericolosità geomorfologica del Piano di Bacino.

Dal punto di vista strettamente progettuale, contestualmente alle verifiche strutturali, prima dell'inizio lavori, dovrà essere redatta una relazione geotecnica, contenente le verifiche agli stati limite relative alle opere strutturali interagenti con i terreni (fondazioni e muri di sostegno), con riferimento e seguito alla definizione dei parametri geotecnici e geomeccanici medi ed ai parametri sismici contenuti nella presente relazione geologica e nell'allegato alla relazione geotecnica.

Sulla base delle normative citate in premessa, nel corso della realizzazione delle opere a progetto dovranno essere disposte e fatte osservare prescrizioni confacenti con le effettive condizioni geologiche accertate nello sviluppo dei lavori, per la loro possibile influenza sul comportamento dell'opera in progetto nel tempo.

Pertanto, si suggerisce di affiancare alla DD.LL. la figura professionale di un geologo, in modo tale che alla fine dei lavori sia redatto un rapporto conclusivo, corredato da una

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

documentazione fotografica sulle più significative fasi d'intervento, in cui sia certificato l'adempimento delle prescrizioni impartite e l'idoneità dei lavori eseguiti in rapporto alla tutela dell'assetto geologico della zona

Chiavari, 11 dicembre 2018

Dott. Geol. Giacomo Canepa



RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

BIENIAWSKI Z.T. (1989) – *Engineering rock mass classification*. J. Wiley & Sons

HOEK E, CARRANZA-TORRES C., CORKUM B. (2002) – *Hoek-Brown failure criterion - 2002 edition*, Proc. North American Rock Mechanics Society meeting in Toronto in July 2002

HOEK E & DIEDERICHS M.S. (2005) – *Empirical estimation of rock mass modulus*. International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences 43 (2006) 203-215

MARINOS P. & HOEK E. (2000) – *GSI: a geologically friendly tool for rock mass strenght estimation*. GeoEng 2000, Melbourne

PROVINCIA DI GENOVA Area 06 Difesa del Suolo, Opere ambientali e Piani di Bacino (2002) – "*Ambito 15-Piano di Bacino stralcio D.L. 180/98 e s.m.i* "

REGIONE LIGURIA (2006) – Ambiente e Territorio-"*Tavoletta 1:25000- Chiavari-Recco*"

SERVIZIO GEOLOGICO ITALIANO (1970) – Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000, F° 83 *Rapallo* 2° ed.

MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI – D.M. 17.01.2018 "*Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*"

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

APPENDICE

NORME DI ATTUAZIONE A CARATTERE GEOLOGICO

Sono forniti criteri operativi di carattere geologico-tecnico, riferiti alle zone interessate dagli interventi a carattere edificatorio sulla porzione di territorio descritto.

In funzione della specificità dell'intervento e della omogeneità geomorfologica del comparto edificatorio che presenta solo lievi variazioni locali nello spessore dei materiali di copertura, comprendendo in questo termine i materiali rimaneggiati e/o riportati, è di seguito definita una normativa di carattere operativo.

ART.1. ATTIVITÀ DI SCAVO

L'inserimento delle opere a progetto nel profilo del versante comporta movimenti terra significativi, necessari per la preparazione dell'area di fondazione dei fabbricati da demolire e ricostruire.

In considerazione dell'ordinata di massimo sterro sono da prevedere opere provvisionali di presidio delle scarpate.

I fronti di scavo temporanei e le opere di sostegno definitive, finalizzati all'inserimento nel profilo del versante dei volumi edilizi previsti, dovranno essere oggetto di specifica progettazione strutturale esecutiva. Sono di seguito suggeriti alcuni accorgimenti tecnici finalizzati all'esecuzione degli scavi in sicurezza.

Gli sbancamenti dovranno essere, in generale, condotti secondo la tecnica a campioni, con ampiezza non superiore a 3.0 – 4.0 m e tamponamento immediato mediante opere di sostegno in cemento armato, verificate sotto il profilo statico-strutturale.

L'apertura di scavi a fronte unico, che comporta la presenza di un'estesa scarpata temporanea subverticale, potrà essere condotta soltanto previa realizzazione di adeguate opere di contenimento, costituite da paratie di m.p. opportunamente tirantate.

Nel corso della fase esecutiva sarà possibile affinare i dati ed elaborare sezioni geologiche constatate attraverso dati geognostici diretti desunti dalle perforazioni previste, utili a definire l'aspetto stratigrafico in corrispondenza dei fronti di sbancamento principali e dimensionare correttamente le opere provvisionali da realizzarsi sul lato monte dello scavo.

I fronti di scavo temporaneo nei terreni di coltre di altezza significativa dovranno essere sagomati in modo tale da formare un angolo di scarpa non superiore a 45° rispetto al piano orizzontale, per minimizzare il rischio d'instabilità e garantire la sicurezza del personale in attività a ridosso dello scavo.

Per quanto riguarda le modalità di sbancamento, gli scavi nella coltre superficiale o nei riporti potranno essere eseguiti mediante escavatore meccanico, mentre per le attività da eseguirsi nel basamento roccioso, molto dipenderà dalle condizioni locali che si incontreranno

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

nel corso dei lavori; per l'abbattimento di un materiale lapideo con resistenza a compressione uniassiale superiore a 10 MPa è in genere necessario l'impiego di un escavatore a braccio sul quale è montato un martellone.

Non si può peraltro escludere che, in ragione del grado di fratturazione della roccia e del suo stato di alterazione, sia possibile utilizzare per gli scavi, almeno parzialmente, un escavatore con benna di sufficiente potenza, avendo comunque sempre disponibile in cantiere l'opzione del martello demolitore.

L'idoneità dei materiali provenienti dagli scavi per i riporti previsti dovrà essere verificato in cantiere prevedendo l'eventuale miscelazione con inerti grossolani.

I riporti dovranno essere in ogni caso rullati e compattati secondo strati sottili (< 50 cm) e con idoneo grado d'umidità in modo tale da garantire la migliore costipazione.

I fronti di scavo di altezza limitata necessari per le nuove opere fondazionali, qualora interessanti il terreno sciolto, dovranno essere adeguatamente sagomati (angolo di scarpa non superiore a 60° rispetto al piano orizzontale).

Il materiale di scavo potrà essere utilizzato in sito o avviato in un sito di riutilizzo secondo le specifiche tecniche di cui al Decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017 n. 120 .

ART.2. PROBLEMATICHE DI FONDAZIONE

In considerazione del profilo stratigrafico preliminare appare necessario realizzare, sia per i nuovi telai in c.a. in elevazione sia per le opere di sostegno, fondazioni attestate per via diretta o indiretta sul basamento roccioso.

Stando alle indagini condotte nella presente fase di fattibilità preliminare e dall'analisi delle tavole progettuali allegate, non tutte le fondazioni possono essere riferite al substrato roccioso sano, per quanto riguarda in particolare l'area ove è previsto il nuovo parcheggio.

Sono tuttavia previste consistenti analisi di approfondimento geognostico, che permetteranno, oltre a verificare la stabilità globale del versante lungo le sezioni più significative, di valutare per ogni intervento in progetto la soluzione fondazionale più idonea.

In prima ipotesi il piano di posa nel settore di monte degli edifici da ricostruire, potrebbe essere riferito direttamente al substrato roccioso. L'appoggio dell'intero sedime dovrà essere predisposto con la massima cura, accertandosi di rimuovere completamente la coltre detritica; qualora, localmente, si verificasse che alla quota del piano di posa siano presenti livelli di terreno sciolto o di roccia alterata, questi andranno rimossi accuratamente fino a raggiungere un orizzonte costituito da roccia in condizioni accettabili.

La quota d'imposta di progetto potrà essere riottenuta mediante la posa in opera di uno strato di calcestruzzo magro d'adeguato spessore.

Nel caso il basamento lapideo si trovasse a quote non compatibili con quelle di progetto occorrerà ricorrere a fondazioni indirette.

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

A titolo indicativo e senza invadere il campo progettuale si suggerisce di adottare una struttura continua (travi o solettone armato dimensionato di tipo rigido) in modo tale da minimizzare, in tutti i casi, eventuali cedimenti differenziali dovuti a una distribuzione non uniforme dei carichi o ad una disomogeneità dei terreni di fondazione.

In particolare, in accordo alle normative vigenti, si rimanda alla relazione geotecnica per tutte le analisi relative al dimensionamento delle strutture di fondazione e di sostegno, comprensive delle verifiche agli stati limite tra la resistenza del terreno e la combinazione delle azioni, sia in condizioni statiche sia in campo dinamico.

ART.3. REGIMAZIONE ACQUE

Per quanto riguarda la regimazione delle acque superficiali, quelle di ruscellamento all'interno del comparto edificatorio dovranno essere correttamente canalizzate nella rete di acque bianche più prossime alla proprietà.

Tutte le acque di ruscellamento superficiale provenienti dalle nuove superfici impermeabili, comprese quelle intercettate dai pluviali dei manufatti abitativi, dovranno essere raccolte in idonei pozzetti e convogliate verso vasche di compensazione delle portate, dimensionate secondo le specifiche tecniche contenute nel paragrafo seguente.

Lo smaltimento delle acque dalle vasche potrà essere realizzato mediante tubazioni di sufficiente lunghezza ed idoneo diametro indirizzate verso la rete di raccolta che afferisce al corso d'acqua principale, T. Semorile, che scorre a valle della proprietà.

Relativamente alle acque profonde si ritiene necessario, durante le operazioni di scavo, prestare la massima attenzione alla captazione e allo smaltimento di eventuali vie di deflusso sub-superficiali intercettate nel corso delle attività di movimentazione terra.

Tutte le nuove opere di sostegno dovranno essere dotate di un sistema di drenaggio per il controllo delle pressioni neutre; questo potrà essere costituito da un'intercapedine di circa 30 ÷ 40 cm di spessore, riempita di ghiaia pulita protetta, al contatto con il terreno, da geotessuto e munita alla base da un tubo in PVC fenestrato di diametro adeguato (ad esempio 200 ÷ 250 mm).

Inoltre, nel corpo delle opere di contenimento dovranno essere allestiti degli scarichi costituiti, ad esempio, da tubi di diametro 100-150 mm, disposti a file verticali ed orizzontali distanti fra loro non più di 2 m, inclinati verso valle di circa 15°, e si dovrà predisporre un'adeguata raccolta dell'acqua di scarico proveniente dal suddetto sistema di drenaggio, al fine di garantirne un corretto allontanamento dalla base.

Nel caso si sia optato, in fase di scavo, per la realizzazione di paratie di m.p., queste dovranno essere dotate di un adeguato sistema di drenaggio per il controllo delle pressioni neutre.

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

Il drenaggio potrà essere completato mediante l'utilizzo di geocompositi drenanti sul paramento interno dell'opera di sostegno.

Anche in questo caso le acque raccolte lungo le superficie di scavo dovranno afferire a tubi di raccolta e convogliate nella rete naturale di smaltimento delle acque bianche.

ART.4. RALLENTAMENTO DEFLUSSI E MITIGAZIONE IMPERMEABILIZZAZIONE

Come indicato nel precedente articolo 3 per favorire il disciplinamento delle acque ed il rallentamento dei deflussi è necessario raccogliere le acque in un sistema di compensazione in grado di ritardare il convogliamento nel corso d'acqua di riferimento, attraverso la ritenzione temporanea.

Il sistema di raccolta è smaltimento è schematicamente costituito dai seguenti dispositivi:

- convogliamento di tutte le acque provenienti dai pluviali e dalle opere di captazione nelle aree pertinenziali entro pozzetti di raccolta;
- collegamenti mediante tubazioni in PVC o similari di tutti i pozzetti e convogliamento delle acque verso una vasca di raccolta (vasca di compensazione delle portate);
- realizzazione di un troppopieno della vasca di raccolta e di un tubo di scarico per convogliare direttamente le acque nel sistema di smaltimento naturale presente a valle del comparto.

Il dimensionamento della vasca di compensazione deve garantire, in caso di evento meteorico eccezionale, un ritardo di almeno un'ora nell'immissione di acqua nel sistema di riferimento a valle.

La vasca dovrà essere predisposta in maniera tale da scaricare le acque mediante valvola di troppopieno sommitale, che entra in funzione durante di emergenza, e scarico di fondo per lo svuotamento della vasca in previsione di un riutilizzo in tempi brevi.

Nei mesi caldi le vasche possono svolgere funzione di accumulo per l'irrigazione delle zone destinate a verde, con carico che non deve superare comunque il 50% della volumetria complessiva.

In prossimità della stagione autunnale la vasca deve essere completamente svuotata per risultare in piena efficienza.

I sistemi necessari per limitare l'impermeabilizzazione consistono nella realizzazione delle zone di parcheggio e manovra con strutture alveolari permeabili.

L'ubicazione delle aree pertinenziali, unitamente alla localizzazione delle nuove superfici impermeabili e delle zone destinate a verde, deve essere riportata in una specifica tavola, parte integrante degli elaborati progettuali .



Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

ALLEGATO 1: FIGURE E TABELLE

Figura n°	Oggetto
1	Corografia dell'area
2	Estratti cartografici Piano di Bacino Stralcio (Ambito 15)
3	Carta geologico-geomorfologica
4	Carta idrogeologica
5	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica
6	Carta delle prospezioni
7	Carta di zonizzazione
8	Planimetria di progetto
9	Sezione stratigrafica area parcheggio

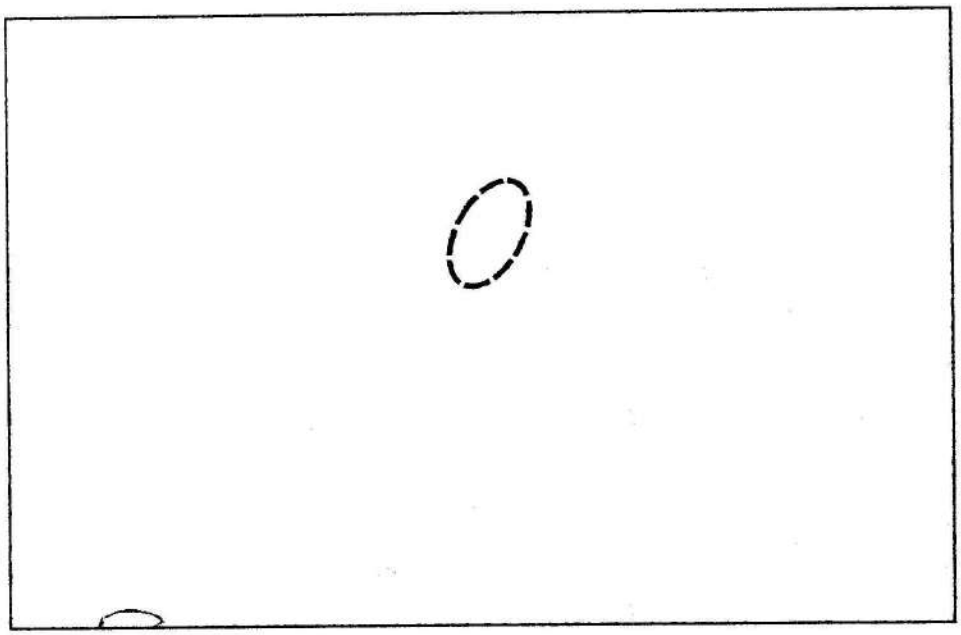
Tabella n°	Oggetto
1	Classificazione geomeccanica R.M.R.
2	Valori stimati del G.S.I. per rocce tipo *Flysch*
3	Inviluppo a rottura dell'ammasso roccioso

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo



FIGURA 1
COROGRAFIA DELL'AREA
in scala 1:5000

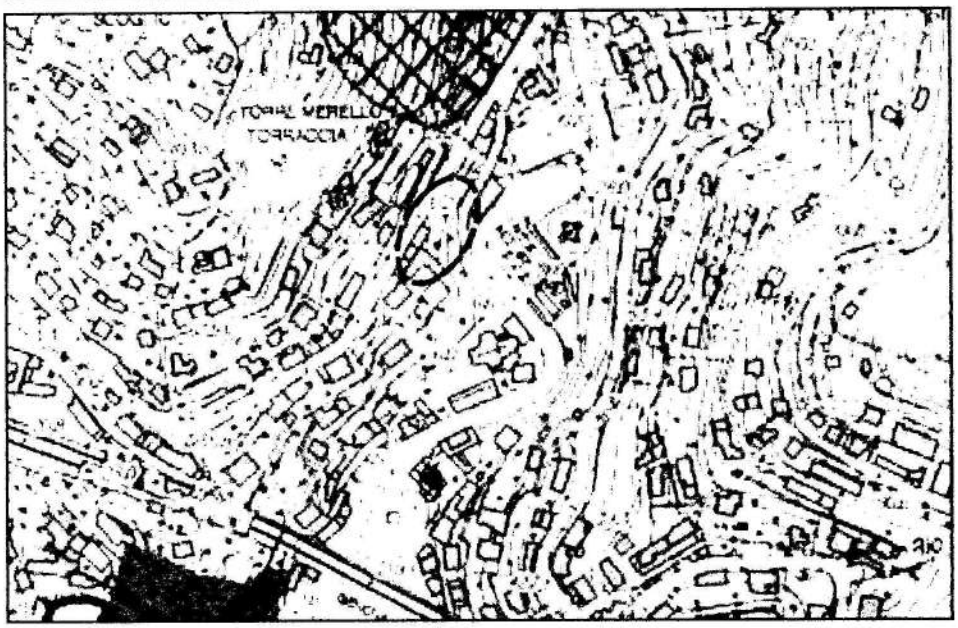
Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo



Legenda

Alveo tombinato

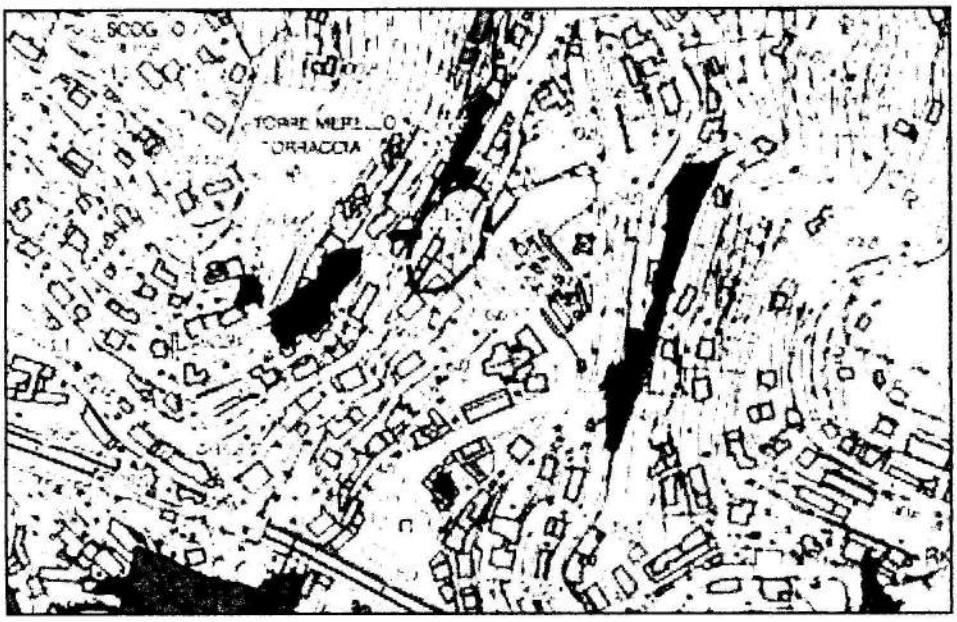
PdB - Ambito 15
Carta delle fasce di esondabilità



Legenda

- Pg3a - elevata
- Pg3b - elevata
- Pg2 - media
- Pg1 - bassa
- Pg0 - molto bassa
- Classi speciali - riporti antropici
- Area di costa alta/falesia attiva

PdB - Ambito 15
Carta della suscettività al dissesto



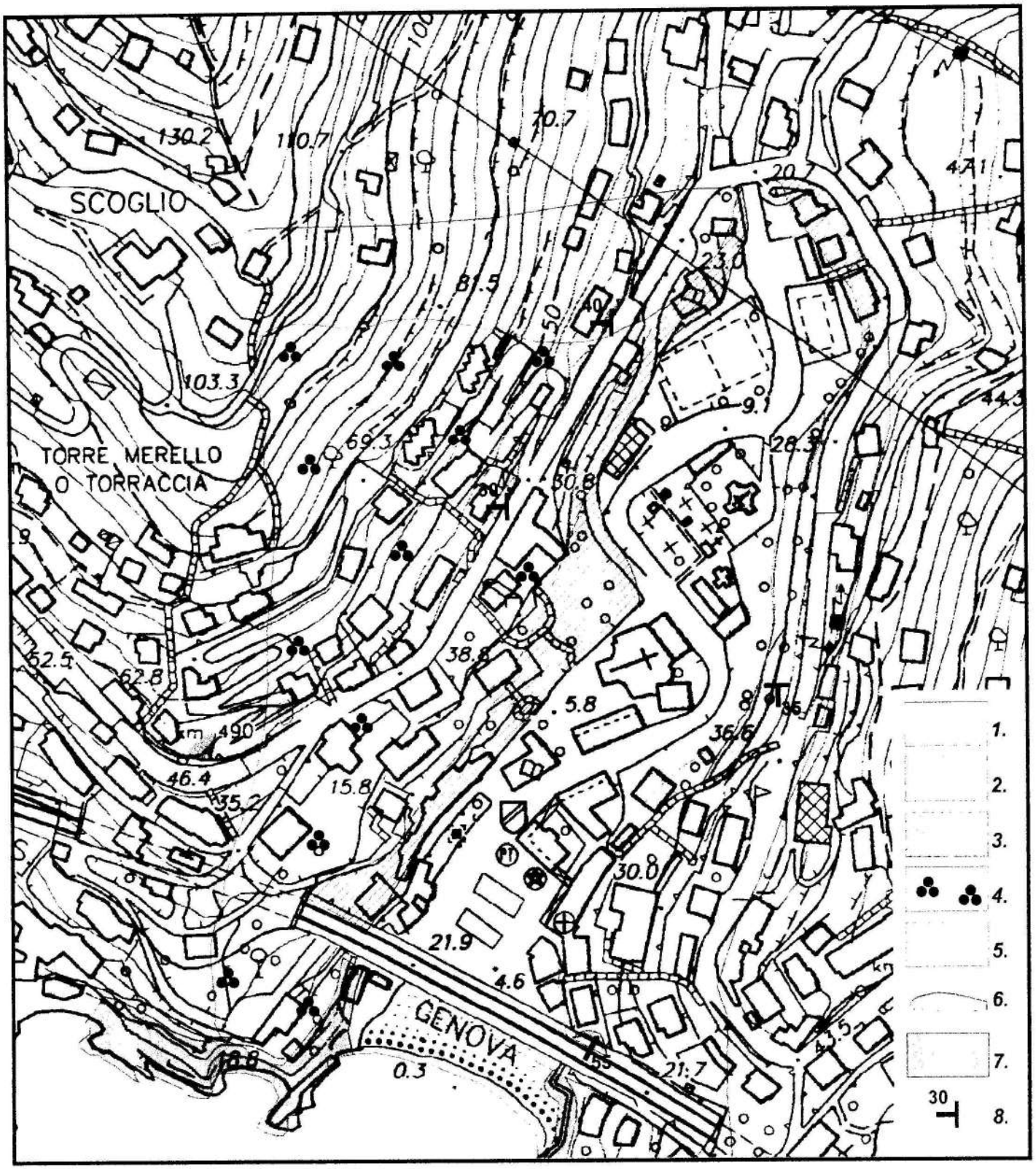
Legenda

- R4 - molto elevato
- R3 - elevato
- R2 - medio
- R1 - moderato
- R0 - lieve o trascurabile

PDB Ambito 15
Carta del rischio geologico

FIGURA 2
ESTRATTI CARTOGRAFICI
PDB Ambito 15 - non in scala

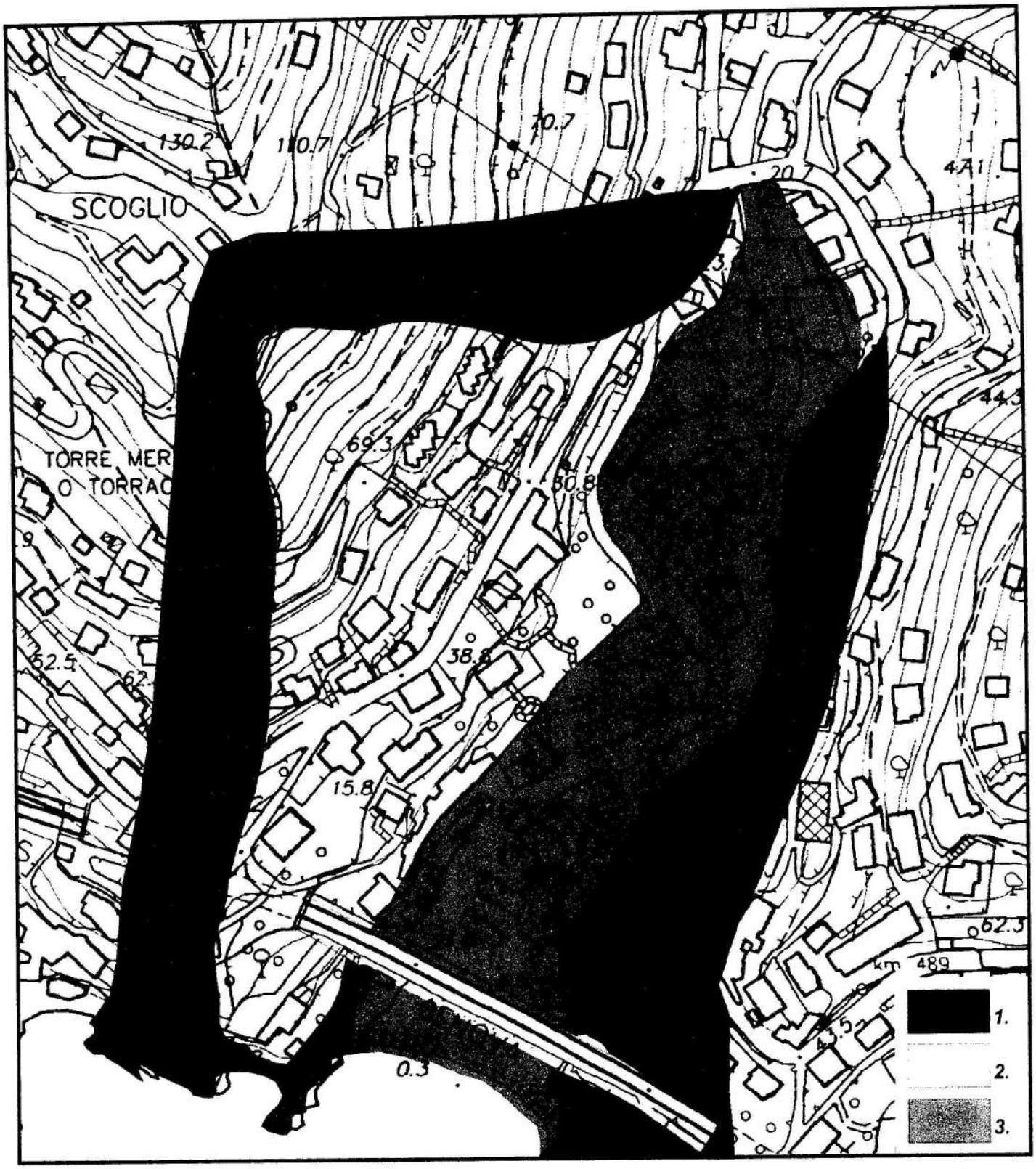
Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo



Legenda: 1. Depositi di spiaggia; 2. Copertura urbana compatta, sovraimposta a depositi alluvionali del T.Semorile; 3. Depositi della fascia pedemontana di potenza talora significativa; 4. Coltri di potenza stimata tra 1-3 m con locali affioramenti del substrato roccioso; 5. Roccia subaffiorante con copertura di spessore modesto; 6. Affioramenti del substrato roccioso; 7. Falesie attive; 8. Giaciture di strato.

FIGURA 3
CARTA GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICA
in scala 1:2500

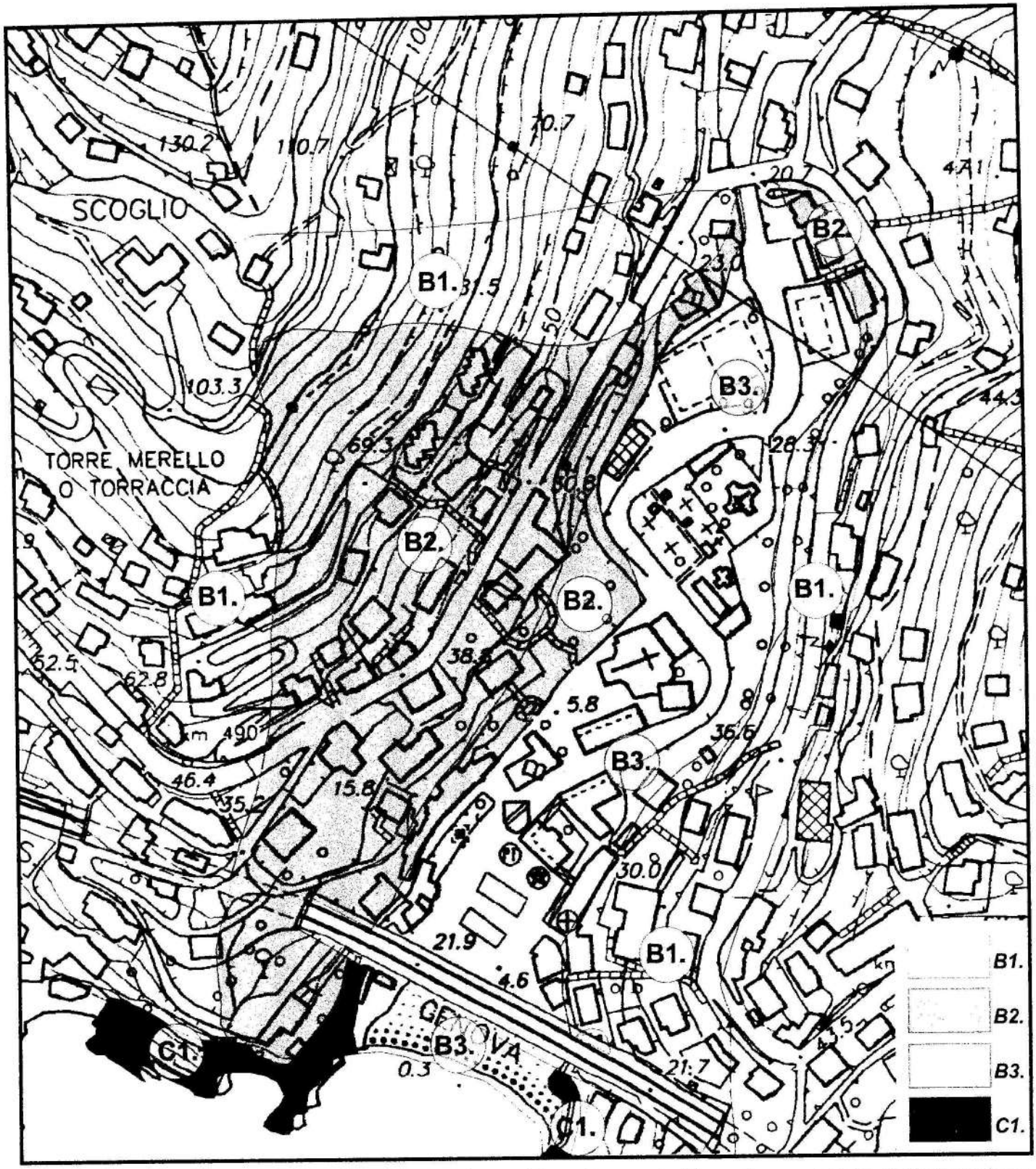
Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo



Legenda : 1. Formazioni rocciose permeabili per marcata fratturazione e/o fessurazione (Calcari di Monte Antola); 2 - Terreni sciolti permeabili per porosità con coefficienti da medi a bassi, acquifero occasionale con trasmissività limitata; 3 - Terreni sciolti permeabili per porosità con coefficienti da medi a elevati, acquifero significativo con trasmissività elevata.

FIGURA 4
CARTA IDROGEOLOGICA
in scala 1:2500

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo



Legenda zone sismiche: B1 - Substrato roccioso affiorante o subaffiorante con grado di fratturazione medio diffuso e pendenza dei versanti superiore a 15° (amplificazione per effetti topografici); B2 - Coltri di potenza significativa in condizioni di acclività superiore a 15° (amplificazione per effetti topografici e litostratigrafici); B3 - Depositi alluvionali (amplificazione per effetti litostratigrafici); C1 - Falesie attive (aree soggette a instabilità di versante).

FIGURA 5
CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA
in scala 1:2500

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

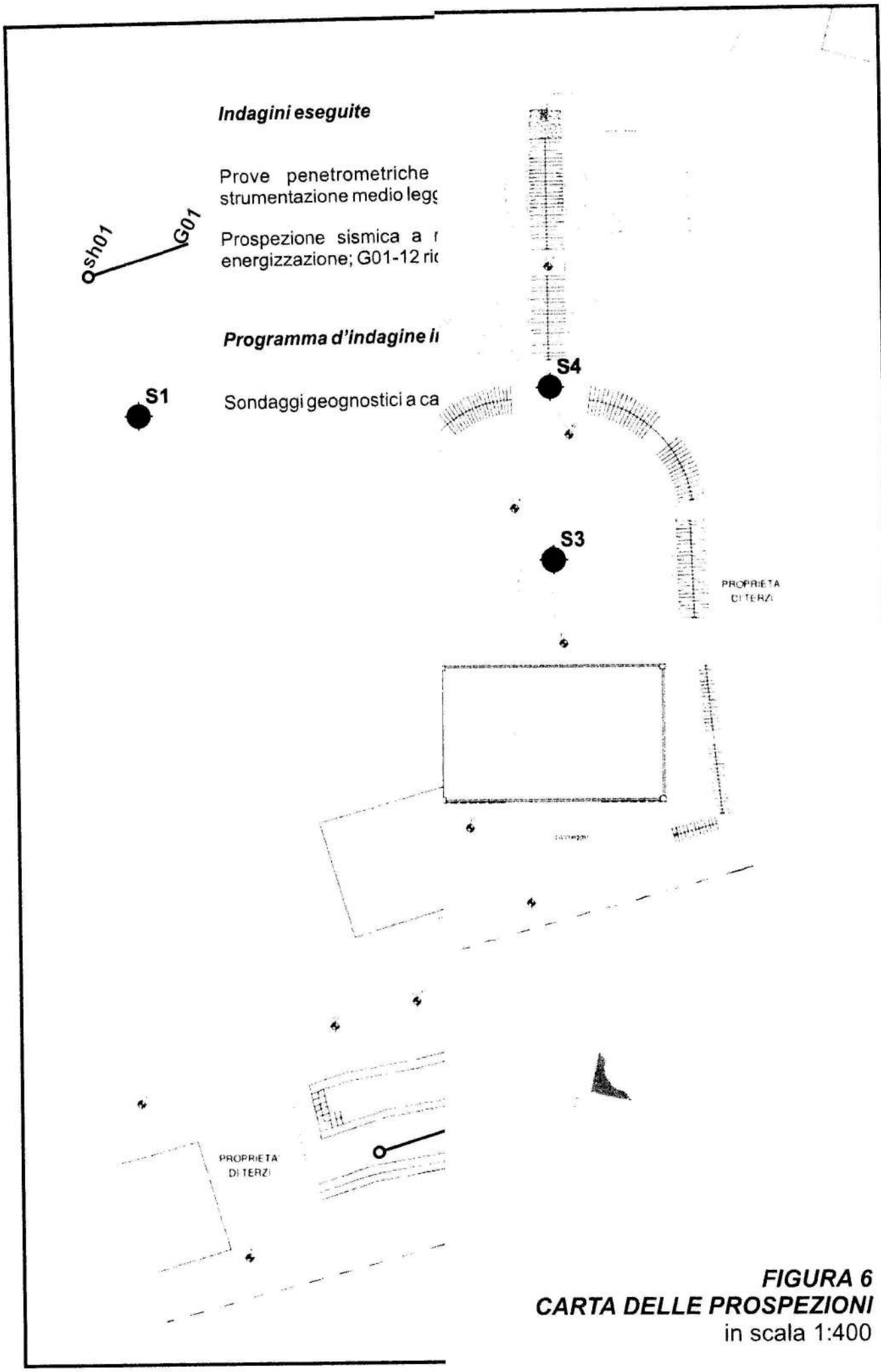


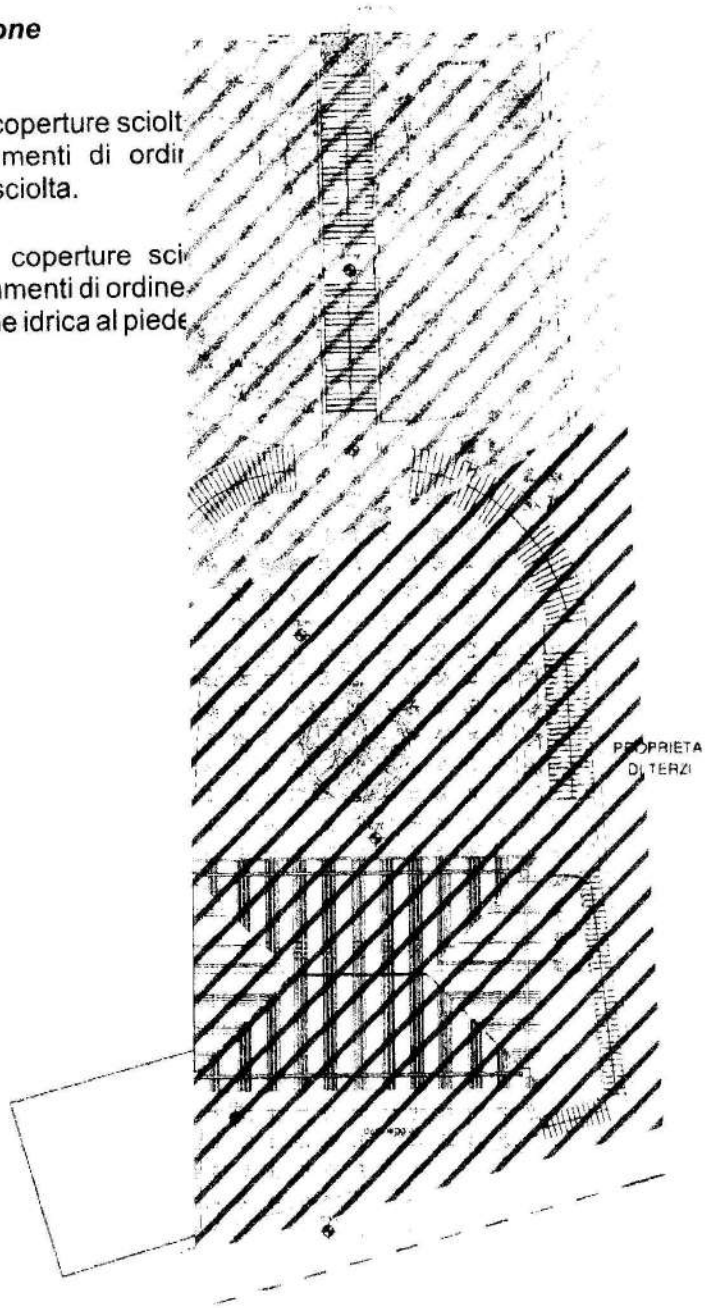
FIGURA 6
CARTA DELLE PROSPEZIONI
in scala 1:400

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

Zonizzazione

Zona A1: coperture sciolt
condizionamenti di ordi
copertura sciolta.

Zona A2: coperture sci
condizionamenti di ordine
circolazione idrica al piede



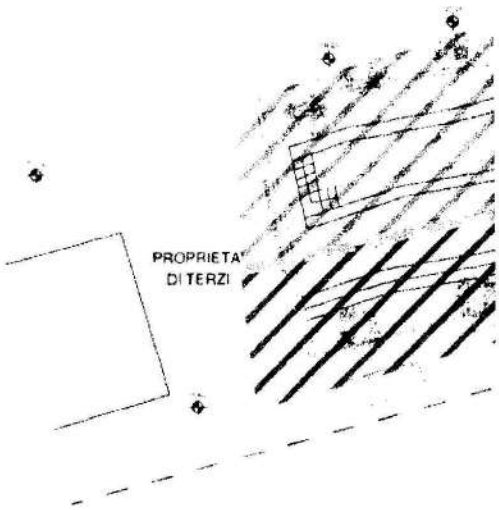


FIGURA 7
CARTA DI ZONIZZAZIONE
in scala 1:400

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

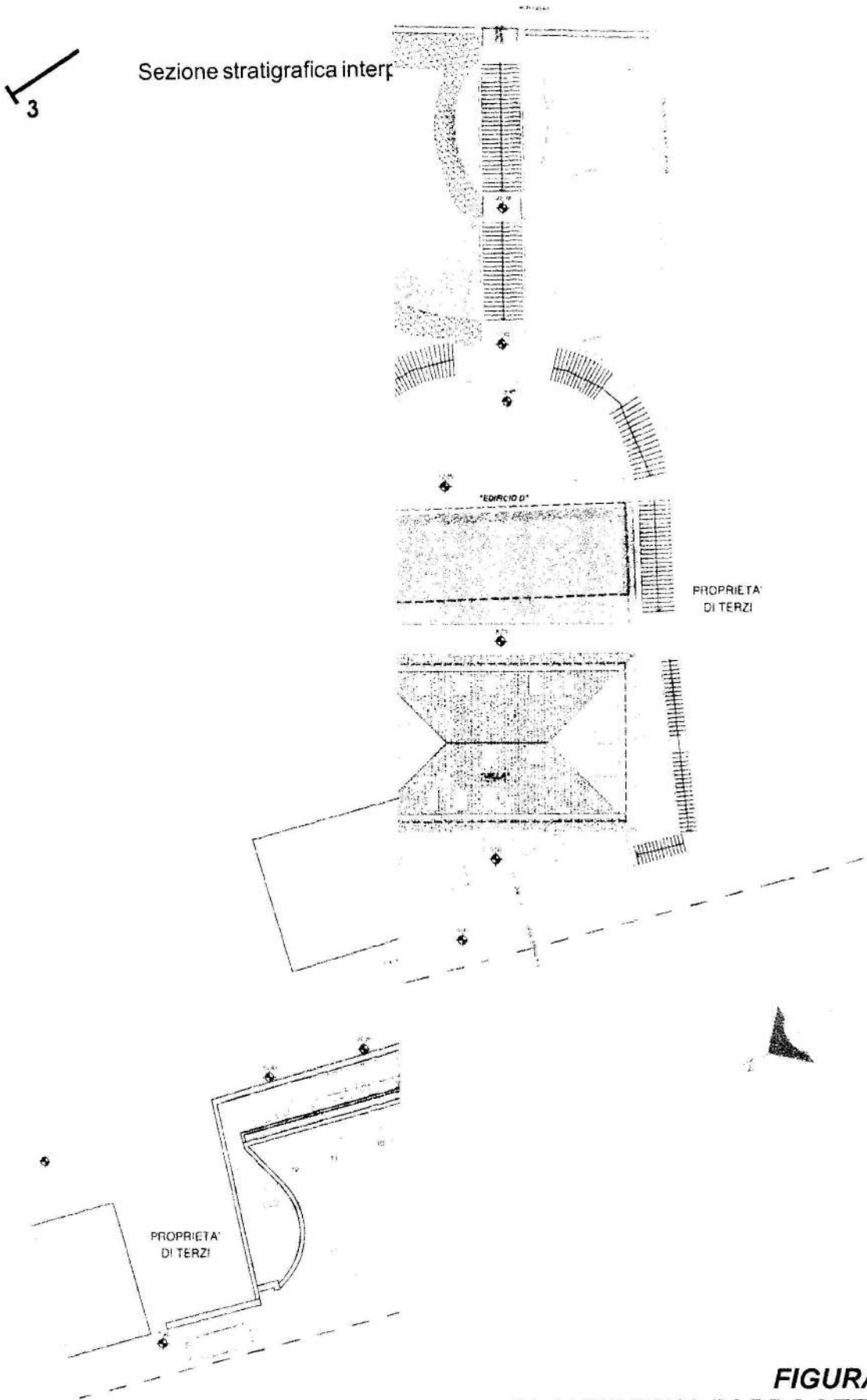
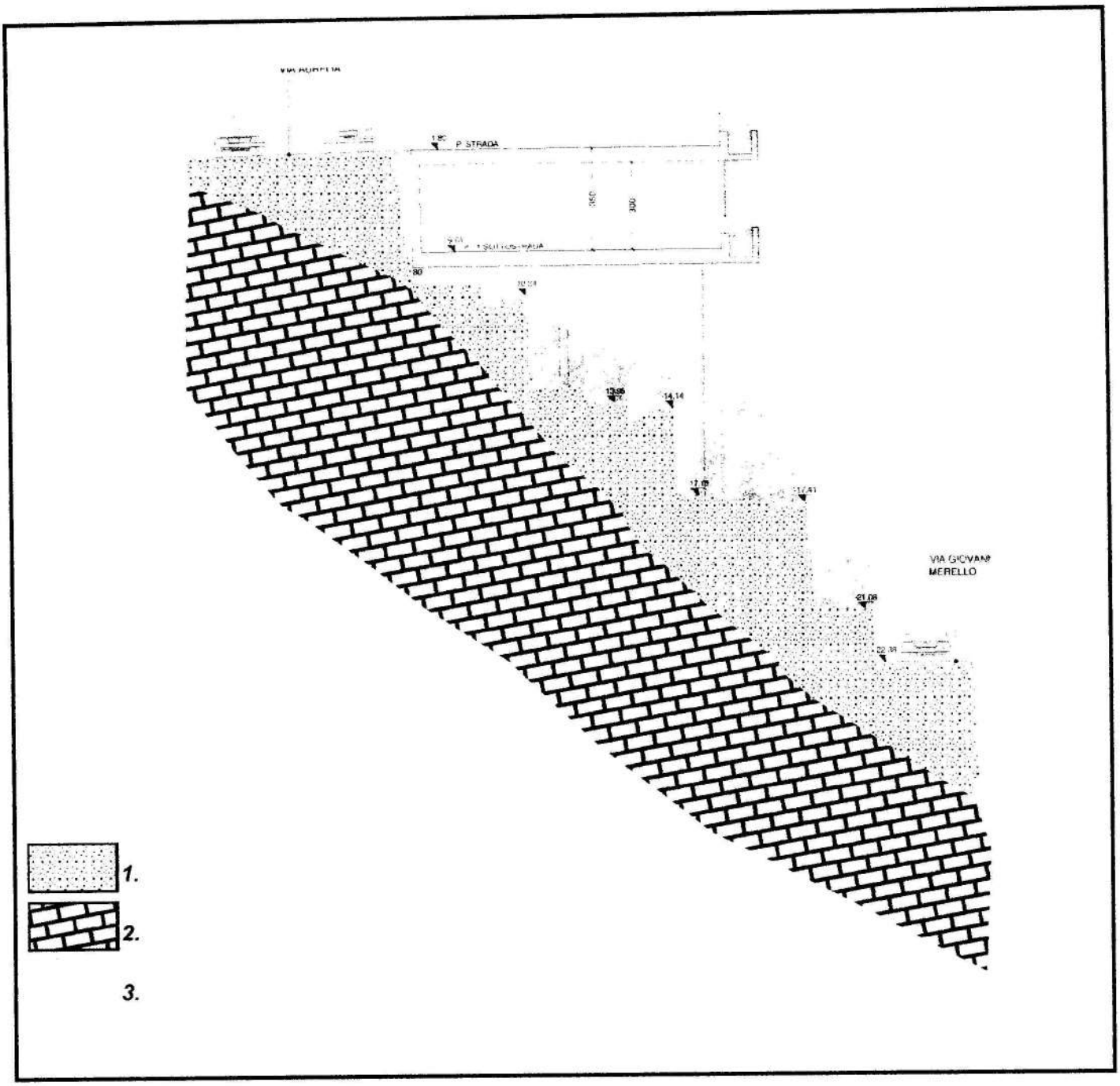


FIGURA 8
PLANIMETRIA DI PROGETTO
in scala 1:400

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo



Legenda: 1. Copertura sciolta rappresentata in prevalenza da sabbia argillosa e limo sabbioso-argilloso scarsamente addensati con subordinate scaglie e frammenti lapidei ; 2. Substrato roccioso (calcari marnosi), molto alterato e fratturato negli orizzonti superficiali - cappellaccio d'alterazione, passante a migliori condizioni di conservazione in profondità; 3. Prove penetrometriche dinamiche.

FIGURA 9
SEZIONE STRATIGRAFICA INTERPRETATIVA
in scala 1:200

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

PARAMETRI	INTERVALLI VALORI					
Resist. Compress.	> 250 MPa	100-250 MPa	50-100 MPa	25-50 MPa	5-25 MPa
R1: valori parametro	15	12	7	4	2
R.Q.D. (%)	90-100	75-90	50-75	25-50	<25
R2: valori parametro	20	17	13	8	3
Spaziatura discontinuità	> 2 m	0,6-2,0 m	0,2-0,6 m	0,06-0,2 m	< 0,06 m
R3: valori parametro	20	15	10	8	5
persistenza/continuità	< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20 m
R4: valori parametro	6	4	2	1	0
apertura delle discontinuità	nessuna	<0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm
R4: valori parametro	6	5	4	1	0
rugosità del giunto	molto rugoso	rugoso	leggerm. rugoso	liscio	levigato
R4: valori parametro	6	5	3	1	0
tipo di riempimento	nessuno	duro < 5 mm	duro > 5 mm	molle < 5 mm	molle > 5 mm
R4: valori parametro	6	4	2	2	0
alterazione del giunto	non alterato	leggerm. alterato	moderat. alterato	molto alterato	degradato
R4: valori parametro	6	5	3	1	0
Condizioni idrauliche	asciutto	umido	bagnato	stillicidio	venute d'acqua
R5: valori parametro	15	10	7	4	0
Compensazione (+ R6)	molto fav.	favorevole	mediocre	sfavorevole	molto sfav.
Valori Parametro	0	-5	-25	-50	-60

Classi di ammassi rocciosi (Bieniawski, 1989)

INDICE R.M.R.	100-81	80-61	60-41	40-21	<20
Classe dell'ammasso	I	II	III	IV	V
Descrizioni dell'A.R.	Ottimo	Buono	Discreto	Scadente	Pessimo
Coesione dell'A.R. (kPa)	>400	300-400	200-300	100-200	<100
Angolo di attrito dell'A.R. (°)	>45	35-45	25-35	15-25	<15

TABELLA 1
CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA
DI Z.T. BIENIAWSKI (1989)

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

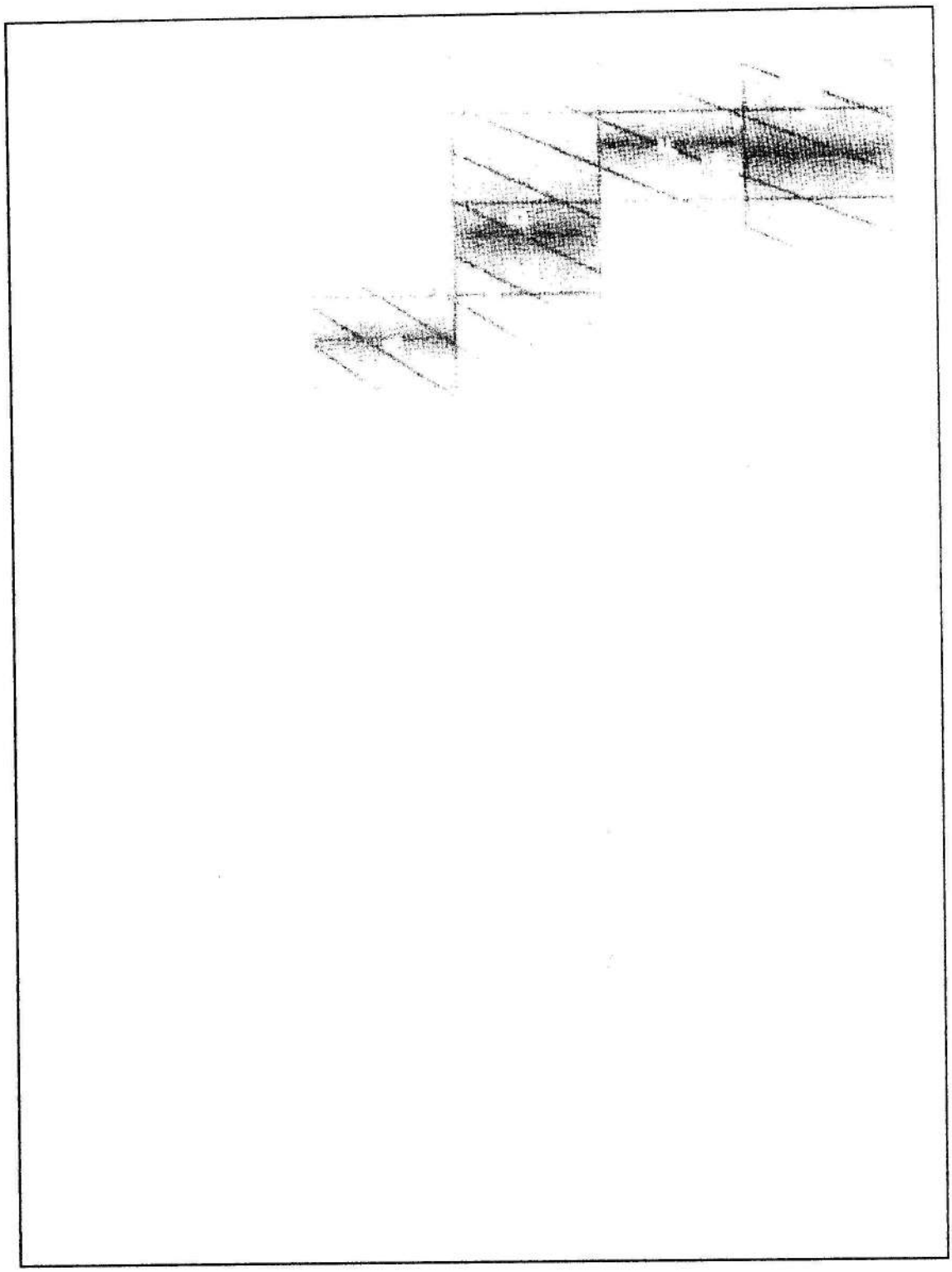


TABELLA 2
VALORI GSI INDICATI PER FORMAZIONI TIPO FLYSCH

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

Analysis of Rock Strength using RocLab

Hoek-Brown Classification
intact uniaxial comp. strength (sigci) = 25 MPa
GSI = 30 mi = 7 Disturbance factor (D) = 0.7
intact modulus (Ei) = 25000 MPa
modulus ratio (MR) = 1000

Hoek-Brown Criterion
mb = 0.150 s = 3.93e-5 a = 0.522

Mohr-Coulomb Fit
cohesion = 0.038 MPa friction angle = 41.25 deg

Rock Mass Parameters
tensile strength = -0.007 MPa
uniaxial compressive strength = 0.125 MPa
global strength = 1.122 MPa
deformation modulus = 899.08 MPa

TABELLA 3
INVILUPPO A ROTTURA
AMMASSO ROCCIOSO

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

ALLEGATO 2: INDAGINI IN SITO

n. 4 diagrammi penetrometrici

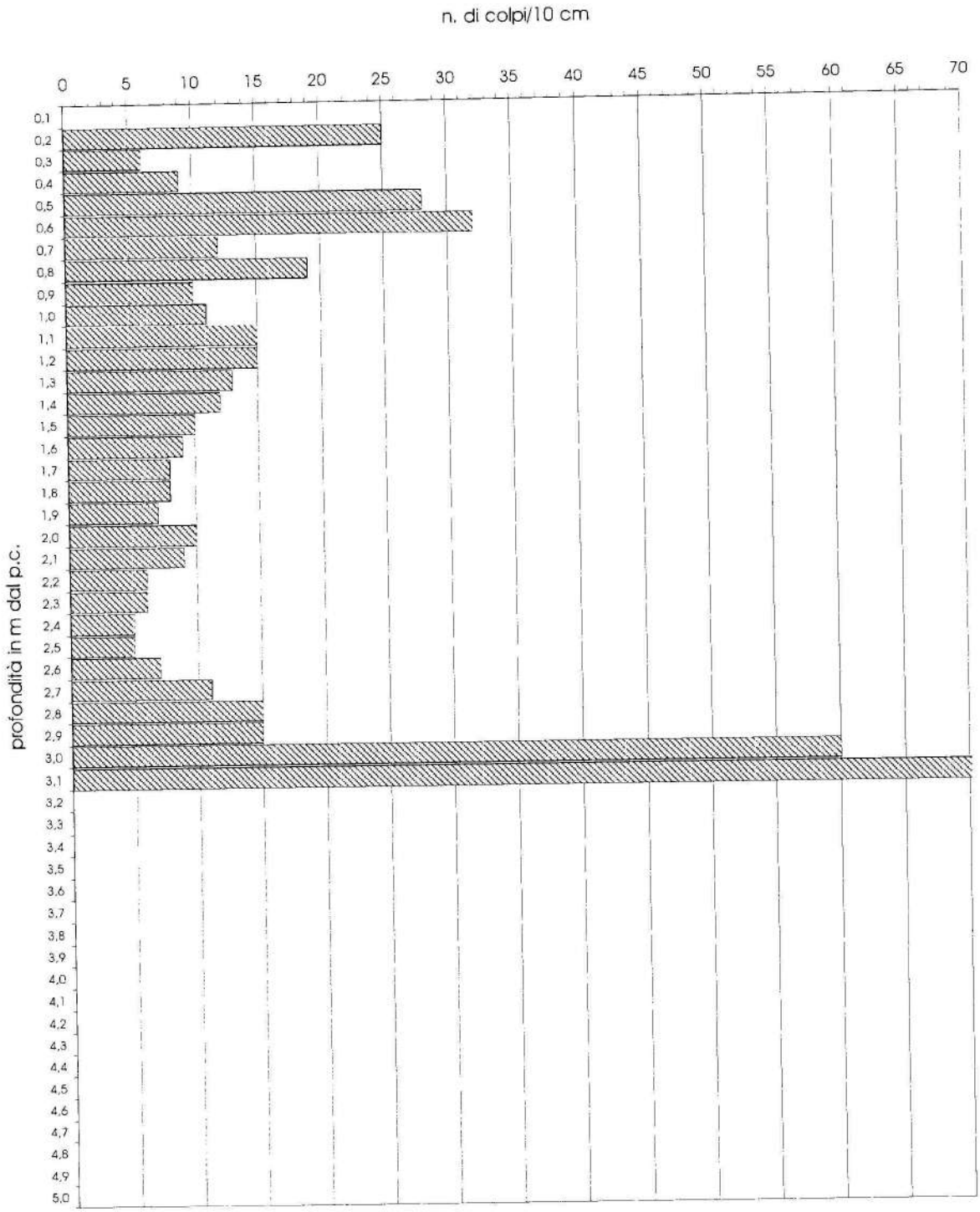
andamento angolo di attrito con la profondità

dati stesa sismica a rifrazione e sezione sismostratigrafica

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

Data: 06.12.2018
Località:Via Aurelia, Zoagli GE
Quota inizio prova (m):
Operatori: AB, GC
Note: n.r.

Prova penetrometrica dinamica n.1

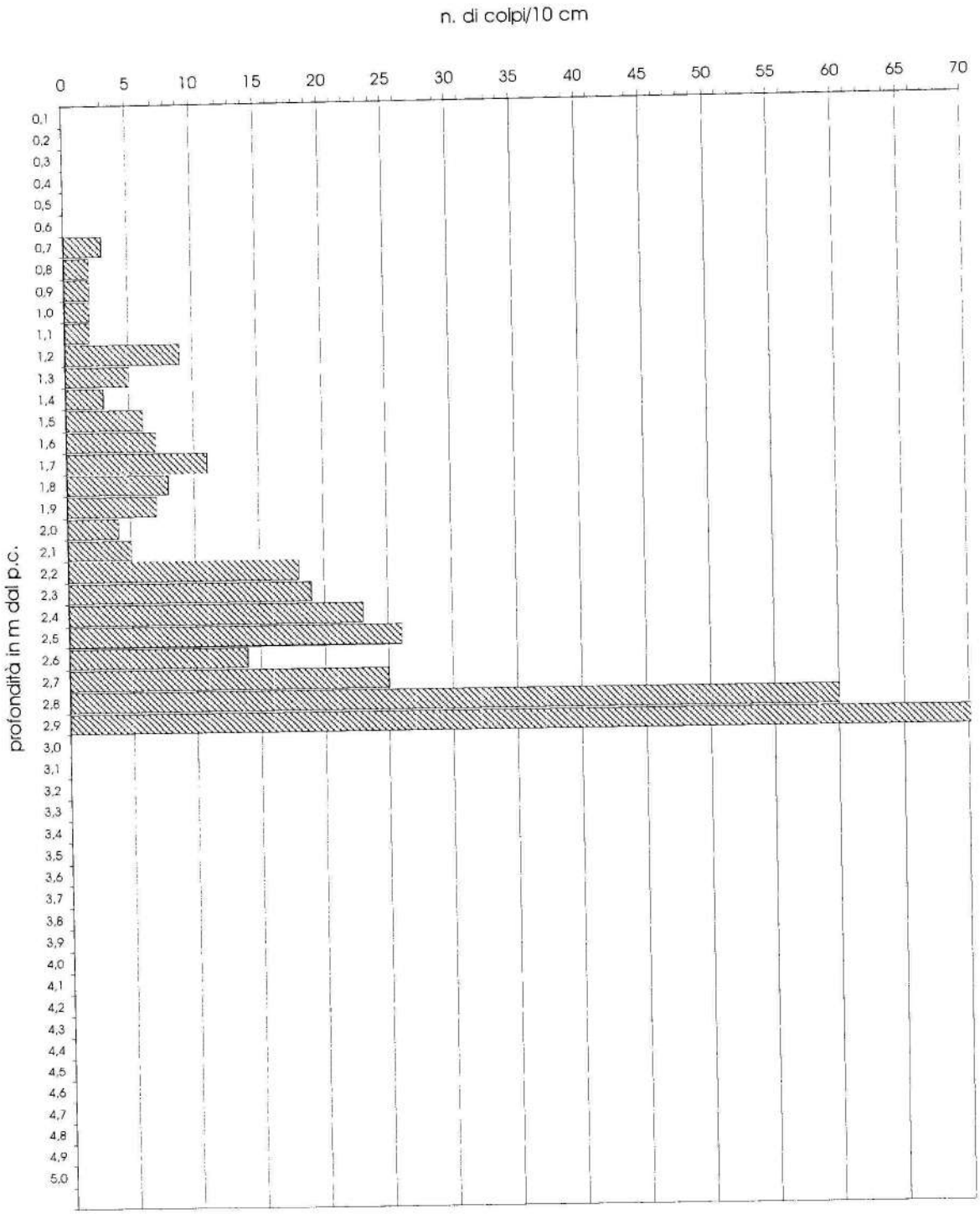


Strumento: tipo *Emilia*

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

Data: 06.12.2018
Località: Via Aurelia, Zoagli GE
Quota inizio prova (m):
Operatori: AB, GC
Note: n.r.

Prova penetrometrica dinamica n.2

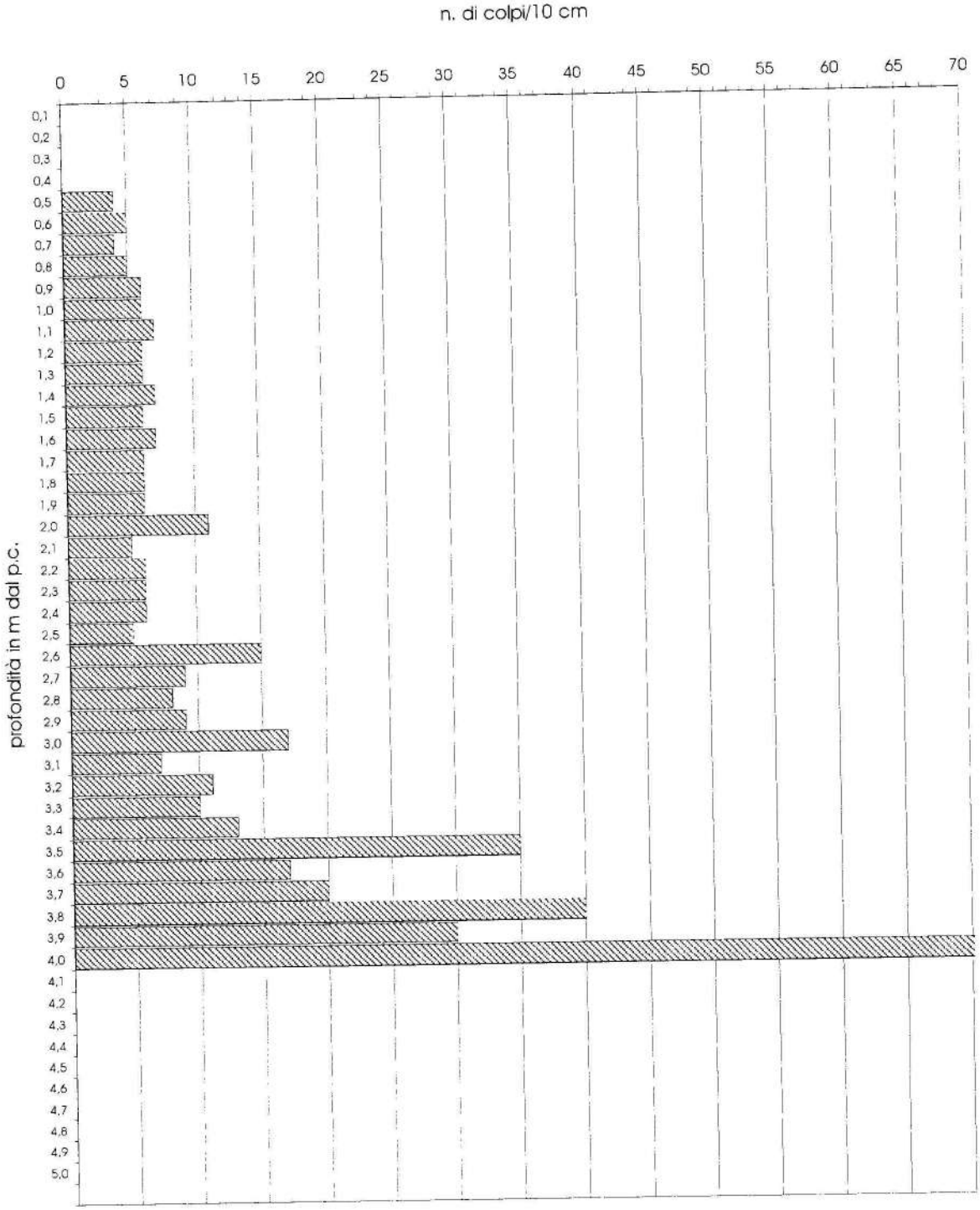


Strumento: tipo *Emilia*

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

Data: 06.12.2018
Località: Via Aurelia, Zoagli GE
Quota inizio prova (m):
Operatori: AB, GC
Note: n.r.

Prova penetrometrica dinamica n.3

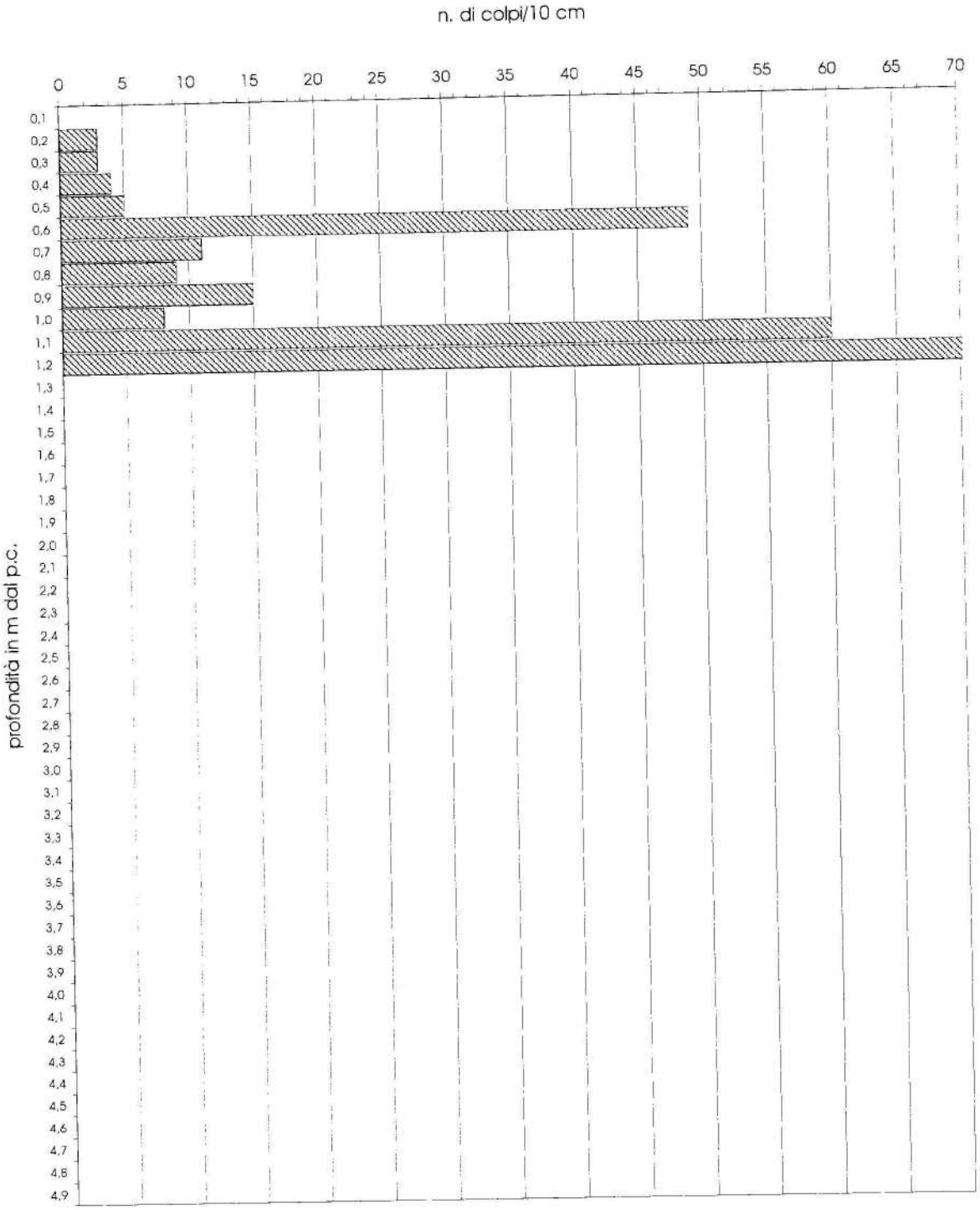


Strumento: tipo *Emilia*

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

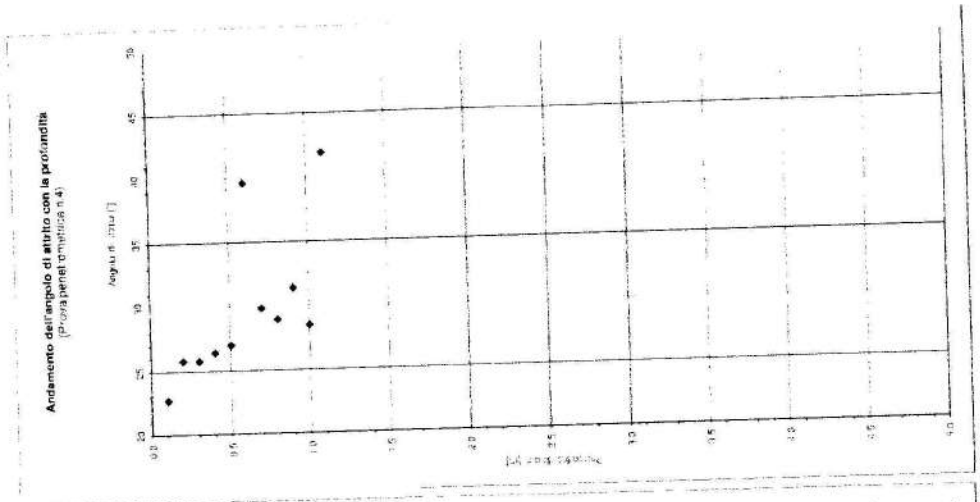
Data: 06.12.2018
Località: Via Aurelia, Zoagli GE
Quota inizio prova (m):
Operatori: AB, GC
Note: n.r.

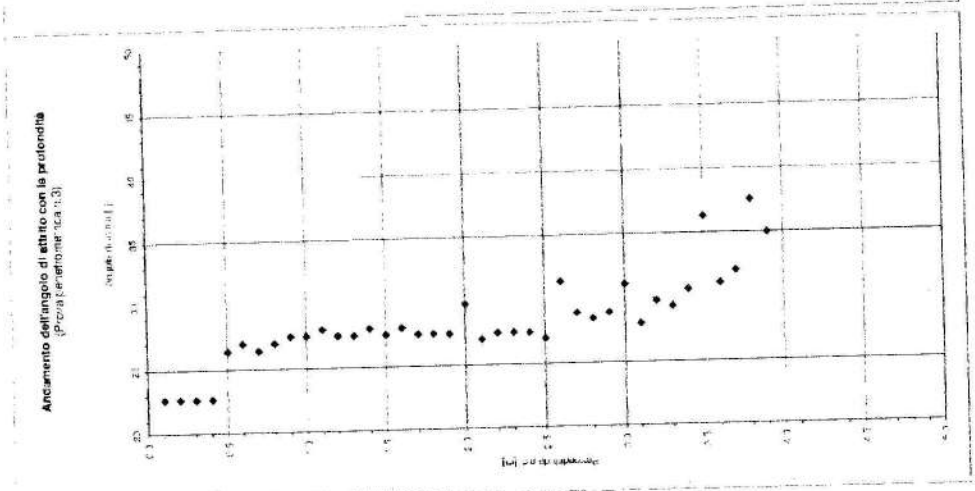
Prova penetrometrica dinamica n.4

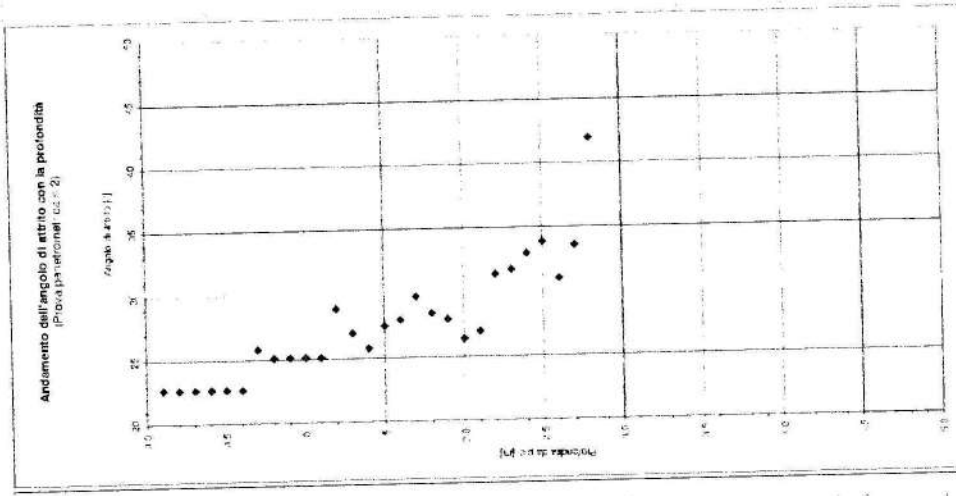


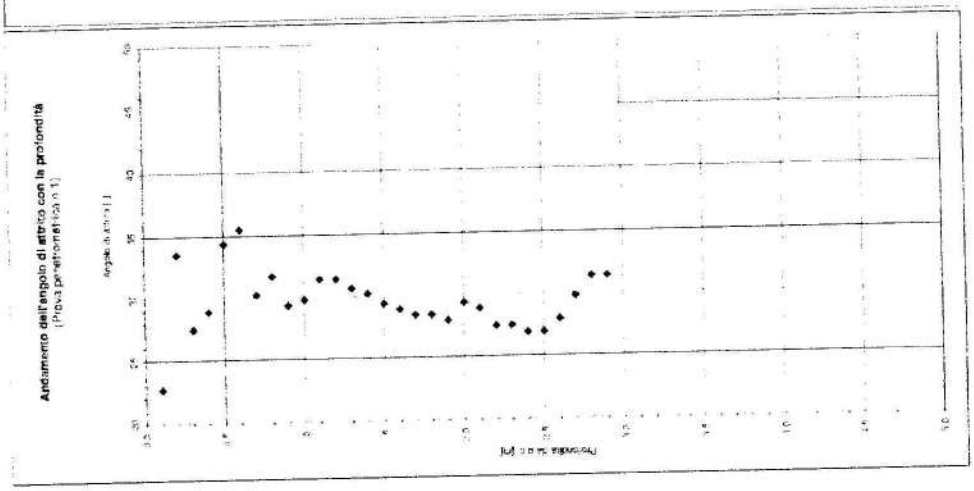
Strumento: tipo *Emilia*

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo









PROVE PENETROMETRICHE PP1-4
ANDAMENTO DELL'ANGOLO DI ATTRITO
CON LA PROFONDITA'

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo

SISMICA A RIFRAZIONE: STESA N.01

DATI GENERALI DELLA STESA

Data:	05/12/2018
Località:	Via Aurelia
Comune:	Zoagli (GE)

Lunghezza della stesa:	22,0
Lunghezza complessiva:	42,0
Numero geofoni:	12
Distanza intergeofonica:	2,0
Numero energizzazioni:	7

PARAMETRI DI ACQUISIZIONE

Strumentazione:	DOREMI
Passo di campionamento:	0.1 ms
Durata di una traccia:	100 ms
Delay time:	0 ms
Sorgente:	mazza 10 kg

ELEMENTI DELLA STESA

SHOT= posizione in m

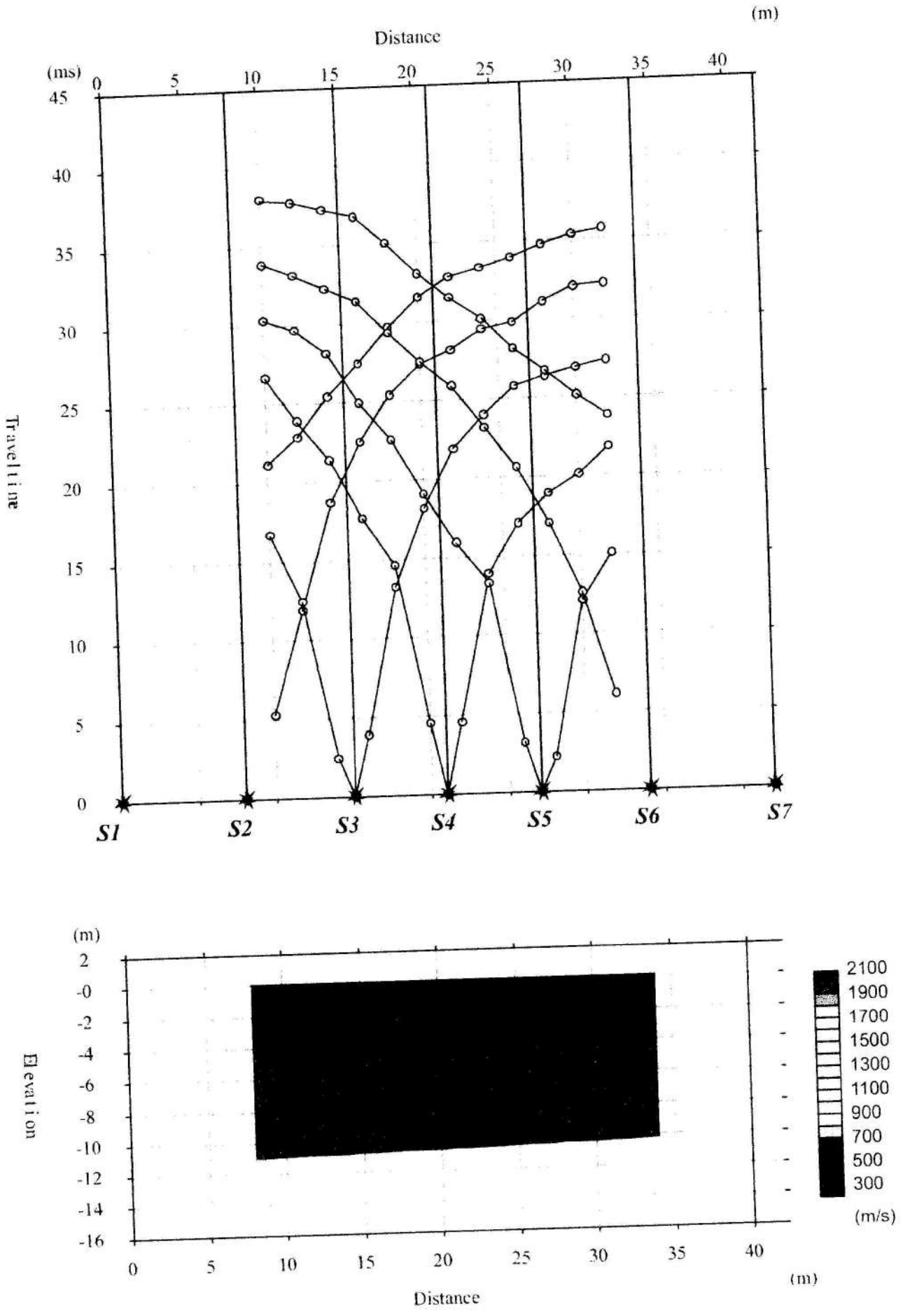
nome	y	x
shot 01	0,0	0,0
shot 02	0,0	8,0
shot 03	0,0	15,0
shot 04	0,0	21,0
shot 05	0,0	27,0
shot 06	0,0	34,0
shot 07	0,0	42,0

GEOFONI=posizione in m - tempi di arrivo in ms

nome	y	x	shot 01	shot 02	shot 03	shot 04	shot 05	shot 06	shot 07
G1	0,0	10,0	21,2	5,3	16,7	26,7	30,4	33,9	38,0
G2	0,0	12,0	22,9	11,9	12,5	23,9	29,7	33,2	37,8
G3	0,0	14,0	25,5	18,7	2,4	21,4	28,2	32,3	37,3
G4	0,0	16,0	27,5	22,6	3,9	17,6	25,0	31,4	36,8
G5	0,0	18,0	29,7	25,5	13,2	14,6	22,6	29,3	35,1
G6	0,0	20,0	31,6	27,3	18,2	4,5	19,1	27,5	33,1
G7	0,0	22,0	32,8	28,2	21,9	4,5	15,9	25,9	31,5
G8	0,0	24,0	33,4	29,5	24,0	13,9	13,3	23,2	30,1
G9	0,0	26,0	34,0	29,9	25,8	17,1	3,2	20,6	28,2
G10	0,0	28,0	34,7	31,1	26,4	19,0	2,2	17,1	26,7
G11	0,0	30,0	35,3	32,0	26,8	20,1	12,1	12,6	25,2
G12	0,0	32,0	35,6	32,2	27,3	21,8	15,1	6,1	23,9

DATI STESA SISMICA SS1

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo



DROMOCRONE E
SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA

Comune di Zoagli Prot. n. 0014995 del 31-12-2018 arrivo