



COMUNE DI DAVOLI

PROVINCIA DI CATANZARO

Progetto per la Sistemazione Urbanistica in Via Cristofaro Colombo denominata "TINO"

Committente: TINO Giovanni

C.F.: TNIGNN53P18C453R

Elaborato:

Procuratrice: TINO Maria

C.F.: TNIMRA63L68C453G

Località: Via Cristoforo Colombo

Data:

Dati catastali: *Foglio 15 -- p.lla 575*

Ottobre 2024

RELAZIONE GEOMORFOLOGICA



STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA

Dott. Geol. Massimiliano LETTIERI

Via Ada NEGRI, 2 88060 Davoli (CZ)

tel/fax: 0967 227355 - cell: 328 89 23 632

mail: max.lettieri@libero.it

Pec: m.lettieri@pec.epap.it

Tecnico incaricato:

Dott. Geol. Massimiliano LETTIERI

Timbro:



~ **INDICE** ~**Sezione 1. Relazione geologica descrittiva**

Premessa	pag. 2
Normativa di riferimento.....	pag. 6
Ubicazione dell'area oggetto di intervento	pag. 8
Metodologia di indagine	pag. 10
Assetto Geomorfologico dell'intera area	pag. 12
Caratteristiche geomorfologiche locali	pag. 13
Morfologia del sito.....	pag. 15
Inquadramento geologico-strutturale.....	pag. 17
Inquadramento geologico di dettaglio.....	pag. 21
Stratigrafia.....	pag. 23
Idrologia del territorio.....	pag. 24
Caratteristiche idrogeologiche del sito.....	pag. 29
Caratteristiche idrogeologiche e climatiche	pag. 32
Note di Idrologia superficiale, sotterranea e sul clima	pag. 32
Condizioni meteorologiche	pag. 34
Inquadramento sismotettonico dell'area	pag. 37
Conformità al P.A.I.	pag. 39
Inquadramento rispetto al P.G.R.A.	pag. 41
Campagna di indagini geognostiche ..	pag. 42
Sondaggio meccanico ed S.P.T.	pag. 44
Strumentazione utilizzata	pag. 45
Risultati indagini carotaggio ..	pag. 48
Indagine penetrometrica.....	pag. 49
Risultati indagine penetrometrica.....	pag. 50
Indagine sismica a rifrazione.....	pag. 52
Strumentazione utilizzata.....	pag. 54
Risultati indagine sismica a rifrazione.....	pag. 55
Indagine sismica Masw... ..	pag. 56
Strumentazione utilizzata.....	pag. 58
Risultati indagine sismica Masw.....	pag. 60
Sismicità dell'area... ..	pag. 62
Stima della magnitudo attesa.....	pag. 64
ITACHA – Catalogo delle faglie capaci.....	pag. 65
Periodo di riferimento per l'azione sismica.....	pag. 66
Azione sismica.....	pag. 68
Caratterizzazione sismica di base... ..	pag. 69
Classificazione sismica locale.....	pag. 71
Potenziale di liquefazione... ..	pag. 72
Risultati indagini – Caratterizzazione geotecnica	pag. 75
Conclusioni.....	pag. 76
Parametri sismici	pag. 80
Spettri relativi all'analisi sismica locale.....	pag. 82

Sezione 2. Allegati pag. 90

~ *PREMESSA* ~

Su incarico della ditta proprietario lo scrivente Dr. Geol. Massimiliano LETTIERI ha eseguito uno studio geologico-stratigrafico, geomorfologico e tecnico, nel pieno rispetto delle norme tecniche vigenti in materia, su un terreno di proprietà della committenza sito in località "Via Cristoforo Colombo" nel Comune di Davoli (CZ), frazione marina.

Su detta area è in previsione un **Progetto per la sistemazione urbanistica in Via Cristoforo Colombo denominata "Tino"** destinato alla realizzazione di una villetta residenziale.



da google earth

Il presente lavoro ha la finalità di ricostruire gli aspetti geologico-strutturali del sito d'intervento, nonché le caratteristiche stratigrafiche e fisico-meccaniche dei terreni costituenti il primo sottosuolo dell' area; particolare attenzione sarà rivolta alla ricostruzione del quadro geomorfologico e morfodinamico, nonché agli aspetti idrografico-idrologici ed

idrogeologici della zona studiata.

I dati scaturiti dalle analisi sopraccitate, verranno utilizzati per la stesura di un modello geologico-tecnico, col fine di verificare l'attitudine dell'area all'edificabilità.

Nel presente studio vengono pertanto discussi gli aspetti geologici, geomorfologici, stratigrafici e sismici del sito. Allo scopo di redigere il seguente studio è stato effettuato il rilevamento geologico e morfologico sia di dettaglio che di una ampia zona circostante il sito di progetto, l'osservazione degli elementi strutturali caratterizzanti, l'analisi delle principali caratteristiche idrogeologiche, lo schema dei rapporti stratigrafici dei litotipi affioranti, la loro caratterizzazione geotecnica e la valutazione della stabilità globale dell'area e delle opere.

La ricerca dei dati esistenti, riguardanti l'intero settore geologico esaminato, è stata condotta in ambiti pluridisciplinari, in accordo con le più moderne metodologie di ricerca, al fine di inquadrare le conoscenze della zona oggetto di studio da un punto di vista più completo ed esaustivo possibile (con particolare riferimento alle caratteristiche geologiche, litostratigrafiche, idrogeologiche), tale da valutare l'idoneità degli interventi progettuali.

Lo studio si è articolato in una fase preliminare consistente nell'esame della cartografia ufficiale per l'inquadramento del sito, seguito dall'acquisizione ed analisi degli elementi bibliografici atti al reperimento di notizie (storiche, morfologiche, tettoniche, sismiche, ideologiche, idrogeologiche, ecc.) della zona in esame, che hanno permesso di ricostruire la cronologia degli eventi geologici dell'area in esame.

Una seconda fase di approfondimento ha riguardato il rilevamento geologico di dettaglio dell'area con la raccolta di dati ed informazioni che hanno permesso di approfondire la distribuzione spaziale dei litotipi, il modello geologico-stratigrafico, l'assetto geologico-strutturale e verificare gli elementi caratteristici del territorio; in tal modo è stato possibile programmare ed eseguire una campagna indagine al fine di caratterizzare e fissare i parametri geotecnici e sismici del terreno.

E' stata, quindi, predisposta una campagna di indagini geognostiche, le cui risultanze sono state visualizzate nelle allegate cartografie di sintesi sulle quali il progettista può basarsi per le scelte tecniche da adottare.

Lo scopo della cartografia proposta, in appoggio alla relazione, è quella di entrare nel merito ed individuare le caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche dell'area al fine di definire un'analisi geologico-ambientale che, di concerto con lo sviluppo progettuale non alteri gli equilibri naturali.

Tali indagini e studi particolari sono consistite in:

- **n° 1 prova penetrometrica superpesante** che ha consentito di acquisire con accuratezza sia i parametri geotecnici del terreno di sedime che le caratteristiche litostratigrafiche oltre a valutare l'eventuale presenza della falda freatica.
- **n° 1 Prospezione sismica a rifrazione ad onde longitudinali (P)** al fine di permettere la correlazione areale della stratigrafia e la conoscenza di eventuali problematiche geologiche e dei parametri geofisici;

- **n° 1 Prospezione sismica con metodologia MASW** (Multichannel Analysis Of Surface Waves), ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh per la redazione della relazione sulla modellazione sismica di sito, ovvero per la caratterizzazione sismica dei sismo-strati di riferimento presenti lungo una verticale di circa 30 m dall'attuale p.c. e conseguente determinazione delle VS,eq (NTC2018) e della categoria del sottosuolo di fondazione.

L'elaborato è stato integrato con i dati di indagini relative a uno studio geologico effettuato dal sottoscritto in area adiacente al sito in interesse, effettuato a maggio 2023.

Le indagini pregresse prese in considerazione sono state:

- **n° 1 sondaggio a carotaggio continuo** spinto alla profondità di 12,0 mt con prove e verifiche in foro, che hanno consentito di acquisire la correlazione stratigrafica, i parametri geotecnici e la natura dei terreni investigati;
- **prove di laboratorio** su 1 campione indisturbato prelevato in sito alla profondità 2,50 mt.;

Le anzidette indagini sono state discusse negli appositi paragrafi e la loro ubicazione esplicitata in un apposito elaborato grafico.

Gli studi effettuati hanno fornito una serie di informazioni particolarmente dettagliate sulle litologie presenti in sito, sulle loro caratteristiche giacitureali e strutturali, sullo stato di alterazione, sull'assetto geomorfologico, sulla circolazione idrica superficiale e sotterranea.

Inoltre essi hanno permesso di caratterizzare i litotipi presenti sia dal punto di vista geotecnico che dal punto di vista sismico.

Normativa di riferimento

La stesura del presente elaborato è stata eseguita ottemperando alle vigenti disposizioni di legge, di seguito elencate:

- ✓ **(1) Legge 2 febbraio 1974, n. 64:** *“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;*
- ✓ **D.M. 11/3/88** *“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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.*
- ✓ **Circolare Ministero LL.PP. 24.09.1988, n. 30483:** *“Istruzioni per l'applicazione del D.M. 11.03.88”;*
- ✓ **Decreto Ministero LL.PP. 16 .01.1996:** *“Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica” (Ex D.M. 24.01.1986);*
- ✓ **Legge Regionale 27.04.1998, n. 7:** *“Disciplina per le costruzioni ricadenti in zone sismiche. Snellimento delle procedure in attuazione dell'art. 20 della Legge 10.12.81, n. 741” (Ex L.R. n. 17 del 11.07.94, dell'art. 17 Legge 18.05.1989 n. 183, dell'art. 1 Legge 3.08.1998 n. 267);*
- ✓ **D.P.R. 380/2001** *“Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”;*
- ✓ **L.R. n. 19 del 16/04/2002** *“Norme per la tutela, governo ed uso del territorio – Legge Urbanistica della Calabria”;*
- ✓ **Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 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”;*
- ✓ **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)** *con riferimento alle norme di attuazione e delle misure di salvaguardia approvate dal C.R. Calabria con delibera n. 115 del 28/12/2001 (aggiornate dal C.T. il 15/07/2002) e alle linee guida licenziate dal comitato tecnico - seduta del 15.07.2002 e approvate dal comitato istituzionale - seduta del 31.07.2002.*
- ✓ **Nuove Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia PAI** *(Delibera del Comitato Istituzionale ABR n. 27 del 2/08/2011 – pubblicata dal BURC n.22 del 1/12/2011).*
- ✓ **Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006:** *“Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”;*

- ✓ **L.R. n. 37 del 28 dicembre 2015** “Procedure per la denuncia, il deposito e l’autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica”;
- ✓ **DGR 357/2017** Approvazione regolamento regionale quale modifica del regolamento regionale N° 15 del 29 novembre 2016 recante " Procedure per la denuncia, il deposito e l'autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica di cui alla L.R. 37 del 28 Dicembre 2015”;
- ✓ **D.M. 17/01/2018**, al Testo Unico “Norme Tecniche per le Costruzioni”, approvato con il Decreto Ministeriale del 17/01/2018 il quale riprende, amplia e ridefinisce il Decreto Ministeriale 14/01/2008, oltre che alle circolari contenenti le istruzioni per l’applicazione delle NTC;
- ✓ **D.S. 540 13.10.2020**, Adozione Misure di Salvaguardia relative alle aree soggette a modifica di perimetrazione e/o classificazione della pericolosità e rischio dei Piani di Assetto Idrogeologico da approvarsi ai sensi dell’art. 68 comma 4-ter del D.Lgs n. 152 del 3 Aprile 2006, integrato dall’ art 54 della legge 120 dell’11 settembre 2020 “Misure urgenti per la semplificazione e l’innovazione digitale” (PRGA).
- ✓ **Raccomandazioni per la redazione della “Relazione Geologica”** ai sensi delle norme tecniche sulle costruzioni secondo quanto approvato con delibera n.1 del 14/04/2015 dal Centro Studi del Consiglio Nazionale dei Geologi e con delibera n. 111/2015 del 28/04/2015 del C.N.G..
- ✓ **Associazione Geotecnica Italiana** “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche in sito” (1977).

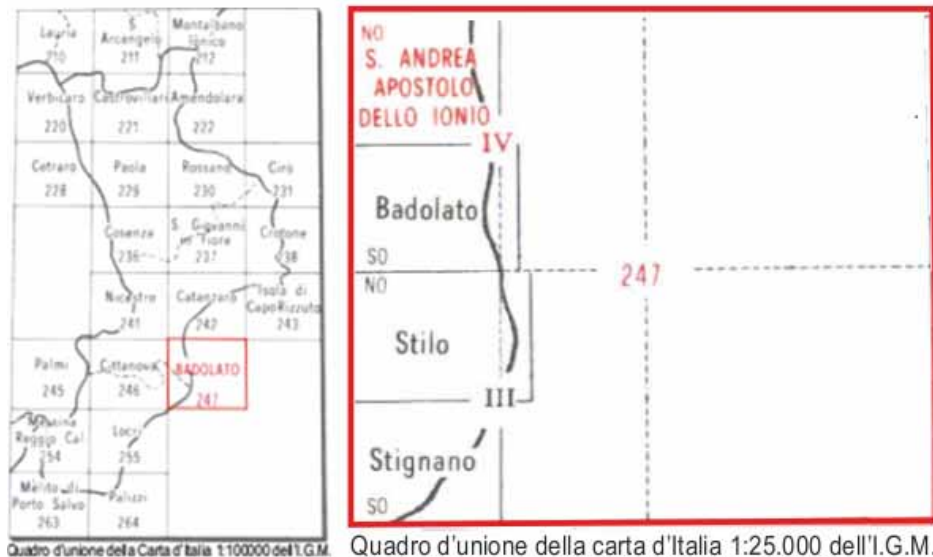
E’ bene ricordare che le norme stesse tengono conto del fatto che lo studio in fase di progetto, non è sufficiente per definire nei dettagli la reale situazione geologico-tecnica; è necessario pertanto che, in base a quanto disposto dalle norme medesime, sia da eseguirsi, in relazione alle esigenze della fase costruttiva, il controllo delle ipotesi di progetto attraverso i dati ottenuti con misure e indagini nel corso dei lavori.

Ubicazione dell'area oggetto di intervento

Il comune di Davoli confina a Nord con il comune di Satriano, a Ovest con i comuni di Satriano e Cardinale e a Sud con il comune di San Sostene.



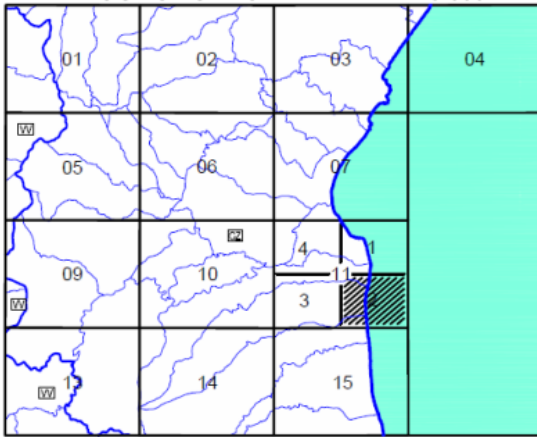
L'area oggetto di studio si colloca nel territorio comunale di Davoli in Provincia di Catanzaro, nella frazione marina, in località "Via Cristoforo Colombo" ad un'altitudine di circa 5 m s.l.m.



Riferimenti cartografici:

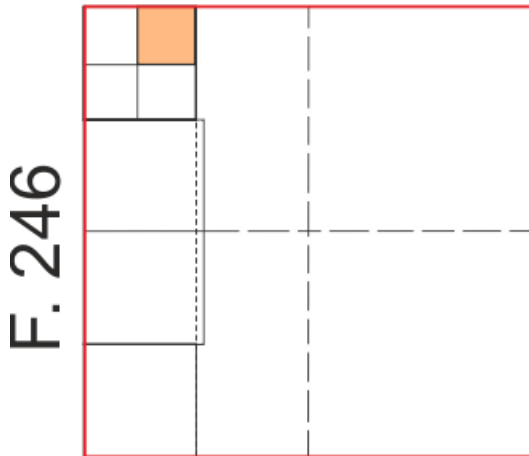
Foglio 247 della Carta Geologica della Calabria in scala 1:25.000 edito dalla CASMEZ quadrante **IV N.O.** denominato **"S. Andrea Apostolo dello Ionio"**.

QUADRI D'UNIONE E LIMITI AMMINISTRATIVI
FOGLIO - SEZIONI - ELEMENTI 5.000



L'area oggetto di studio è posizionata nella parte centrale, della Carta tecnica Regionale **CTR** Elemento n° 580112 denominato "Davoli marina" in scala 1:5.000

F. 242



L'area oggetto di studio è posizionata nella parte superiore, margine destro della Sezione denominata Stazione di san Sostene, Tavoleta N.O. sez A, Quadrante IV, **Foglio 247 della Carta d'Italia**, in scala 1:10000.

Dati catastali:



Fonte: <https://www.formaps.it/>

L'area in oggetto è identificata, nel Nuovo Catasto Edilizio, al foglio di mappa n° **15** p.lla n° **575** del Comune di **Davoli**

Riferimenti urbanistici: ZTO C

Coordinate WGS 84:

Latitudine: 38,658084
Longitudine: 16,55090

Coordinate ED50:

Latitudine: 38,659111
Longitudine: 16,550885

~ **METODOLOGIA DI INDAGINE** ~

Per gli obiettivi prefissati si è, inizialmente, proceduto con il rilevamento di campagna per un'area sufficientemente ampia, l'esame aerofotogrammetrico ed uno studio accurato di tutta la bibliografia di carattere storico e di carattere geologico sul territorio in oggetto, nonché la consultazione della Carta Geologica della Calabria in scala 1:25.000 redatta dall'I.G.M. e le relative note illustrative.

Per la costruzione del modello geologico di riferimento sono state eseguite indagini in sito volte alla determinazione litostratigrafica dei terreni e dei parametri di resistenza caratteristici.

In particolar modo è stata eseguita la seguente campagna di indagini geognostiche:

- **n° 1 penetrometrica dinamica super pesante** (DPSH) che ha consentito di acquisire con accuratezza sia i parametri geotecnici del terreno di sedime che le caratteristiche litostratigrafiche oltre a valutare l'eventuale presenza della falda freatica.
- **n° 1 Prospezione sismica a rifrazione ad onde longitudinali (P)** al fine di permettere la correlazione areale della stratigrafia e la conoscenza di eventuali problematiche geologiche e dei parametri geofisici;
- **n° 1 Prospezione sismica con metodologia MASW** (**M**ultichannel **A**nalysis Of **S**urface **W**aves), ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh per la redazione della relazione sulla modellazione sismica di sito, ovvero per la

caratterizzazione sismica dei sismo-strati di riferimento presenti lungo una verticale di circa 30 metri dall'attuale p.c. e conseguente determinazione delle $V_{s,eq}$ (NTC2018) e della categoria del sottosuolo di fondazione.

L'elaborato è stato integrato con i dati di indagini relative a uno studio geologico effettuato dal sottoscritto in area adiacente al sito in interesse, effettuato a maggio 2023.

Le indagini pregresse prese in considerazione sono state:

- **n° 1 sondaggio a carotaggio continuo** spinto alla profondità di 12 mt con prove e verifiche in foro e che hanno consentito di acquisire la correlazione stratigrafica, i parametri geotecnici e la natura dei terreni investigati;
- verifiche in foro consistite in: **n° 3 prove SPT (Standard Penetration Test)** eseguite a varie profondità: 3,5 metri; 7,0 metri e 11,50 metri di profondità;
- **prove di laboratorio** su 1 campione indisturbato prelevato in sito alla profondità di 2,5 metri;

Le indagini sono state discusse negli appositi paragrafi e la loro ubicazione esplicitata in un apposito elaborato grafico.

Gli studi effettuati hanno fornito una serie di informazioni particolarmente dettagliate sulle litologie presenti in sito, sulle loro caratteristiche giaciture e strutturali, sullo stato di alterazione, sull'assetto geomorfologico, sulla circolazione idrica superficiale e sotterranea.

Inoltre essi hanno permesso di caratterizzare i litotipi presenti sia dal punto di vista geotecnico che dal punto di vista sismico.

~ ASSETTO GEOMORFOLOGICO DELL'INTERA AREA ~

Il territorio comunale di Davoli è caratterizzato da morfologie articolate in risposta alle complesse architetture geologiche presenti ed ai diversi adattamenti agli agenti morfoevolutivi delle formazioni geologiche del territorio.

Il Comune di Davoli è situato lungo il litorale Jonico della provincia di Catanzaro. Dista 46 km dal capoluogo della provincia e sorge ad un'altitudine di circa 400 metri.

Il territorio del Comune risulta compreso tra i 0 e i 1.175 metri sul livello del mare.

Con i suoi 25 kmq, di territorio, si estende dallo Jonio fino agli altipiani delle Serre, incastonato tra i fiumi Melis e Arcinale. Si affaccia sulla "Riviera di Nausicaa", lungo il Golfo di Squillace.

Come la maggior parte dei comuni limitrofi è suddiviso in due frazioni, Superiore e Marina, collegate dalla strada provinciale 130. Si tratta dunque di un paesaggio che va dal costiero, passante al collinare o di bassa montagna.

Nel complesso l'aspetto morfologico appare piuttosto irregolare e caratterizzato da forme a tratti scoscese, intervallate da locali pianori e/o gradini morfologici nella parte alta e pianure alluvionali nella parte bassa.

L'assetto geomorfologico si presenta variamente articolato e decisamente condizionato dall'assetto litostratigrafico.

Nell'area interessata dal presente studio, non sono visibili segni morfogenetici di destabilizzazione, neanche di piccola entità.

Le acque di ruscellamento superficiale vengono convogliate nella rete pluviale con sfogo a valle, verso il corso d'acqua esistente.

L'area geomorfologicamente interessata dall'opera in progetto si presenta stabile. Non sono state, infatti, riscontrate forme riconducibili a fenomeni di dissesto gravitativo tanto in atto quanto allo stato quiescente.

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE LOCALI

Il territorio del Comune di Davoli, dal punto di vista morfologico, può essere suddiviso in tre zone:

❖ la prima, caratterizzata da una morfologia aspra e montuosa, è costituita dal substrato cristallino ascrivibile al "Massiccio delle Serre". Il substrato cristallino, in superficie, si presenta particolarmente alterato e fessurato, specialmente nelle zone maggiormente tettonizzate, tanto da essere ricoperto da una coltre detritica costituita da frammenti di roccia immersi in una matrice sabbiosa, di spessore variabile. Queste aree si presentano molto dissestate e, nelle zone più acclive, danno origine a movimenti franosi in concomitanza di piogge di forte intensità e durature;

❖ la seconda, caratterizzata da versanti a pendenza variabile che raccorda la zona montuosa con la zona pianeggiante, è costituita da materiali argillosi pliocenici ascrivibili alla "Formazione dei Trubi". In concomitanza a periodi siccitosi e periodi piovosi, nelle zone più acclive si notano fenomeni di dissesto legati a movimenti franosi lenti e superficiali. Sia le zone

montuose che le zone dei versanti sono caratterizzate da numerose incisioni, superficiali e ramificate, che si trasformano in valloni e burroni con pareti più o meno acclivi, che sviluppandosi in maniera perpendicolare alla linea di costa e sub- parallela tra loro, fungono da centri di raccolta per le acque superficiali.

❖ la terza caratterizzata dalle piane alluvionali fluviali e costiere prospiciente il Mar Ionio è costituita da materiali di dilavamento e solifluzione prodotti dallo smantellamento e dall'erosione dei materiali costituenti la parte collinare e da materiali alluvionali quali blocchi, ciottoli, ghiaie e sabbie. Si presenta pressoché pianeggiante e priva di rilievi topografici che possano compromettere la stabilità delle opere.

~ MORFOLOGIA DEL SITO ~

L'assetto geomorfologico del territorio in esame è stato studiato sia da terreno che dall'analisi delle foto aeree. Esso si presenta variamente articolato e decisamente condizionato dall'assetto litostratigrafico.

L'analisi morfologica dell'area ha consentito di valutare il locale assetto fisico dei terreni e di individuare eventuali processi in atto, nonché la loro possibile evoluzione al fine di pervenire ad un utilizzo razionale del territorio.

Da un punto di geomorfologico, il territorio del Comune di Davoli è caratterizzato da una morfologia variabile da collinare e pianeggiante in funzione delle litologie affioranti e della tettonica.

Il contesto morfologico nell'ambito del quale si inserisce l'area esaminata si presenta tipicamente vallivo, caratterizzato da un'ampia spianata costiera derivante da una tipica diagenesi di piana di ambiente litoraneo.

L'area in interesse, infatti, si colloca sulla destra orografica del Fosso Roella, ad una distanza da esso oltre 250 m. La quota topografica dell'area è di circa 5 metri s.l.m..

Inoltre, il sito in interesse dista, in linea d'aria, dall'attuale linea di costa più di 500 metri. Il rilievo di dettaglio ha evidenziato un'area completamente pianeggiante la cui morfologia è strettamente connessa con la dinamica fluviale.

L'area geomorfologicamente si presenta stabile. Data la morfologia pianeggiante e la lontananza dai retrostanti rilievi e dalla linea di costa, nell'area non sono state riscontrate forme

riconducibili a fenomeni di dissesto gravitativo tanto in atto quanto allo stato quiescente.

La buona permeabilità dei terreni non favorisce l'instaurarsi di ruscellamenti tali da provocare accentuati fenomeni erosivi.

Le acque meteoriche favorite dal rapido assorbimento, sono naturalmente smaltite per infiltrazione sotterranea e sono naturalmente drenate e convogliate verso il mare.

Nella zona non esistono, inoltre, fenomenologie di impaludamento e/o ristagno idrico.

I numerosi fabbricati esistenti nei pressi del sito non presentano segni di lesioni o crepe imputabili a problemi di natura geologica. Le piantagioni esistenti, i pali elettrici e telefonici non danno segno di presenza di fenomeni di soliflusso o creep.

L'accessibilità ai luoghi e, quindi, la morfologia favorevole non hanno creato nessun ostacolo allo studio di campagna e all'esecuzioni delle indagini geognostiche.

Dall'analisi geomorfologica locale non sono stati quindi evidenziati particolari forme di instabilità locale, tali da pregiudicare la realizzazione di quanto previsto in progetto.

~INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE~

Il sito interessato dal progetto ricade all'interno del territorio comunale di Davoli (CZ), geograficamente localizzato nel settore centro orientale del versante ionico della Calabria. Interamente rappresentato nella parte alta a destra del Foglio 247 IV N.O. – “S. Andrea Apostolo dello Ionio” della Carta geologica d'Italia alla scala 1:25.000.

L'intera area è incisa da numerosi piccoli impluvi, caratterizzati da un deflusso limitato, tipicamente stagionale e attivi solo nei periodi più piovosi.

A più grande scala si può affermare che i diversi corsi d'acqua principali presenti in questo foglio geologico, scorrono tutti quasi paralleli e in direzione O-E, questi, spesso, proprio per questo motivo separano diverse dorsali che si allungano nella stessa direzione dei fiumi principali.

La morfologia è caratterizzata da blande ondulazioni nella porzione bassa del versante e pendenze nettamente superiori nella porzione interessate da litologie Paleozoiche.

Nella porzione basale, infatti, i sedimenti Pliocenici, anche se in alcuni casi ben cementati e addensati, non hanno caratteristiche geotecniche tali da giustificare pendenze elevate.

Diverso è il caso della porzione centrale del foglio geologico, dove, gli ammassi granitici, spesso fratturati e alterati, hanno caratteristiche litologiche e meccaniche tali da sopportare pendenze elevate. In definitiva il cambiamento di litologia insieme alla loro rispettiva risposta agli agenti esogeni, crea dei versanti ripidi in alcune zone e più dolci e modellati in altre.

Dal punto di vista morfologico l'area fa parte della zona di contatto di una regione fisiografica più ampia, la "Stretta di Catanzaro" e il Golfo di Squillace.

La stretta di Catanzaro è delimitata a Nord dal Massiccio della Sila piccola e sud dal Massiccio delle Serre. Il suo limite meridionale è dato dalla faglia Maida-Punta di Staletti, mentre a nord è separato dalla struttura sollevata Sila - Catena costiera da un altro sistema di faglie ad orientazione circa E-O, localizzato lungo la congiungente Falerna - Catanzaro.

La Sila Piccola è costituita da terreni cristallini gneissici e scistosi appartenenti all'Unità di Bagni, da lembi granitici e da rocce ofiolitiche ed argilloscistose appartenenti all'Unità di Gimigliano e del Frido.

Nel basso versante silano, sono ben rappresentati i terreni sedimentari Neogenici (Tortoniano-Pleistocene) progradati con debole inclinazione verso la costa ionica. La stretta di Catanzaro, subsidente dal Tortoniano al pleistocene inferiore, risulta costituita da sedimenti terrigeni (ruditi, sabbie ed argille) di età compresa dal Tortoniano all'attuale (Miocene superiore – Quaternario).

A sud si passa al gruppo montuoso delle serre che rappresenta un alto strutturale con immersione regionale verso lo ionio, delimitato ad ovest dalla fossa del Mesina, a Nord della fossa di Catanzaro, ad Est del bacino di Crotona – Capo Spartivento e a Sud della Fossa di Siderno, depressioni individuate a partire dal Tortoniano.

Il rilievo delle Serre è costituito essenzialmente dai terreni cristallini granitico – gneissico-scistosi appartenenti all'Unità dell'Aspromonte e di Stilo. Le Serre, così come la Sila e

L'Aspromonte, sono interessate dai sistemi di faglie longitudinali (NE-SO) e da sistemi bordieri trasversali (E-O) che nell'insieme controllano il sollevamento dell'ammasso cristallino nei confronti delle depressioni circostanti.

Infine, l'area del bacino di Catanzaro sviluppato in direzione ONO-ESE, è delimitato da importanti direttrici tettoniche che separano L'Arco Calabro in due settori: quello settentrionale e quello meridionale.

Il settore meridionale dell'Arco Calabro, si differenzia nettamente da quello settentrionale essenzialmente per la mancanza d'unità ofiolitiche e di strutture indicanti una deformazione Europa-vergente.

In esso affiorano unità di derivazione continentale, caratterizzate da metamorfiti, prevalentemente di età varisca, di grado metamorfico variabile da basso, in posizione strutturale inferiore, a medio-alto, in posizione strutturale superiore.

Secondo alcuni autori, la sovraimpronta metamorfica alpina è limitata a zone, anche ampie, di shear (Platt & Compagnoni, 1990); secondo altri, intere porzioni delle metamorfiti di basso grado, affioranti in posizione geometrica inferiore, sono da ritenersi esclusivamente a metamorfismo alpino (Pezzino et Al., 1980).

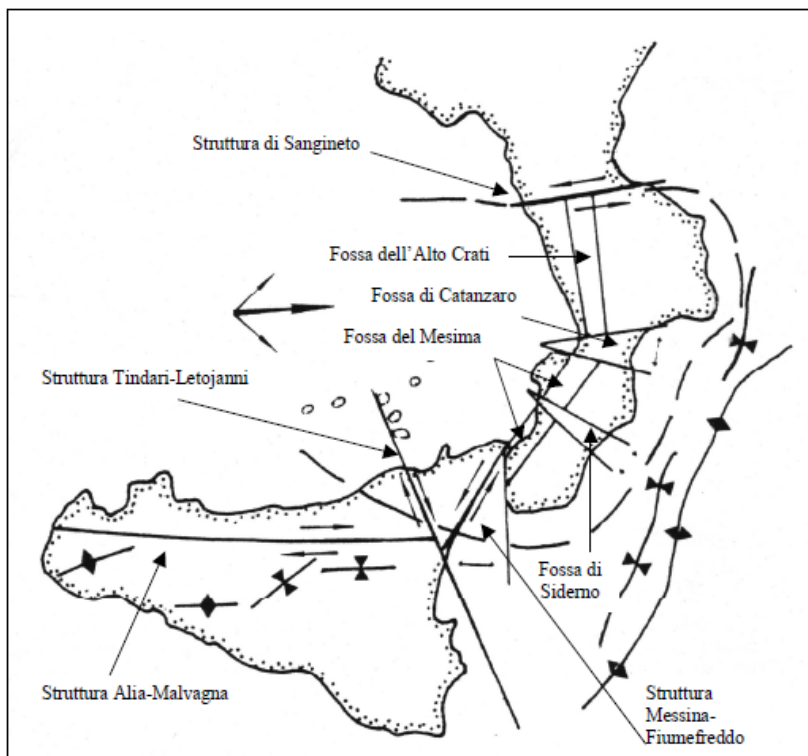
Le coperture sedimentarie, poco estese, sono caratterizzate da successioni pelagiche a partire dal Lias medio, nettamente prevalenti su quelle neritiche.

Dal Miocene superiore in poi, a seguito dell'inizio dell'apertura del Mar Tirreno meridionale, l'Arco Calabro subisce una serie di fasi tettoniche distensive e trascorrenti

segmentandosi.

La segmentazione del settore calabro, delimitato a N e S dalle linee di Sangineto e Taormina, avviene ad opera di altri importanti sistemi di faglie che dissecano la catena:

- un sistema longitudinale, parallelo alle direttrici strutturali della catena, che segue la curvatura dell'Arco passando da direzioni N-S a direzioni NE-SO ed E-O;
- un sistema trasversale che interrompe la continuità della catena, in corrispondenza del quale si opera la curvatura dell'Arco. Questi sistemi passano da direzioni ENE-OSO a E-O, ESE-ONO e NE-SO (Ghisetti, 1979; Ghisetti & Vezzani, 1981 ; 1982).



Schema delle principali strutture tettoniche recenti dell'Arco Calabro-Peloritano (modificato da Ghetti & Vezzani, 1979).

~INQUADRAMENTO GEOLOGICO DI DETTAGLIO~

Il riconoscimento delle caratteristiche geologiche permette di definire l'assetto stratigrafico dei terreni presenti nell'area investigata in termini di individuazione delle singole unità litologiche, modalità ed età della loro messa in posto, caratteri evolutivi e reciproci rapporti geometrici, definizione e caratteri delle acque di scorrimento superficiali e profonde.

Il riconoscimento delle caratteristiche geologiche è stato eseguito sia attraverso uno studio di campagna e sia all'elaborazione delle indagini eseguite, queste hanno permesso una conoscenza diretta della litologia affiorante mentre, per i depositi profondi si fa riferimento alla bibliografia geologica disponibile.

Nel sito oggetto di studio e per un'area molto estesa affiora una formazione continentale attribuibile all'Olocene di tipo alluvionale, chiaramente legata sia all'azione di deposito esercitata sia dal T. Melis, che di origine marino di transizione generato dall'azione di rilascio e rimodellamento marino in occasione degli eventi eustatici del passato.

Litologicamente il litotipo è rappresentato da sabbie medio-fine e ghiaie a granulometria variabile caratterizzati da differenti gradi di addensamento.

La composizione granulometrica di questi materiali è influenzata dalle caratteristiche geolitologiche del bacino di erosione posto a monte dal quale essi hanno tratto origine e dalla selezione prodotta dalle acque correnti in funzione dell'energia prevalente in un determinato lasso di tempo.

In particolare, la presenza e la composizione dei granuli è strettamente legata allo smantellamento in passato, dovuto ad agenti esogeni, di tutte le formazioni affioranti nell'entroterra.

I depositi alluvionali e marini risultano, attualmente, fissati naturalmente dalla vegetazione e localmente anche artificialmente.

Essi sono eterogenei, ma generalmente composti da sedimenti sabbiosi, proprio perché hanno subito un trasporto ed una deposizione tipica di ambienti ad energia intermedia. Essi sono, infatti, costituiti da sedimenti trasportati e depositati dai corsi d'acqua con condizioni di deposizione variabile in senso longitudinale, trasversale e verticale e localmente rimaneggiati e ridepositati dall'azione di motondoso del passato.

In conseguenza di ciò si può avere una giustapposizione disordinata di termini litologici di diversa granulometria, ma in genere a pezzatura media, che in generale si traduce in una variabilità stratigrafica sia in senso verticale che orizzontale.

Dalla stratigrafia dei pozzetti esplorativi, emerge una granulometria marcatamente sabbiosa-ghiaiosa e localmente limosa con sottili intercalazioni limose.

Verso il basso il deposito si presenta granulometricamente più sottile fino a passare direttamente alle sottostanti unità argillose plioceniche.

Questo litotipo è caratterizzato da una scarsa resistenza all'erosione e da permeabilità intermedia che consente un normale smaltimento di apporti meteorici in profondità con ridotte possibilità di formazione di ristagni idrici a livello del p.c.

Le indagini geognostiche eseguite in prossimità del sito in interesse hanno evidenziato complessivamente un deposito sabbioso con ciottoli che aumenta le proprie caratteristiche geomeccaniche con la profondità.

Attraverso misurazioni freaticometriche nel foro del sondaggio è stata rilevata falda a 3,6 metri di profondità dal p.c..

Dai rilievi di campagna, dalla consultazione della Carta Geologica della Calabria (scala 1:25.000) e dall'esame aerofotogrammetrico non sono stati riscontrati elementi strutturali tali da creare problemi all'edificabilità.

I sopralluoghi effettuati non hanno messo in evidenza fenomeni di instabilità del terreno: ciò è confermato dagli edifici esistenti, che non mostrano lesioni o altri indizi di incompatibilità tra le strutture in elevazione e la portanza del terreno.

STRATIGRAFIA

Le Formazioni affioranti nell'area rilevata sono costituite da facies d'origine continentale e di ambienti di transizione, risalenti all'Olocene.

Durante il rilevamento geologico di campagna eseguito è stata riconosciuta, dall'alto verso il basso, la seguente successione litostratigrafica:

- ❖ Alluvioni mobili, ciottolose e sabbiose, dei letti fluviali: depositi di litorale **ac** (Olocene - superiore);
- ❖ Alluvioni fissate dalla vegetazione o artificialmente **af** (Olocene - superiore);

~ IDROLOGIA DEL TERRITORIO ~

Lo studio idrogeologico, si basa sull'assetto geologico-strutturale. Il territorio del Comune di Davoli insiste fundamentalmente su un litotipo, che è già stato descritto nel paragrafo relativo alla geologia :

1. un complesso metamorfico di rocce acide, biotitiche, a grana da media a grossolana, a composizione variabile tra la quarzo-monzonite ed il granito.

Su questo grosso complesso (che costituisce il bedrock) insistono poi litologie più recenti che si sono formate per processi legati al weathering.

Avremo dunque superfici di erosione ma anche depositi alluvionali.

In queste condizioni è dunque possibile delineare un quadro, uno schema relativo alla circolazione delle acque sotterranee se facciamo le seguenti considerazioni.

Le rocce intrusive, in genere hanno una scarsissima porosità primaria (porosità: proprietà di contenere spazi vuoti tra gli elementi solidi che costituiscono la roccia). La loro genesi avviene in modo tale che non siano presenti dei vuoti intercomunicanti. La roccia si presenta dunque compatta, senza soluzione di continuità. E' chiaro che in queste condizioni una roccia sia praticamente impermeabile.

Dal momento della loro formazione però, le rocce sono andate incontro a tutta una serie di sollecitazioni, di stress tettonici (ad esempio sollecitazioni dinamiche dovute alla propagazione delle onde elastiche in occasione di fenomeni

sismici) che nel corso di milioni di anni hanno lasciato il segno andando a frantumare la roccia originariamente compatta. La comparsa di micro, talora anche macro, fratture fa sì che la roccia cambi il suo comportamento nei confronti dell'attraversamento dell'acqua al suo interno. La condizione indispensabile a che la roccia aumenti la sua permeabilità sta tuttavia nel fatto che tali fratture siano intercomunicanti tra loro a costituire una fitta rete di comunicazione. In caso contrario infatti le fratture da sole (non in comunicazione tra di loro) non andrebbero a variare più di tanto la permeabilità (proprietà di una roccia a lasciarsi attraversare dall'acqua) della roccia.

La porosità della roccia si distingue in primaria e secondaria. Se i vuoti sono singenetici (ovvero formati contemporaneamente alla formazione della roccia) si parla di porosità primaria. La porosità secondaria è quella acquisita dalla roccia successivamente alla sua formazione.

Le rocce che subiscono i processi di fratturazione si dice siano permeabili per fessurazione.

Al quadro appena delineato va fatto notare che le rocce che vanno a costituire il bedrock, si presentano, nella porzione superficiale, notevolmente alterate.

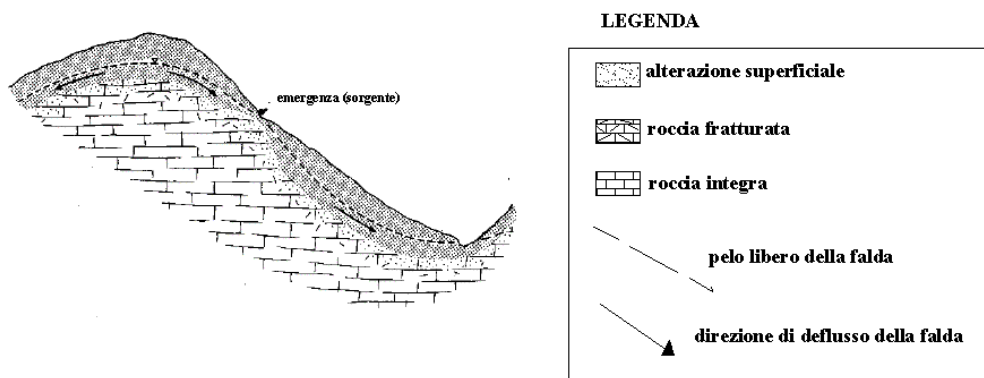
L'alterazione del complesso metamorfico consiste in sabbioni limosi argillosi, con all'interno nuclei di roccia non del tutto alterati. Queste fasce di alterazione sono contraddistinte da porosità primaria tali da permettere l'attraversamento agevole da parte dell'acqua.

La coltre superficiale, complessivamente più permeabile ($K > 10^{-6}$ m/s) della sottostante zona fratturata ($K < 10^{-7}$ m/s) ha uno

spessore medio di 15-20 m (Ietto, 1975).

Di seguito viene proposto uno schema di circolazione idrica all'interno di un' acquifero di tipo granitico (ma che è ben adattabile per spiegare il fenomeno all'interno di rocce metamorfiche come lo gneiss) tratto da un testo fondamentale di idrogeologia (Celico P., Prospezioni idrogeologiche).

Lo schema presenta un bedrock integro, il quale è sormontato dalla medesima roccia fratturata. Infine, in superficie è presente la fascia di alterazione che consente al suo interno l'insistenza di una falda.



Il seguente schema ci consente di fare le seguenti osservazioni :

- a) il pelo libero della falda segue l'andamento morfologico superficiale.
- b) Le emergenze sorgive si possono rinvenire là dove la coltre di alterazione è di spessore minimo o manca del tutto.

Le rocce ad alto metamorfismo (quali gli gneiss) hanno caratteristiche idrogeologiche simili a quelle degli acquiferi di

tipo granitico. Infatti la porosità è bassa ed è associata alla coltre di alterazione, alla fessurazione di origine tettonica ed ai piani di scistosità. Il grado di permeabilità complessivo è generalmente più basso di quello delle rocce intrusive, anche perché questi acquiferi presentano più ampie zone di argillificazione coincidenti, spesso, con intercalazioni filladiche.

Le litologie sono state caratterizzate da valori di permeabilità desunti da dati bibliografici (Celico P., Prospezioni Idrogeologiche).

Sono stati individuati quattro range di valori di permeabilità :

Gradi di permeabilità relativa	Coefficiente di permeabilità (m/sec)
Alto	$K > 10^{-2}$
Medio	$10^{-2} < K < 10^{-4}$
Basso	$10^{-4} < K < 10^{-9}$
Impermeabile	$K > 10^{-9}$

Di seguito vengono presentate le litologie che ricadono all'interno del territorio comunale di Davoli e il corrispettivo grado di permeabilità relativa. Le litologie sono affiancate dal simbolo utilizzato dalla Carta Geologica alla scala 1:10.000.

Litologia	Simbolo	Grado di permeabilità relativa
Alluvioni	ac; af, a	M
Conglomerati sabbiosi	q ^{cl-s}	M
Sabbie grossolane	P ^s ₂₋₃	M
Argille	P ^a ₁₋₂	B
Sabbie conglomeratiche	P ^s ₁₋₂ - P ^{s-cl} ₁ - P ^{cl-s} ₁	M
Rocce granitiche	Y	B

La tabella successiva caratterizza le litologie per porosità e permeabilità.

La porosità viene distinta in primaria e secondaria, e per ciascuna di esse viene stabilita una categoria (Bassa – Media – Alta).

La colonna relativa alla permeabilità indica se la stessa avviene per porosità e/o per fratturazione (che altro non è se non la porosità secondaria) e inoltre il grado suddiviso secondo la categoria I (impermeabile), B (bassa), M (media), A (alta).

ROCCE	Porosità						permeabilità					
	primaria			secondaria			tipo		grado			
	B	M	A	B	M	A	P	F	I	B	M	A
Alluvioni			X				X					X
Conglomerati sabbiosi			X				X					X
Sabbie grossolane			X				X					X
Argille	X			X				X	X	X		
Sabbie conglomeratiche			X				X					X
Rocce granitiche	X				X		X	X	X	X		

Porosità :	bassa (B) ; media (M); alta (A)
tipo di permeabilità :	per porosità (P) ; per fessurazione (F)
grado di permeabilità :	impermeabile (I); basso (B); medio (M); alto (A)

~ CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL SITO ~

L'idrogeologia di una zona è regolata dai caratteri fisici e dal grado di permeabilità dei litotipi che la costituiscono oltre che dai rapporti giacitureali fra le varie formazioni affioranti e dalla tettonica.

Le litologie affioranti riflettono direttamente le caratteristiche di permeabilità dell'area, come si evince dallo stralcio della "Carta della Permeabilità" realizzata dal Centro Cartografico della Regione Calabria (figura 1). Infatti, l'area è caratterizzata da valori elevati e molto elevati nel settore di pianura in cui affiorano le litologie sedimentarie.

In base alla natura delle formazioni geologiche è possibile distinguere, all'interno della unità idrogeologica, cui appartiene l'area oggetto di studio, quattro diversi acquiferi [CASMEZ -1976]:

Acquifero cristallino;

Acquifero sabbioso Calabriano;

Acquifero arenaceo e conglomeratico;

Acquifero alluvionale.

I materiali alluvionali recenti che hanno riempito le depressioni formatesi durante il sollevamento della regione sono granulometricamente più o meno grossolani.

La stratificazione si presenta con un'alternanza di materiali sabbiosi e ciottolosi intercalati da livelli, più o meno spessi, di materiali limosi e argillosi.



Figura 2
Stralcio della
Carta della
Permeabilità
(Centro
Cartografico
Regionale)

Per quanto riguarda le caratteristiche idrogeologiche superficiali dell'area esaminata si può dire che tale zona è caratterizzata complessivamente, vista la litologia, da un buon assorbimento delle precipitazioni con valori della permeabilità compresi tra $1 \cdot 10^{-2}$ cm/sec e $1 \cdot 10^{-4}$ cm/sec.

I terreni presenti nell'area in interesse hanno, infatti, una permeabilità di primo grado, per porosità, che diminuisce in corrispondenza dei depositi limosi ed argillosi mentre aumenta in corrispondenza dei depositi sabbiosi e ghiaiosi.

Le acque meteoriche e ruscellanti possono, pertanto, infiltrarsi in profondità fluendo attraverso i vuoti intergranulari dei sedimenti clastici, con una velocità di flusso che si riduce solo in corrispondenza delle unità limose-argillose.

La circolazione idrica sotterranea sarà di tipo primario (porosità dei litotipi) con il livello della falda posto al passaggio dello strato sabbioso e il sottostante deposito argilloso.

I sedimenti sciolti, costituiti da sabbie e ghiaie, sono infatti caratterizzati da valori di permeabilità medio-alta, per cui essi assorbono bene l'acqua piovana trasmettendola con una certa regolarità nell'intero corpo acquifero sottostante.

Al di sotto del deposito sabbioso in corrispondenza del deposito limoso, la permeabilità assume valori decisamente più bassi creando pertanto zone di accumulo e quindi falde acquifere.

In particolare dai risultati nelle indagini geognostiche e dalle relative misure piezometriche nella DPSH hanno rilevato la presenza di falda freatica a 3,6 metri idal p.c..

Si potrà rinvenire un orizzonte di acqua di "sgrendo", presente nei primi metri di terreno solo in occasione di abbondanti precipitazioni, che dato il suo probabile modestissimo flusso non può certo recare danni o compromettere le opere di fondazione.

Per quanto riguarda il deflusso idrico superficiale, essendo il sito ubicato in zona urbanizzata, viene convogliato e fatto defluire attraverso opere di canalizzazione già esistenti.

~CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE E CLIMATICHE~ **NOTE DI IDROLOGIA SUPERFICIALE, SOTTERRANEA E SUL CLIMA.**

L'assetto idrogeologico del territorio in esame è controllato principalmente dalle caratteristiche di permeabilità dei terreni, in qualche misura dalla loro giacitura e subordinatamente dall'assetto strutturale della zona.

La geometria e l'astensione della rete idrografica è influenzata sia dalle caratteristiche litologiche, diverse nelle due entità fisiografiche, che da quelle climatiche. Tra queste ultime riveste un ruolo fondamentale l'entità e regime delle precipitazioni.

In generale si mette in evidenza che la Calabria è una delle Regioni più piovose dell'Italia meridionale: la piovosità media annua è di 1176 mm , a fronte di una media nazionale di 970 mm. L'elevata piovosità della regione trae origine dalla configurazione a penisola e della disposizione assiale dei principali sistemi orografici, i quali costituiscono delle barriere che si oppongono alle masse di aria umida provenienti dal mare, generando condizioni favorevoli per il formarsi delle piogge.

La zona maggiormente interessata dalle precipitazioni è il versante ionico, investito dalle perturbazioni provenienti da Sud-Est. La direzione dei versanti, normale rispetto al fronte delle perturbazioni, concorre ad amplificare gli effetti. Inoltre l'analisi storica degli eventi alluvionali, verificatesi in Calabria evidenzia come la quasi totalità delle alluvioni abbia interessato proprio le zone ioniche, con intensità di pioggia fino a 637,8 mm in 24h e 1496 mm in tre giorni. Le precipitazioni medie annue relative alla stazione di Chiaravalle (quota 550 m-s.l.m.) risulta essere di 1523 mm distribuiti in 102 giorni piovosi.

Questi dati sono notevolmente superiori alla media del territorio nazionale.

Solo nella stazione di Soverato marina quota 6 m sul livello del mare, con precipitazioni medie annue 962 mm, si registra un valore che rientra nella media nazionale. Svolgendo un esame della loro distribuzione nell'arco dell'anno, si individua come periodo più piovoso il semestre autunno-inverno, mentre il valore delle piogge massive di più giorni consecutivi che si verificano di preferenza da settembre a novembre. La concentrazione di questi eventi in un periodo che segue quello estivo, di massima siccità, tende a favorire fenomeni di erosione molto intensi.

Relativamente alle caratteristiche idrogeologiche, dell'area si segnala la presenza di una falda freatica a 3,6 metri di profondità dal piano campagna. E' possibile comunque che in occasione di forti e prolungate precipitazioni si verifichi un sensibile innalzamento della piezometrica, innalzamento che in questi terreni regredisce peraltro in modo sufficientemente rapido con la diminuzione degli apporti meteorici.

Per ciò che riguarda, infine, la permeabilità dei terreni, in relazione alle frazioni granulometriche presenti, è ragionevole ipotizzare valori della conducibilità idraulica compresi tra 10^{-2} e 10^{-3} cm/s per gli orizzonti sabbiosi più grossolani e tra 10^{-4} e 10^{-5} per gli orizzonti con cospicua frazione limosa.

Tipi di rocce	Grado di permeabilità relativa	Coefficienti di permeabilità (m/s)
Ghiaie	Alto	$K > 10^{-2}$
Sabbie	Medio	$10^{-2} > K > 10^{-4}$
Sabbie fini - Silts	Basso	$10^{-4} > K > 10^{-9}$
Argille	Impermeabile	$K < 10^{-9}$

K (m/s)		10 ⁻¹	10	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰
Granulometria	Omogenea	Ghiaia		Sabbia		Sabbia molto fine		Silt		Argilla			
	Varia	Ghiaia grosse medie	Ghiaia e Sabbia		Sabbia e Argilla- Limi			Argilla					
Grado di permeabilità		Elevata					Bassa			Nulla			
Complesso idrogeologico		Permeabile					Semi-permeabile			Imper.			

~ CONDIZIONI METEOROLOGICHE ~

In linea generale i caratteri climatici della Calabria sono influenzati dall'orografia geometricamente organizzata in modo tale da produrre un marcato effetto sulle masse d'aria umida provenienti nella maggior parte dei casi da NW o da SE.

La presenza di catene montuose a sviluppo prevalentemente lineare, che s'innalzano fino a quote medie di 1.000 – 1.500 metri, provoca la rapida ascensione di masse d'aria umide che precipitano in piogge più o meno proporzionali alla quota.

La divisione in due versanti del sistema orografico calabrese fa sì che la fascia ionica sia esposta alle influenze africane e quindi con temperature più elevate e precipitazioni brevi ma molto intense, mentre la fascia tirrenica sia soggetta alle correnti occidentali e quindi con temperature meno elevate e piogge orografiche molto frequenti.

Con l'aumentare dell'altitudine e nelle zone più interne il clima può definirsi montano-mediterraneo con inverni più freddi e piovosi ed estati meno calde e con qualche precipitazione.

Per quanto riguarda gli elementi climatici, il Comune di Davoli, si localizza ad una latitudine piuttosto bassa, si rivolge ad est, ed è disposto perpendicolarmente alla costa ionica.

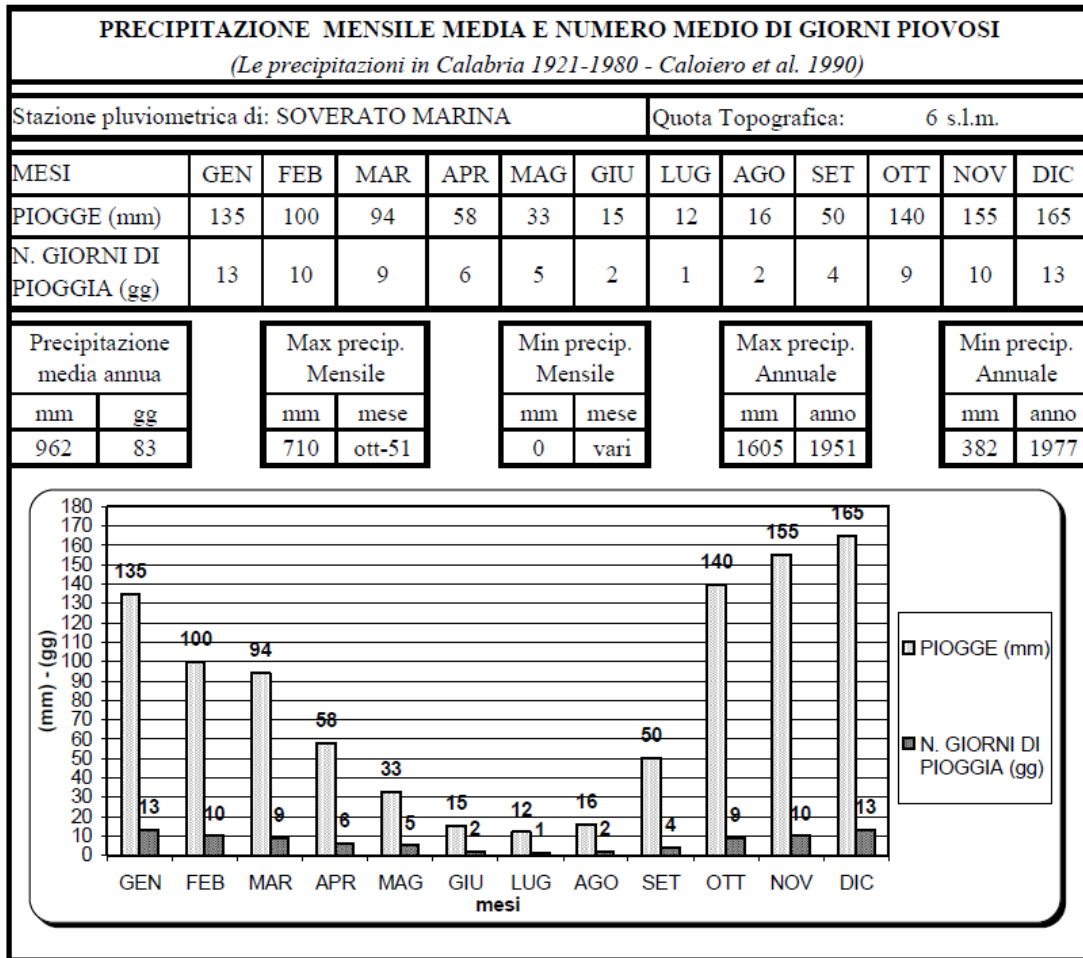
Lo studio termometrico e pluviometrico è stato condotto consultando gli annali idrogeologici della banca dati dell'Ufficio Idrografico e Mareografico di Catanzaro raffrontate con le carte di sintesi delle Distribuzione delle temperature medie

annue in Calabria e della Distribuzione della precipitazione media annua in Calabria tratte da: " Le precipitazioni in Calabria (1921 - 1980)", D. Caloiero et al. 1990 CNR-IRPI Cosenza.

Per quanto riguarda i dati pluviometrici, essi sono stati misurati nella stazione di Soverato, ad una quota sul mare di 6 metri, che registra un' altezza media annua pari a 962 mm, con 83 giornate piovose l'anno (i dati, a cura del Servizio Idrografico, si riferiscono ad un periodo di osservazione che va dal 1921 al 1980).

Lo studio mette in evidenza che nell'area in esame si registra una temperatura media annua di 16°-18° e che la zona sia interessata da precipitazioni di breve durata e di notevole intensità, con una media annua di 962 mm e con 83 giorni di pioggia l'anno; in particolare per tale periodo di osservazione il mese e l' anno più piovosi risultano rispettivamente Ottobre 1.951 con 710 mm e il 1951 con 1.605 mm; l'anno con minore precipitazione è il 1977 con 382 mm, mentre vari sono i mesi a precipitazione nulla.

Dall'analisi delle piogge mensili si evince che l' area di studio quasi periodicamente nei mesi tra ottobre e gennaio è interessata da eventi pluviometrici d'elevata intensità ed elevati valori di millimetri di pioggia rilasciati che in zone a bassa regimentazione delle acque potrebbero condurre all'instaurarsi di fenomeni di dissesto.



Il Comune di Davoli riceve quindi mediamente in un anno circa 962 millimetri di pioggia, inoltre man mano che si sale di quota verso la cresta spartiacque della Catena delle Serre la piovosità raggiunge circa i 2.000 millimetri di pioggia annui.

La morfologia dei versanti e quest' andamento pluviometrico determinano un deflusso delle acque, nel mar Jonio, attraverso numerose aste torrentizie e fossi che drenano le acque nelle fiumare principali, poste in direzione ortogonale alla linea di costa. Il loro regime è, conformemente all' andamento pluviometrico, del tipo torrentizio.

Le aste fluviali di una certa importanza sono rappresentate da fossi che si propagano in direzione est-ovest perpendicolarmente alla costa.

~ **INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO DELL'AREA** ~

Dal punto di vista strutturale, l'area in esame si presenta stabile. Il rilievo geologico, infatti, non ha evidenziato faglie o movimenti tettonici attivi o quiescenti.

Sulla base di quanto riportato nella O.P.C.M. n°3274 del 20.03.2003, modificata dalla successiva O.P.C.M. n° 3431 del 03.05.2005, la progettazione delle opere di fondazione e di sostegno dei terreni soggetti ad azioni sismiche deve soddisfare requisiti tali da assicurare, in caso di terremoto, la salvaguardia della vita umana e garantire la funzionalità delle strutture essenziali di protezione civile.

Ai fini dell'applicazione della O.P.C.M. n°3519 del 28.04.2006 il territorio nazionale è suddiviso in quattro zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore di accelerazione orizzontale massima del suolo (a_g) su suolo di categoria A.

Il Comune di **Davoli** in base alla classificazione sismica nazionale ricade in zona ad elevato rischio sismico in riferimento alla normativa vigente, (a cui compete una accelerazione superficiale $a_g/g > 0,25$ ed una accelerazione superficiale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico a_g/g compreso tra **0,15 – 0,25**), è quindi indispensabile che, in fase di edificabilità, venga rispettata la normativa antisismica vigente.

Le caratteristiche dei terreni investigati ci permettono di estrapolare le seguenti considerazioni:

- ❖ **esistenza di una leggera amplificazione della trasmissione delle onde sismiche dalle sottostanti unità più consistenti al deposito sabbioso-ghiaioso che lo sovrasta;**

- ❖ trascurabile fenomeno di focalizzazione geometrica dell'energia sismica dovuta all'assenza di irregolarità morfologiche;
- ❖ inesistenza di problematiche legate alla liquefazione dei terreni considerata la granulometria, dei primi 10-12 m, dei materiali presenti nel sito, determinata attraverso prove di laboratorio.

Il territorio del Comune di Davoli, quindi, è caratterizzato dai seguenti parametri:

<i>Codice ISTAT</i>	<i>Denominazione</i>	<i>Zona sismica attuale (O.P.C.M. n. 3274 del 2003)</i>	<i>Classificazione sismica 2004 (Recepimento delle Regioni dell'O.P.C.M. n. 3274 del 2003)</i>
18079042	Davoli	2	2

Per confronto con la successiva tabella di riferimento si possono ricavare i valori di a_g , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g , da adottare per la corrispondente zona sismica:

<i>Zona</i>	<i>Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)</i>	<i>Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g)</i>
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	< 0,05	0,05

Riguardo il comportamento sismico dei litotipi costituenti il sito, va rilevato che la situazione stratigrafica, rappresentata da materiale incoerente appare poco soddisfacente.

Infatti, i depositi sciolti esaltano l'intensità delle scosse sismiche, generando fenomeni di amplificazioni locali.

~ CONFORMITA' AL P.A.I. ~

In seguito all'approvazione del **PIANO** di **ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)**, della Regione Calabria, pubblicato sul Bollettino Ufficiale Regionale il 25/03/2002, è stato effettuato uno studio di compatibilità geomorfologico – idraulico dell'area in oggetto, attraverso un raffronto con il suddetto Piano, attualmente gestito dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e di pianificazione mediante l'Autorità di Bacino Regionale della Calabria (ABR), pianifica e programma le azioni e le norme d'uso finalizzate alla salvaguardia delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture e del suolo.

Il PAI, il cui ambito di riferimento è costituito da tutto il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Regione Calabria, prosegue l'obiettivo di garantirne adeguati livelli di sicurezza rispetto all'assetto geomorfologico, relativo alla dinamica dei versanti e al pericolo di frana, l'assetto idraulico, relativo alla dinamica dei corsi d'acqua e al pericolo d'inondazione, e all'assetto della costa, relativo alla dinamica della linea di riva e al periodo di erosione costiera.

Per ciascuna categoria di rischio contemplata nel PAI (rischio frana, rischio inondazione e rischio erosione costiera) vengono indicati quattro livelli:

R4 – rischio molto elevato;

R3 – rischio elevato;

R2 – rischio medio;

R1 – rischio basso.

Per quanto riguarda il rischio idraulico, in particolare, il PAI individua delle aree di attenzione, per pericolo di inondazione, lungo tutti i corsi d'acqua, di cui all'art. 3, comma 4, per i quali non sono stati ancora definiti i livelli di rischio

Sulla base del livello di rischio individuato, il PAI disciplina l'uso del territorio in tali aree così come specificato nel suo elaborato "Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia".

Nel nostro caso quindi, si è proceduto ad un raffronto geomorfologico e idraulico dell'area in progetto con quanto previsto dallo studio del PAI verificandone la compatibilità geomorfologia e idraulica degli interventi in progetto.

Da un accurato esame degli elaborati e dalla sovrapposizione dell'area in oggetto si è potuto constatare che, a seguito alla rettifiche basate su valutazioni morfologiche e idrogeologiche riguardante il territorio del Comune di Davoli avvenute il 11/04/2016, l'area di studio si colloca in **area a rischio idraulico classificata come "R2"**.

Area a Rischio Idraulico R2: *"Rischio medio per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche"; ed è soggetta alle prescrizioni dell' Art. 23 delle Norme tecniche di Attuazione del PAI.*

Art. 23 (Disciplina delle aree a rischio d'inondazione R2 e R1)

1. Nelle aree a rischio R2 e R1 non è consentita la realizzazione di locali sotterranei e/ o seminterrati ad uso abitativo e commerciale.

Non sussistono vincoli e quindi limitazioni per quanto riguarda il rischio frana.

A scopo esemplificativo si allega lo stralcio della "Carta della perimetrazione delle aree a rischio idraulico" con l'ubicazione del sito.

INQUADRAMENTO RISPETTO AL P.G.R.A. (Piano Gestione Rischio Alluvioni)

Dallo studio della cartografia P.G.R.A. attualmente gestita dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, risulta che il sito d'intervento ricade in un'area con una pericolosità classificata P1. (vedi immagine sotto).

La realizzazione di quanto previsto in progetto dovrà pertanto tenere conto da quanto previsto dalle prescrizioni sulle misure da adottare nelle aree con pericolosità P1 del PGRA - (DS n. 540 del 13.10.2020 Adozione Misure di Salvaguardia P.G.R.A. dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale).



~ **CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE** ~

Al fine di determinare il più probabile profilo litostratigrafico dell'area oggetto di studio, le caratteristiche geotecniche dei terreni di sedime e l'incremento sismico locale e i profili verticali delle onde di taglio (Vs), è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche.

Le indagini effettuate sono state:

- **n° 1 prova penetrometrica superpesante** che ha consentito di acquisire con accuratezza sia i parametri geotecnici del terreno di sedime che le caratteristiche litostratigrafiche oltre a valutare l'eventuale presenza della falda freatica.
- **n° 1 Prospezione sismica a rifrazione ad onde longitudinali (P)** al fine di permettere la correlazione areale della stratigrafia e la conoscenza di eventuali problematiche geologiche e dei parametri geofisici;
- **n° 1 Prospezione sismica con metodologia MASW** (Multichannel Analysis Of Surface Waves), ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh per la redazione della relazione sulla modellazione sismica di sito, ovvero per la caratterizzazione sismica dei sismo-strati di riferimento presenti lungo una verticale di circa 30 m dall'attuale p.c. e conseguente determinazione delle VS,eq (NTC2018) e della categoria del sottosuolo di fondazione.

Le caratteristiche tecniche delle attrezzature e le metodologie adottate nell'esecuzione delle indagini, sono riportate nella relazione a corredo dei certificati delle prove.

L'elaborato è stato integrato con i dati di indagini relative a uno studio geologico effettuato dal sottoscritto in area adiacente al sito in interesse, effettuato a maggio 2023.

Le indagini pregresse prese in considerazione sono state:

- **n° 1 sondaggio a carotaggio continuo** spinto alla profondità di 12,0 mt;
- **verifiche in foro con n° 3 SPT (Standard Penetration Test)** eseguite alle profondità rispettivamente di m 3,5 m; 7,0 m e 11,50 m ;

Le caratteristiche tecniche delle attrezzature e le metodologie adottate nell'esecuzione delle indagini, sono riportate nella relazione fornita a corredo dei certificati delle prove, dalla società GEO.MIN del Dott. Mariano BELLEZZA.

- **prove di laboratorio** su 1 campione indisturbato prelevato in sito alla profondità 2,50 mt.;

effettuate presso il laboratorio di geotecnica I.P.G. s.n.c. - Istituto Prove Geotecniche in Via Orto Matera - Castrolibero (CS) - per una identificazione dettagliata sia fisica che meccanica;

Le caratteristiche tecniche delle attrezzature e le metodologie adottate nell'esecuzione delle indagini, sono riportate nelle relazioni allegate.

Le anzidette indagini sono state discusse negli appositi paragrafi e le loro ubicazioni esplicitate in un apposito elaborato grafico.

~ *SONDAGGIO MECCANICO ED S.P.T.* ~

L'indagine diretta eseguita dal sottoscritto nello studio geologico pregresso effettuato a Maggio 2023, è consistita nell'esecuzione di n° 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo.

Tutte le informazioni riguardanti tale categoria di lavori sono state sintetizzate e riportate in forma grafica nelle stratigrafie allegate, cui si rimanda per un maggior dettaglio riguardo la descrizione litologica degli intervalli riconosciuti.

L'indagine ha dato un quadro qualitativo della distribuzione verticale dei litotipi affioranti nonché l'acquisizione di tutti quegli elementi riguardanti le caratteristiche fisico-meccaniche.

Il sondaggio a carotaggio continuo è stato spinto alla profondità di 12,0 mt.

Durante l'esecuzione del carotaggio è stato prelevato un campione alla profondità di 2,50 mt da sottoporre ad analisi di laboratorio.

Nel corso della perforazione, alle profondità rispettivamente di m 3,5 mt.; 7,0 mt. e 11,50 mt., in qualità di DD. LL. delle indagini, sono state eseguite un totale di n° 3 prove S.P.T. con le modalità indicate nelle Raccomandazioni AGI (1977).

~ **STRUMENTAZIONE UTILIZZATA** ~

Per l'esecuzione del sondaggio è stata impiegata una sonda a rotazione CMV 420. La sonda in questione possiede una coppia torcente di rotazione pari a 420 Kg \times mt, è montata su carro cingolato e alimentata da motore che aziona sia il sistema idraulico che il movimento dei cingoli.

In particolare, tale macchina è alimentata da una testa idraulica che fornisce alla batteria di aste il movimento rotatorio. La spinta necessaria all'attrezzo di perforazione per "tagliare" il terreno è prodotta da mandrino. Il perforo ha raggiunto una profondità di 12,0 m, eseguito in modo da ottenere le informazioni necessarie e significative, sulle caratteristiche litologiche dei terreni del sottosuolo e i loro rapporti stratigrafici.

La campionatura continua dei terreni attraversati è stata catalogata in apposite cassette di PVC con apposito coperchio.

La documentazione fotografica, inerente le cassette catalogatrici è riportata sulla planimetria allegata al fascicolo delle indagini; nel presente paragrafo, unitamente alla descrizione delle operazioni di cantiere viene affrontata l'analisi dei risultati ottenuti.

STRUMENTAZIONE ADOPERATA

<i>Macchina operatrice</i>	<i>DTC 420 su carro cingolato</i>
<i>Sistema di perforazione</i>	<i>a rotazione</i>
<i>Colonna aste di perforazione</i>	<i>\varnothing 76 mm - L 3,0 m</i>
<i>Tipo di carotiere</i>	<i>semplice \varnothing 101 mm</i>
<i>Tipo di corone</i>	<i>al widia</i>
<i>Cassette catalogatrici</i>	<i>a 5 scomparti</i>

SCHEDA TECNICA DEL SONDAGGIO

Data di esecuzione	30 maggio 2023
Fondo foro	12,0 dal p.c.
Esecuzione S.P.T.	n° 3
Campioni prelevati	n° 1
Cassette catalogatrici	n° 3

Nel corso della perforazione, alle profondità rispettivamente di m 3,5 mt.; 7,0 mt. e 11,50 mt., in qualità di DD. LL. delle indagini, sono state eseguite un totale di n° 3 prove S.P.T. con le modalità indicate nelle Raccomandazioni AGI (1977).

Le prove S.P.T. (Standard Penetration Test), effettuate con un'attrezzatura modello "Nenzi" consiste nel conteggiare il numero di colpi necessari per far penetrare di 30 cm nel terreno una punta conica dal diametro esterno di 51 mm ed apertura a 60°, dopo una infissione preliminare di 15 cm, spinta da un maglio del peso di 623 N (\cong 63,5 kg) che cade liberamente da un'altezza di 0,76 m.

In particolare, sono state effettuate le seguenti attività:

❖ sostituzione del carotiere con una punta conica standard e individuazione dei livelli relativi ai tratti di terreno da indagare, ciascuno della lunghezza di 15 cm, per un totale di 45 cm. Tale operazione consente la facile misura della profondità di eventuale rifiuto alla penetrazione della punta nel sottosuolo;

❖ conteggio dei colpi necessari all'infissione della punta conica nel terreno relativamente a ciascun intervallo (15 cm) del tratto di prova, per caduta libera di un maglio del peso di 63,5 Kg da un'altezza fissa di 76 cm; estrazione della batteria di aste e

sostituzione della punta conica standard con il carotiere; manovra di pulizia del foro e ripresa del carotaggio.

Di seguito si riportano i dati salienti delle prove S.P.T. eseguite.

Per la caratterizzazione del terreno si considera la sommatoria dei colpi registrati negli ultimi due intervalli di prova, cioè degli ultimi 30 cm, scartando, così, i colpi rilevati da 0 a 15 cm per il disturbo subito dal terreno nella manovra di perforazione precedente.

Schede Tecniche riassuntive delle SPT in foro

<i>PROFONDITA' DI PERFORAZIONE</i>	<i>SONDAGGIO S₁ a 12 m dal p.c.</i>		<i>N_{spt}</i>
<i>S.P.T. Sondaggio S</i>	<i>3,50 - 3,95 m dal p.c.</i>	<i>colpi: 7 - 13 - 16</i>	29
	<i>7,00 - 7,45 m dal p.c.</i>	<i>colpi: 12 - 11 - 28</i>	39
	<i>11,50 - 11,95 m dal p.c.</i>	<i>R</i>	R

In allegato sono riportate la stratigrafia del sondaggio effettuato e le relative elaborazioni delle S.P.T in foro eseguite.

~ **RISULTATI INDAGINE CAROTAGGIO** ~

Il sondaggio S1 è stato eseguito in corrispondenza di una superficie pianeggiante, ad una quota di circa 6 mt s.l.m..

La stratigrafia ricostruita dalle cassette catalogatrici, evidenzia, che fino a 0,5 mt. si rinviene materiale di riporto, costituito da sabbia, ghiaia e ciottoli vari.

Uno spessore di circa 4,5 mt di sabbie medio grossolane in subordine limose di colore brunastro. Presenza sporadica di ciottoli arrotondati di roccia granitica. Consistenza sciolta'

Uno spessore di circa 7 mt. di sabbie e ghiaie frammiste tra loro. Presenza di ciottoli arrotondati di roccia granitica. Consistenza medio-densa.

Le verifiche in foro **SPT** hanno evidenziato una litologia verticale ricollegabile alla stratigrafia dedotta dalla sequenza a carotaggio continuo.

In particolare sono stati riscontrati repentini aumenti della resistenza con la profondità che denotano un netto miglioramento delle caratteristiche litotecniche con l'aumentare della profondità.

Le prove di laboratorio effettuate sul campione indisturbato prelevato a profondità di 2,5 mt. dal p.c., confermano nel complesso i valori dedotti dalle indagini geognostiche effettuate.

In allegato è riportata la documentazione fotografica inerente le cassette catalogatrici contenenti la stratigrafia dei terreni in oggetto.

~ INDAGINE PENETROMETRICA ~

Nell'area in esame è stata eseguita **n° 1 prova penetrometrica dinamica DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)** attraverso la quale si è voluto caratterizzare il terreno direttamente interessato dalle strutture fondali, e valutarne le caratteristiche stratigrafiche, geotecniche e geomeccaniche.

La prova è stata realizzata mediante un penetrometro statico/dinamico azionato da un meccanismo motorizzato che fa cadere ripetutamente una massa battente del peso di 63,5 kg da un'altezza costante di 75 cm.

In base al numero di colpi, necessario per far scendere di una profondità di 20 cm un'asta munita di punta conica, è possibile ricostruire la stratigrafia e determinare i seguenti parametri: coesione, angolo di attrito interno, peso dell'unità di volume, modulo di deformazione e densità relativa.

CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO TG63-100KN PAGANI

TIPO DPSH

MASSA BATTENTE 63,5 kg

ALTEZZA DI CADUTA 750 mm

DIAMETRO PUNTA CONICA (DPSH) 50,5 mm

APERTURA PUNTA CONICA (DPSH) 90°

AREA DI BASE PUNTA CONICA(DPSH) 20 cm²

LUNGH. PARTE CILINDRICA PUNTA CONICA (DPSH) 51 mm

LUNGHEZZA ASTE 1,00 m

DIAMETRO ASTE 34/32 mm

PESO ASTE 6,3 kg

AVANZAMENTO PUNTA 200 mm

NUMERO COLPI PER PUNTA N20



Le specifiche caratteristiche dello strumento utilizzato e l'esatta ubicazione della prova sono di seguito riportate.

~ **RISULTATI PROVA PENETROMETRICA** ~

Con la strumentazione descritta si è, quindi, proceduto all'esecuzione di **n° 1 prova penetrometrica dinamica DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)** che ha permesso di avere una visione accurata del sottosuolo e di caratterizzarne geotecnicamente i litotipi incontrati.

I grafici allegati, espressi sotto forma di diagrammi, riportano:

- ❑ Tabelle valori di resistenza;
- ❑ Diagramma numero colpi alla punta – Rpd;
- ❑ Diagramma resistenza dinamica alla punta;
- ❑ Elaborazione statistica.

Analizzando i risultati dell'indagine penetrometrica è stato possibile pervenire al modello stratigrafico del locale sottosuolo nonché alle caratteristiche geotecniche dei singoli orizzonti litologici.

La prova penetrometrica effettuata, è stata spinta fino a quando si è avuto il rifiuto strumentale. L'andamento dei diagrammi delinea le caratteristiche tipiche di depositi di sabbie limose e limi sabbiosi con ciottoli.

Al momento del sondaggio eseguito, la presenza di falda acquifera è stata riscontrata a profondità di circa 3.60 m dal p.c. a seguito di misurazioni freaticometriche eseguite nel foro del sondaggio penetrometrico DPSH.

Visti i dati acquisiti, in relazione al progetto ed alla stratigrafia dell'area, non si è ritenuto necessario compiere

ulteriori prove in situ. L'indagine eseguita, dunque, è stata ritenuta sufficiente ed idonea allo scopo.

Segue l'interpretazione delle prove:

prova penetrometrica DPSH1

A partire dalla quota del piano campagna e fino a 3 m si riscontra lo strato n. 1 riferito a sabbie da medie a fini limose, e silts, locali ciottoli, poco addensate, contraddistinte da colpi del maglio bassi, compresi tra 2÷8 colpi ogni 20cm.

Dalla profondità di 3 m e fino a 15 m si nota lo strato n. 2 dove i colpi del maglio variano dai 9 ai 30 colpi in 20cm, presumibilmente in sabbie e ghiaie con matrice fine limosa o eventualmente argillosa, da moderatamente addensate a livelli più teneri più soggetti ad alterazione-fessurazione (vedi elaborati grafici penetrometria DPSH).

Riepilogo principali parametri geotecnici “Via Cristoforo Colombo” DPSH1

Litotipo	Profondità (m)	ϕ	G (Kg/cm ²)	γ (g/cm ³)	E ed (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	Dr %	Vs (m/sec)
Sabbie limose con ciottoli poco addensate	3,0	27°	410	1,60	69	56	57	252
Sabbie e ghiaie con matrice limosa	15,0	29°	780	1,70	127	160	70	

ϕ = angolo di attrito interno

G = Modulo di deformazione dinamico

γ = peso di unità di volume

E ed = Modulo Edometrico

E = Modulo di Young (Schmertmann)

Dr = Densità relativa (Meyerhof)

Vs = velocità delle onde trasversali (Masw)

~ INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE ~

Il metodo sismico a rifrazione permette la costruzione di domocrone (diagrammi tempo-distanze) dalle quali è possibile calcolare velocità e profondità delle interfacce profonde.

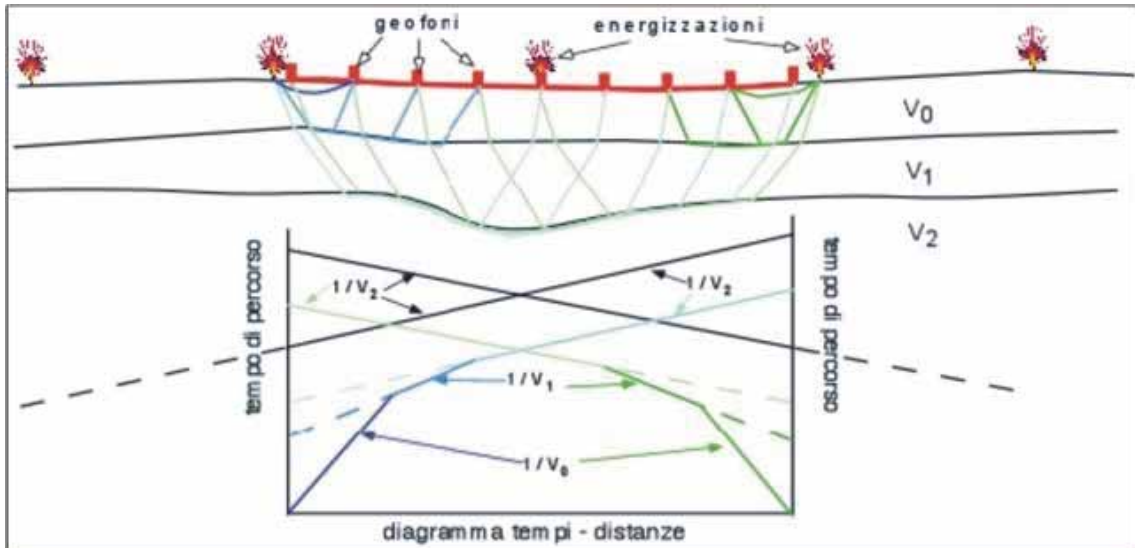
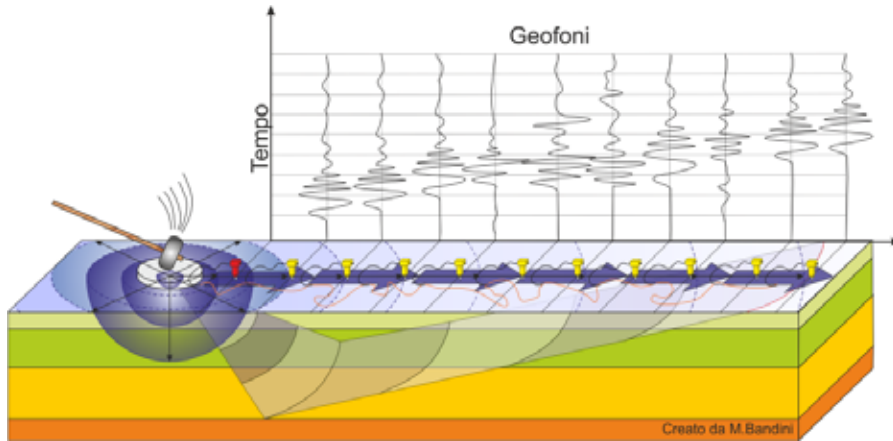
Consiste nel generare artificialmente onde elastiche longitudinali in un punto della superficie e nel misurare il tempo impiegato dalle onde così prodotte per propagarsi dalla sorgente a dei sensori opportunamente disposti sul terreno a distanze crescenti.

L'indagine si basa sul principio che le velocità e le direzioni di propagazione dei raggi sismici generati sono strettamente dipendenti dalle caratteristiche fisico-meccaniche dei diversi materiali attraversati e dalla presenza di eventuali superfici di discontinuità separanti formazioni a diverso comportamento elasto-meccanico.

Dal punto di vista operativo, tramite energizzazione artificiale, si determina la propagazione di una serie di onde sismiche, che vengono rilevate dai geofoni allineati sulla superficie, e visualizzate come tracce sismiche (sismogrammi). Dalle tracce così acquisite si leggono i tempi dei primi arrivi ai vari geofoni determinando il grafico dell'andamento spazio-temporale dei primi arrivi (dromocrone).

Poiché le velocità sismiche sono strettamente dipendenti dalle caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali attraversati dai raggi sismici, le elaborazioni dei dati acquisiti in campagna consentono di correlare gli strati individuati mediante le

prospezioni con i livelli litologici caratterizzati da condizioni geomeccaniche omogenee ottenendo informazioni utili riguardo all'assetto stratigrafico locale.



Schema di acquisizione di misure sismiche a rifrazione.

~STRUMENTAZIONE UTILIZZATA~

Lo stendimento sismico è stato realizzato a 12 canali d'acquisizione, adottando una distanza intergeofonica di 2 metri, ed energizzazioni (battute) poste ad una distanza dallo stendimento di 5 metri dal primo geofono sia in andata che in ritorno e battuta centrale dello stesso stendimento.

Per generare onde P rifratte d'ampiezza rilevabile, è stata utilizzata una mazza del peso di 12 Kg, battente su un piattello metallico.

E' stato effettuato un congruo numero di punti d'energizzazione per la cui precisa ubicazione si rimanda al modello di velocità in allegato.

Il metodo di interpretazione utilizzato è stato del tipo tomografico, che ha consentito di evidenziare, in maniera migliore, eventuali variazioni laterali di velocità.

Per l'elaborazione dei dati di campagna è stato utilizzato il software EASY RAYFRACT della Geostru Software.

Lo stendimento sismico ha permesso la ricostruzione dettagliata e l'andamento degli strati nel sottosuolo.

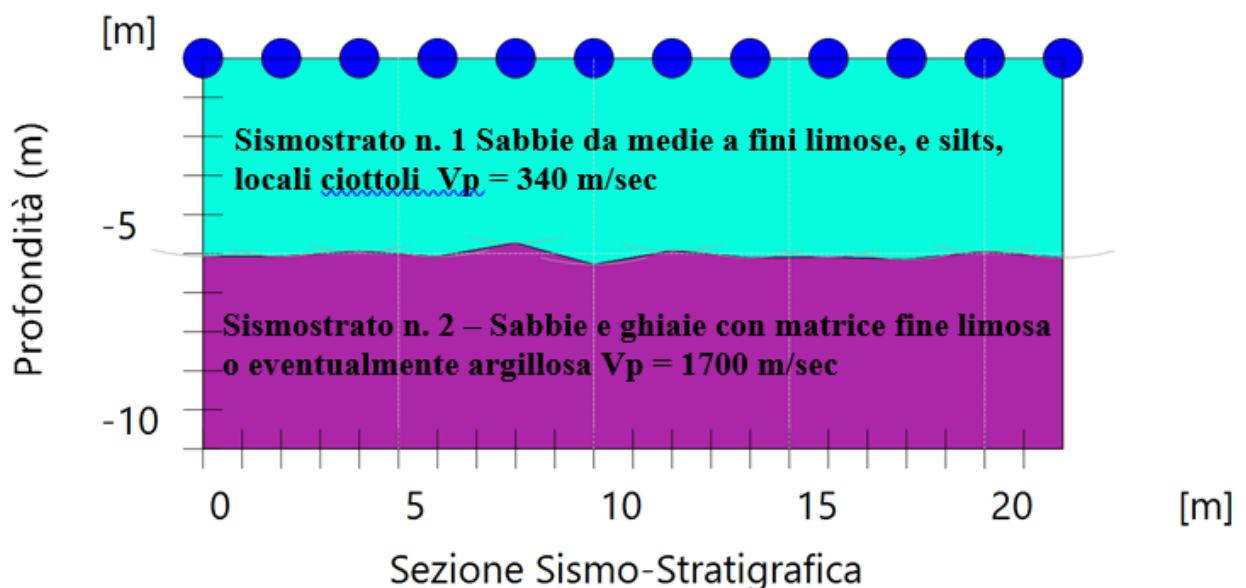
In tal modo si sono acquisiti, per una profondità di circa 11 metri dal p.c., dati dettagliati sulla stratigrafia del sottosuolo.

~RISULTATI INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE ~

Sulla base delle velocità delle onde prime misurate è stato possibile differenziare il sottosuolo dall'alto verso il basso. Nella interpretazione sismica a rifrazione si ipotizzano due sismostrati.

A partire dal piano campagna e fino a profondità di 5 m si evidenzia un primo sismostrato caratterizzato da velocità delle onde di taglio V_P di circa 340 m/sec, riferite alla parte superiore poco compatta dei sedimenti che caratterizzano l'area investigata, costituite da sabbie da medie a fini, limose, e silts, con locali ciottoli, alterate.

Sotto i 5 m circa si ha il secondo sismostrato von velocità delle onde longitudinali V_P di circa 1700 m/sec, costituite presumibilmente da sabbie e ghiaie con matrice fine limosa o eventualmente argillosa, da teneri a moderatamente compatti. L'aumento delle V_P possibile è dovuto sia all'aumento progressivo della compattezza, ma anche a causa delle saturazioni idriche negli strati investigati. In virtù di ciò, si consiglia sempre di equiparare i dati ottenuti con raffronti diretti.



~ *INDAGINE SISMICA MASW* ~

La nuova normativa italiana D.M. del 14 gennaio 2008 “Nuove norme tecniche per le costruzioni” e successive integrazioni, (aggiornamento **D.M. 17 gennaio 2018**) la normativa tecnica europea (Eurocodici EC 7 e EC 8) e le più avanzate normative internazionali, attribuiscono la giusta importanza alla caratterizzazione sismica del terreno su cui dovranno essere realizzate opere di qualunque natura (edifici residenziali e industriali, opere di sostegno e di stabilizzazione di versanti, rilevati stradali, opere infrastrutturali, argini, dighe e opere idrauliche, gallerie, ponti e opere strutturali di grandi dimensioni).

La caratterizzazione del terreno dal punto di vista sismico in particolare e dinamico in generale, richiede come elemento indispensabile la conoscenza del profilo di velocità delle onde di taglio V_s degli strati di terreno presenti nel sito, fino alla profondità del **Bedrock** dal piano campagna, secondo quanto richiesto dalle sopracitate normative.

Per depositi con profondità H del **Bedrock** superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro V_{S30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nell' espressione (3.2.1) e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

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

Il profilo delle onde di taglio V_s fino al raggiungimento del **Bedrock** o nei primi 30 m di profondità risulta necessario per:

- ✓ valutare l'azione sismica di progetto al livello delle fondazioni di qualunque struttura
- ✓ valutare il rischio di liquefazione del terreno in sito
- ✓ valutare rischi di instabilità dei pendii e/o delle opere di sostegno
- ✓ valutare i cedimenti dei rilevati stradali, delle opere di sostegno, delle fondazioni degli edifici.

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio V_s fino al **Bedrock** o nei primi 30 m di profondità è possibile determinare una velocità equivalente V_{Seq} rappresentativa del sito in esame, che consente di classificare il sito come suolo di tipo **A, B, C, D, E**, secondo la nuova normativa sismica italiana o secondo la normativa europea Eurocodice 8.

Il calcolo viene sviluppato utilizzando la stratigrafia V_{Seq} e la seguente formula:

$$V_{Seq} = H / \sum_{i=1, N} h_i / V_{s_i}$$

dove:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

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

N numero di strati;

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

Le specifiche caratteristiche dello strumento utilizzato e l'esatta ubicazione della prova sono di seguito riportate.

~ **STRUMENTAZIONE UTILIZZATA** ~

E' stata realizzata una prospezione sismica a 32 canali d'acquisizione, adottando una distanza intergeofonica di 1,0 metro.

E' stata eseguita un'elaborazione su un sismogramma ottenuto da un punto di energizzazione posto a partire dai 5 metri ai 9/10 metri dal primo geofono.

La tecnica si basa sullo studio della dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di tipo Rayleigh (R), nota in letteratura come **Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW)**.

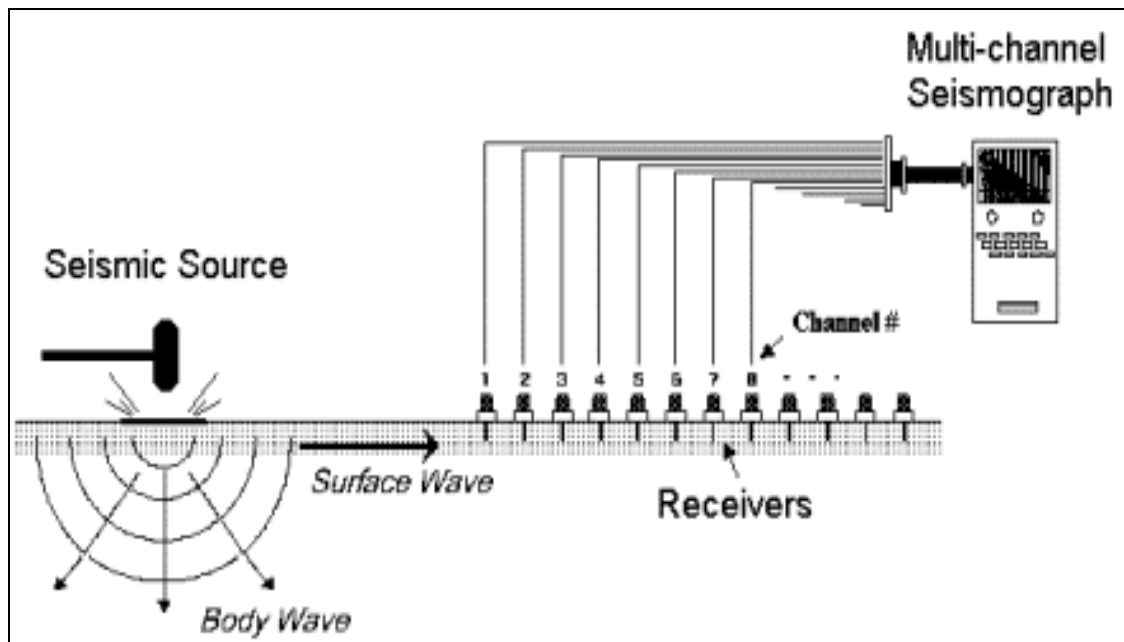
Il sismogramma è stato oggetto di *filtraggio* per l'eliminazione delle alte frequenze e "depurato" dalle onde di volume, al fine di ottenere dei picchi d'ampiezza nelle oscillazioni relative alle onde di superficie.

Successivamente si è passati alla rappresentazione delle tracce sismiche su un diagramma che mette in relazione le frequenze con le velocità di fase.

Su di esso s'individuano, come zone di massima ampiezza, gli allineamenti attribuibili alle onde di Rayleigh, da cui si ottiene la variazione delle velocità di queste ultime con il variare della loro frequenza, o lunghezza d'onda.

Essendo la profondità di propagazione di questo tipo di onde dipendente dalla frequenza, sarà possibile correlare le velocità alle varie frequenze con le profondità.

Quest'ultimo passo, successivo alla definizione della curva di dispersione, si ottiene mediante un processo d'inversione, che porta al risultato finale, costituito da un profilo verticale delle velocità delle onde trasversali (V_s), posto al centro della stesa di geofoni.



~ **RISULTATI INDAGINE SISMICA MASW** ~

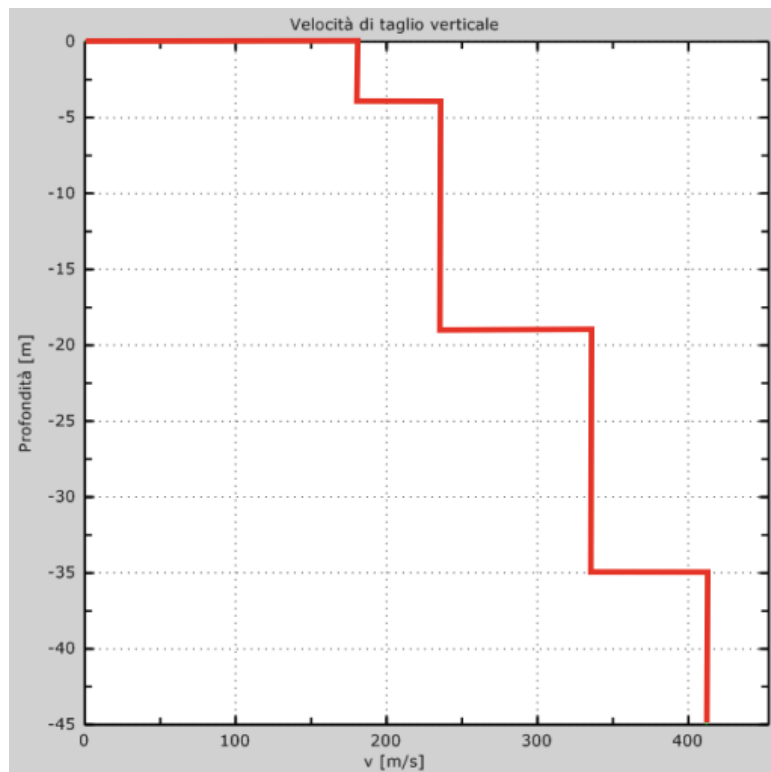
Per la definizione della categoria di suolo sono stati utilizzati i risultati della prova sismica **MASW** eseguita nel sito in interesse che si riporta in allegato. Sappiamo che l'influenza delle condizioni stratigrafiche locali viene fatta rientrare in 5 Categorie di sottosuolo standard (Categorie A, B, C, D, E).

Nell'ambito di tale classificazione, dai risultati ottenuti dall'indagine con metodologia Masw eseguita ($V_{s_{eq}}=252$ m/sec), il profilo stratigrafico del sottosuolo di fondazione del sito investigato, può essere assimilato alla **Categoria C**.

Segue interpretazione:

A partire dal piano campagna e fino ai 4 m di profondità le velocità delle onde di taglio V_s sono di 180 m /sec, e mostrano la parte superiore poco compatta dei sedimenti che caratterizzano l'area investigata, presumibilmente con sabbie da medie a fini limose, e silts, locali ciottoli, alterate.

Al di sotto dei 4 m è stato dedotto graduale aumento delle velocità di taglio, in cui le stesse V_s sono dapprima di 235 m/sec fino ai 19 m, e di 335 m/sec fino a circa 35 m, dovute ad aumento moderato presumibilmente in sabbie e ghiaie con matrice fine limosa o eventualmente argillosi, da teneri a moderatamente compatti, la cui compattezza tende ad aumentare verosimilmente in velocità di taglio sempre più alte, specie laddove sono di 412 m/sec nelle profondità successive.

Curva di inversione

Profondità dal p.c. al centro dello stendimento (metri)	Velocità delle onde VS (m/sec)
-4,0	180 m/s
-19,0	235 m/s
-35,0	335 m/s
-00	412 m/s

Sismica MASW:

Vs,eq = Vs,30 = 252 m/sec (Ipotesi 1 - profondità a partire dal piano campagna) ←

Vs,eq = Vs,30 = 257 m/sec (Ipotesi 2 - profondità a partire 1.0 m dal p.c.)

Vs,eq = Vs,30 = 263 m/sec (Ipotesi 3 - profondità a partire 2.0 m dal p.c.)

Vs,eq = Vs,30 = 269 m/sec (Ipotesi 4 - profondità a partire 3.0 m dal p.c.)

Vs,eq = Vs,30 = 276 m/sec (Ipotesi 5 - profondità a partire 4.0 m dal p.c.)

Vs,eq = Vs,30 = 279 m/sec (Ipotesi 6 - profondità a partire 5.0 m dal p.c.)

V_{seq} = 252 m/sec (velocità equivalente delle onde di taglio fino a 30 metri)
(Quota di riferimento: p.c.)

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

Per il dettaglio dei risultati di tali analisi si rimanda ai report sismici allegati.

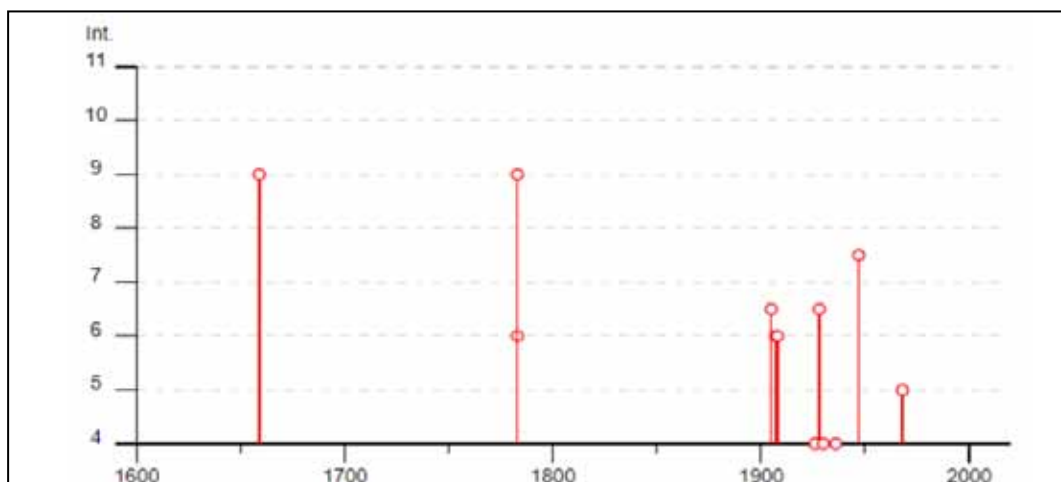
~ SISMICITA' DELL'AREA ~

I terremoti che hanno avuto ripercussioni nell'area di indagine dal 1000 in poi si possono osservare dalla tabella di seguito riportata, dove l'intensità è da riferirsi alla scala Mercalli Modificata che è basata sull'osservazione degli effetti superficiali, causati da un terremoto.

Di seguito viene illustrata la storia sismica del Comune di Davoli con l'andamento del trend sismico della zona.



I dati sono desunti da Stucchi et alii (2007). (DBMI15, il database delle osservazioni macroscopiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15).



Andamento della storia sismica del Comune di Davoli (CZ - 38,649° N - 16,485° E - Osservazioni disponibili 17). Estratto dal (DBMI15, il database delle osservazioni Macroscopiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo Parametrico CPTI15). --- Locati et al., 2015

Davoli

PlaceID	IT_64690
Coordinate (lat, lon)	38.649, 16.485
Comune (ISTAT 2015)	Davoli
Provincia	Catanzaro
Regione	Calabria
Numero di eventi riportati	17

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
9	1659	11	05	22	15		Calabria centrale	126	10	6.57
6	1783	02	05	12			Calabria meridionale	356	11	7.10
9	1783	03	28	18	55		Calabria centrale	323	11	7.03
6-7	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
6	1907	10	23	20	28	1	Aspromonte	274	8-9	5.96
NF	1908	03	01	05	23		Calabria centrale	30	5	4.77
6	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina	772	11	7.10
4	1926	08	17	01	42		Isole Eolie	35	7-8	5.28
6-7	1928	03	07	10	55		Calabria centro-meridionale	30	7-8	5.87
4	1930	05	06	20	48		Calabria centro-meridionale	27	5	4.35
4	1936	04	07	05	41		Calabria centrale	17	5-6	4.72
7-8	1947	05	11	06	32	1	Calabria centrale	254	8	5.70
5	1968	07	17	19	11	1	Calabria centrale	27	5	4.30
3-4	1997	06	09	14	10	5	Vibonese	69	6	4.27
NF	2001	05	17	11	43	5	Tirreno meridionale	206	4	4.97
NF	2004	04	17	05	14	1	Golfo di Squillace	126	4	4.21
NF	2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641		5.42

Storia sismica del Comune di Davoli - Estratto dal (DBMI15, il database delle osservazioni Macroscopiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo Parametrico CPTI15) - Locati et al., 2015

Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
San Sostene	9	1
Satriano	11	2
Gagliato	12	4
Sant'Andrea Apostolo dello Ionio	12	5
Argusto	6	5
Soverato Superiore	5	6
Petrizzi	11	6
Isca sullo Ionio	10	6
Sant'Andrea Ionio Marina	1	7
Soverato	14	7
Chiaravalle Centrale	22	7
Montepaone	7	8
Cardinale	14	9
Novalba	1	9
San Vito sullo Ionio	15	10
Badolato	28	10
Torre di Ruggiero	15	10
Cenadi	8	10
Olivadi	15	10

Stima della magnitudo attesa

Per il calcolo del valore della magnitudo attesa un metodo a favore di sicurezza, riportato anche negli “Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica – Gruppo di lavoro MS 2008”, è quello di prendere in considerazione la zonazione sismo genetica (ZS9) consultabile dal sito dell’INGV.

La sismicità del territorio nazionale è distribuita in 36 zone a ciascuna delle quali è associata una magnitudo massima M_{WMAX} .

Per i siti che ricadono in una zona sismogenetica nota si fa riferimento al valore della magnitudo massima per quel sito.

Nel caso specifico l’area ricade all’interno della zona sismo genetica Calabria Jonica n° 930 che prevede un valore di M_{WMAX} pari a 6,60.



Figura 1 - Zonazione sismogenetica ZS9. Le diverse zone individuate da un numero, le zone indicate con una lettera non sono state utilizzate per la valutazione della pericolosità sismica. Il significato del colore (blu o nero) dei bordi delle zone è spiegato nel testo. Il colore delle zone non è invece significativo.

Tabella 2.8-1 - Valori M_{WMAX} per le zone sismogenetiche di ZS9

Nome ZS	NUMERO ZS	M_{WMAX}
Colli Albani, Etna	922, 936	5,45
Ischia - Vesuvio	928	5,91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934.	6,14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo	918, 919, 910	6,37
Friuli-Veneto Orientale, Garda Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6,60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6,83
Appennino Abruzzese, Sannio - Irpinia, Basilicata	923, 927	7,06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7,29

ITACHA – Catalogo delle faglie capaci

La stima della pericolosità sismica è legata oltre che ai terremoti e loro epicentro anche alla fagliazione superficiale, queste specialmente in aree densamente popolate ed industrializzate hanno particolare interesse. Di conseguenza la conoscenza approfondita e la corretta collocazione delle faglie capaci assume un ruolo chiave per la mitigazione del rischio.

Il progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults) sviluppato dal Servizio Geologico d'Italia - ISPRA è un database creato per la raccolta e la facile consultazione di tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali. Il progetto si occupa in modo particolare delle faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie.



Ortofoto dell'area con il sistema delle faglie capaci (linee rosse) come da progetto Ithaca - Ispra

L'area in studio è stata individuata rispetto al sistema di faglie capaci come da progetto ITHACA

Nel caso di aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie, di contatti stratigrafici o tettonici e di faglie sismo genetiche, si possono verificare movimenti relativi verticali e orizzontali che possono causare rotture e cedimenti differenziali interessanti le sovrastrutture esistenti. Tali effetti sono limitati esclusivamente a quei settori areali interessati dalla rottura. La faglia, qualora fosse prossima all'area oggetto di studio, dovrà essere analizzata in fase di redazione della Microzonazione Sismica a scala Comunale.

L'area di studio non è suscettibile all'instabilità per effetti legati alla presenza di faglie attive

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le considerazioni che seguono sono basate su parametri caratteristici del tipo di costruzione in progetto; le assunzioni dei parametri sono finalizzate esclusivamente alla verifica dell'idoneità del terreno in rapporto alla tipologia di fondazione consigliata.

In base alla classificazione contenuta nel D.M. 17.01.2018, l'opera può essere ascritta al **Tipo di costruzione 2** – Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, che prevede una Vita Nominale minima **VN = 50 anni**; ovvero, la struttura, purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve conservare la propria funzionalità per tale periodo minimo.

Il periodo di riferimento V_R di una costruzione si valuta moltiplicando la vita nominale V_N (numero di anni nel quale la

struttura deve potere essere usata per lo scopo al quale è progettata) per il coefficiente d'uso C_U della costruzione, che definisce l'importanza della costruzione stessa:

$$V_R = V_N \times C_U \Rightarrow V_r = 50 * 1,0 = 50 \text{ anni}$$

Esso riveste notevole importanza in quanto è utilizzato per valutare il periodo di ritorno T_R dell'azione sismica cui fare riferimento per la verifica, una volta fissata la probabilità di superamento corrispondente allo stato limite considerato.

Vita Nominale Vn in anni	VALORI DI Vr			
	CLASSE D'USO			
	I	II	III	IV
≥ 10	35	35	35	35
≥ 50	≥ 35	≥ 50	≥ 75	≥ 100
≥ 100	≥ 70	≥ 100	≥ 150	≥ 200

Intervalli di valori attribuiti a VR al variare di VN e CU. In verde è evidenziata il valore di riferimento del sito studiato (da N.T.C. 2018).

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo I quale è destinata.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale VN (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase costruttiva	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o opere di importanza normale.	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica.	≥ 100

Parametri per il calcolo della Vita Nominale VN per diversi tipi di opere. In giallo è evidenziata la categoria di appartenenza dell'edificio in progetto (da N.T.C. 2018)

In presenza di Azioni Sismiche, le costruzioni sono suddivise in

quattro classi d'uso, la cui definizione viene di seguito riportata.

CLASSI D'USO	
Classe I	Costruzioni con presenza di solo occasionale di persone, edifici agricoli
Classe II	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, industrie con attività non pericolose per l'ambiente, ponti e reti viarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza, dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti
Classe III	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, ponti e reti viarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza, dighe il cui collasso provochi conseguenze rilevanti.
Classe IV	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente, reti viarie di tipo A o B (come definite nel D.M. 5 Novembre 2001 n. 6792) importanti per il mantenimento delle vie di comunicazione, dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica

Suddivisione delle classi d'uso per diversi tipi di opere (da N.T.C. 2018).

Classi d'uso	I	II	III	IV
Coeff. Cu	0,70	1,00	1,50	2,00

Coefficienti Cu per diversi tipi di Classi d'uso (da N.T.C. 2018).

Azione sismica

Alla scala della singola opera la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce (a causa delle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e/o degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono) rispetto a quello di un sito di riferimento rigido (superficie topografica T₁, sottosuolo di categoria A).

Il moto sismico alla superficie di un sito è definito mediante l'accelerazione massima (a_{max}) attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad esso.

Il sito in esame è contraddistinto dalle specifiche coordinate geografiche (esprese in ED50) e dalla categoria di sottosuolo.

~ **CARATTERIZZAZIONE SISMICA DI BASE** ~

I dati di disaggregazione della pericolosità sismica (variabilità in termini di Magnitudo e distanza) permettono di stimare in $M > 5$ ($M = 5.63$) la magnitudo massima attesa nel sito.

Mappe interattive di pericolosità sismica

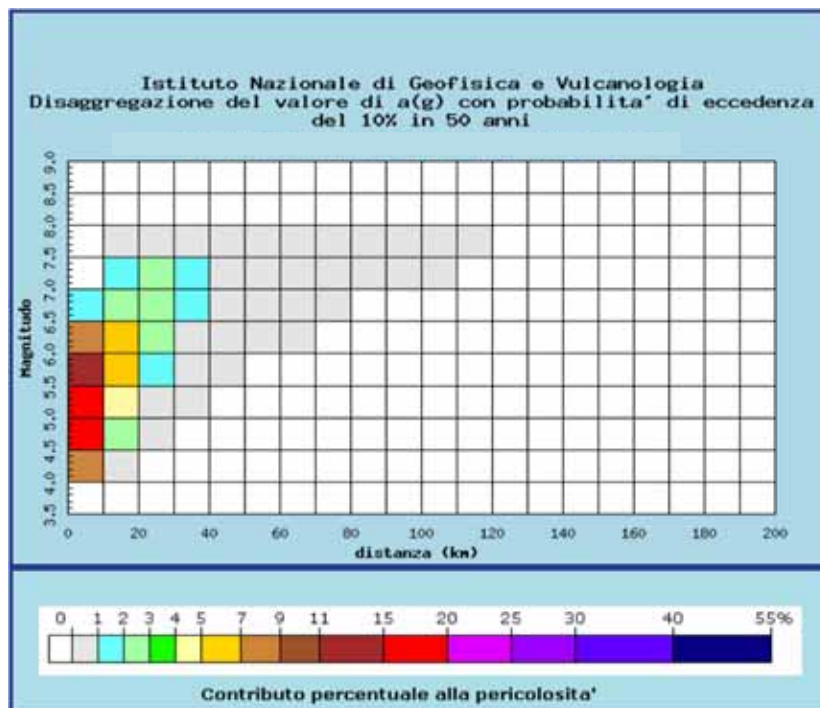
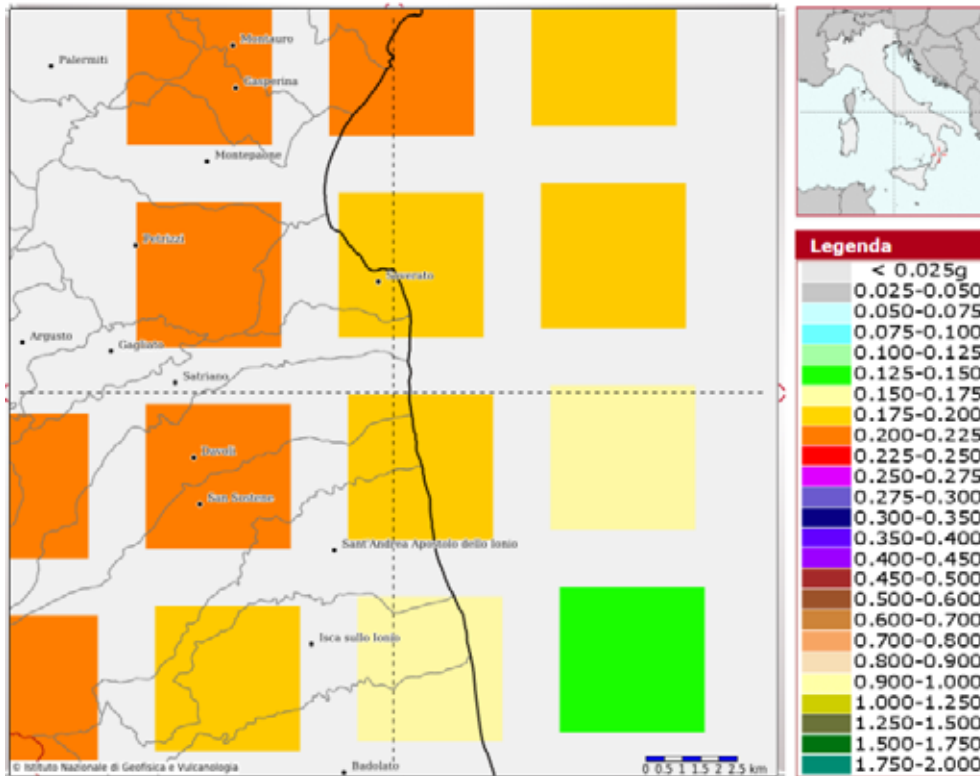


Grafico rappresentante la disaggregazione di a_g con 10% di probabilità di eccedenza in 50 anni per il territorio Comunale di Davoli. (da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 38.659988 lon. 16.550385 - id 42782)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	7.0500	18.0000	15.9000	11.9000	7.7000	1.1000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.4170	2.2300	4.1400	5.5300	5.8700	2.5100	1.4700	0.2410	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0153	0.3740	1.3300	2.3800	2.3300	2.3100	0.4380	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0028	0.1910	0.8170	1.2100	1.5800	0.3440	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0057	0.1990	0.4760	0.7900	0.1920	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0240	0.1420	0.3200	0.0867	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0320	0.1350	0.0413	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0037	0.0580	0.0210	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0248	0.0122	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0087	0.0069	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0016	0.0027	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.63	11.3	0.823

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0.053	2.350	0.281
Danno (SLD)	50	0.069	2.345	0.308
Salvaguardia (SLV)	475	0.196	2.420	0.375
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.262	2.422	0.405
Periodo di riferimento per l'azione sismica		50		
Categoria sottosuolo			C	▼
Categoria topografica			T1	▼
	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss* Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,41	1,32
Cc* Coeff. funz. categoria	1,60	1,55	1,45	1,42
St* Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.046	0.046	0.055	0.064
kv	0.023	0.023	0.028	0.032
Amax [m/s ²]	2.250	2.250	2.250	2.250
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

~ CLASSIFICAZIONE SISMICA LOCALE ~

Nell'ambito di tale classificazione, dai risultati ottenuti dall'indagine con metodologia Masw eseguita ($V_{seq} = 252$ m/sec), il profilo stratigrafico del sottosuolo di fondazione del sito investigato, può essere assimilato alla **Categoria C**.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T ₁	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T ₂	Pendii con inclinazione media $> 15^\circ$
T ₃	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T ₄	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Condizioni Topografiche = T₁ (coefficiente ST pari a 1,0)

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	ST
T ₁	-	1,0
T ₂	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T ₃	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media $\leq a 30^\circ$	1,2
T ₄	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media $> di 30^\circ$	1,4

~ **POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE** ~

In geotecnica, si intende per effetto di liquefazione dei terreni la loro propensione alla perdita di resistenza, in termini di tensioni efficaci, sotto sollecitazioni cicliche prodotte da sismi.

Condizioni essenziali affinché si verifichi ciò sono: presenza di materiale sabbioso a granulometria medio-fine, privo di coesione e saturo.

L'effetto di liquefazione avviene quando, in seguito ad un forte sisma, a causa delle pressioni insorte derivanti dal sisma stesso e trasferite alla componente liquida, si crea un forte aumento delle pressioni neutre (pressione dell'acqua) fino a superare le pressioni efficaci.

$$u_o > \sigma'$$

Normalmente le pressioni neutre sono notevolmente inferiori alle pressioni effettive. Il verificarsi di un forte sisma può far aumentare progressivamente le pressioni neutre fino ad eguagliare le pressioni totali “ σ ” facendo sì che gli sforzi efficaci, dai quali dipende la resistenza al taglio, si riducano a zero.

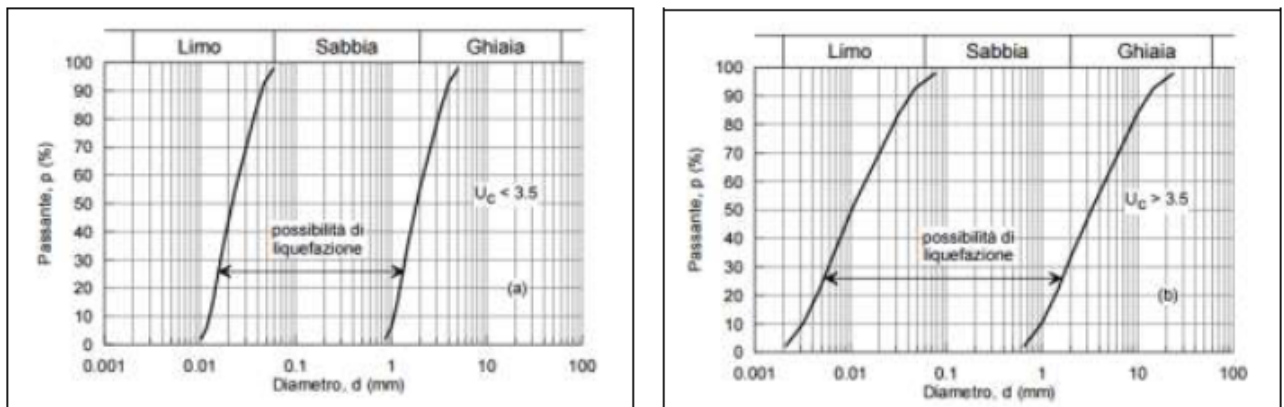
In conseguenza di tali fenomeni il terreno raggiunge una condizione di fluidità simile a quelle di un liquido viscoso.

Le N.T.C. 2018 nel § 7.11.3.4.2. espongono che le verifiche a liquefazione possono essere omesse quando si manifesta almeno una delle seguenti condizioni:

1. Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
2. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal p.c., per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$;
4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura a nel caso di terreni con coefficienti di uniformità $U_c < 3,5$ ed in figura b nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

$$U_c = D_{60} / D_{10}$$

Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione



Quando nessuna delle condizioni sopra indicate (§ 7.11.3.4.2 delle NTC 2018) risulti soddisfatta e il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili. Salvo utilizzare procedure di analisi avanzate, la verifica può essere effettuata con metodologie di

tipo storico-empirico in cui il coefficiente di sicurezza viene definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione e la sollecitazione indotta dal terremoto di progetto. La resistenza alla liquefazione può essere valutata sulla base dei risultati di prove in sito o di prove cicliche di laboratorio. La sollecitazione indotta dall'azione sismica è stimata attraverso la conoscenza dell'accelerazione massima attesa alla profondità di interesse.

Dalle indagini geognostiche (prova penetrometrica, sondaggio eseguito, verifiche in foro SPT e dalle analisi di laboratorio eseguite sul campione prelavato) risulta che i depositi presenti siano non liquefacibili.

**~ RISULTATI DELLE INDAGINI E
CARATTERISTICHE GEOTECNICHE ~**

Il sito è ubicato in Via Cristoforo Colombo del Comune di Davoli Marina, ad una quota topografica di 5 m s.l.m. Le indagini del sito costituite in **prova sismica a rifrazione**, **masw** e **penetrometrica dinamica superpesante** hanno permesso di ricostruire l'esatto schema stratigrafico dell'area.

Al di sotto di un esiguo strato di copertura, si rinvencono fino a 21 m dal p.c. alternanza di sabbie medio-fini limose con sabbie grossolane e ciottoli. Immediatamente al di sotto si rinvencono argille siltose plioceniche.

La caratterizzazione geotecnica dei litotipi presenti è stata ottenuta tramite i risultati della prova penetrometrica e della prova sismica.

Il terreno di fondazione è caratterizzato, quindi, mediamente dai seguenti parametri geotecnici:

$\gamma = 1,60 \text{ t/mc}$ (peso di volume)

$\phi = 27^\circ$ (angolo di attrito interno)

$c = 0$ (coesione)

La **coesione c** è stata considerata = 0 a favore della sicurezza.

~ CONCLUSIONI ~

Per l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione, è necessario che le scelte di progetto, i calcoli e le verifiche tecniche relative alla progettazione devono fondarsi sempre sulla caratterizzazione geologica e geotecnica del sottosuolo ottenuta per mezzo di rilievi, indagini e prove.

Tale caratterizzazione, fondamentale per la progettazione di qualsiasi intervento sul territorio, rappresenta il risultato finale del processo di acquisizione, elaborazione ed analisi di un adeguato numero di informazioni (geologiche, tettoniche, stratigrafiche, fisiche, meccaniche, ecc.) che potranno considerarsi rappresentative, delle reali condizioni del territorio e del sottosuolo, solo se acquisite per mezzo di una approfondita ed articolata campagna di indagini in sito ed in laboratorio.

L'avvio delle indagini è stata preceduta da un'attività (studi geologici preliminari), consistente in una vera e propria "programmazione del piano delle indagini", attraverso cui il sottoscritto ha fatto la scelta delle metodologie e degli strumenti più idonei al raggiungimento degli obiettivi posti dal progetto.

Le indagini tipo diretto (carotaggio), indirette (profili sismici a rifrazione, masw e prova penetrometrica) e di laboratorio hanno permesso di ricostruire la successione litostratigrafica del terreno indagato che risulta essere la seguente: al di sotto di uno strato di terreno vegetale, che in corrispondenza del sondaggio presenta uno spessore di circa 0,50 m, si rinvengono per uno spessore variabile fino 21 m alternanze di sabbie limose con

ghiaie. Infine, per uno spessore maggiore di 10 m, uno strato di argille consistenti.

In riferimento all'idrogeologia, la zona studiata presenta la falda acquifera alla profondità di circa 3,6 m., per cui bisognerà porre maggiore attenzione in fase progettuale;

Riguardo l'aspetto geomorfologico l'area di studio è da considerarsi stabile.

Nello studio geomorfologico per l'area in interesse non risultano presenti vincoli o prescrizioni particolari finalizzate all'edificabilità del suolo.

Secondo quanto predisposto dalle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, l'area oggetto d'indagini risulta essere direttamente influenzata da terreni di **categoria tipo C** e le **condizioni Topografiche sono T1**

C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180m/s e 360m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu30 < 250kPa$ nei terreni a grana fina).

Secondo quanto riportato nelle cartografie del rischio elaborate dal PAI dell'AdB, l'area risulta essere assoggettata ad **area a rischio idraulico classificata come "R2"**.

Nelle aree predette, il PAI limita la realizzazione di locali sotterranei e/o seminterrati ad uso abitativo e commerciale.

Considerato l'intervento previsto nella sistemazione urbanistica, si può affermare quanto segue:

- l'area viene classificata come "Area Urbanizzabile" essendo essa priva di pendenze accentuate e di pericolosità geologica;

-su tale area il relativo studio geologico riporta la presenza di depositi alluvionali stabilizzati.

-come sistema fondale possono essere previste fondazioni superficiali, dirette e nastriforme del tipo a T rovescio a reticolo chiuso opportunamente dimensionate;

-visto il tipo di terreno, sono previsti dei cedimenti di tipo immediato e di modesta entità. Questi cedimenti sono stati tenuti in debito conto e non creeranno alcun problema alle strutture da realizzare;

-le verifiche in ordine alla stabilità del sito nei confronti della liquefazione, eseguite in accordo alla normativa vigente, hanno consentito di considerare i depositi presenti come non liquefacibili;

-eventuali perdite di reti idriche e fognanti, dato la natura del terreno, se non durature nel tempo non daranno alcun problema;

-le indagini svolte nell'area sono state spinte per una profondità maggiore di 30 m dal p.c. e comunque sufficiente a fornire una chiara visione del modello geologico del sito;

-l'area risulta essere stabile, vista la natura di terreni, in relazione alla morfologia;

-tenendo presente che il Comune di Davoli ricade in zona ad elevato rischio sismico in riferimento alla normativa vigente, è indispensabile che, in fase di edificabilità, venga rispettata la normativa antisismica vigente;

-le strutture dovranno essere previste e dimensionate nel rispetto delle norme sismiche vigenti.

In definitiva, nel rispetto delle indicazioni fornite e considerati i fatti sopraesposti il sito è da ritenersi idoneo, sotto l'aspetto geologico-morfologico, ad accogliere le opere previste nella sistemazione urbanistica in oggetto.

Il presente elaborato, redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni", soddisfa i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica, per cui costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio dello specifico titolo edilizio.

Si riserva comunque, ove mai si rendesse necessario, di procedere ad ulteriori e più approfonditi accertamenti in corso d'opera.

Davoli, li 30/10/2024

Il geologo
Dott. Massimiliano LETTIERI

Ordine Regionale dei Geologi della Calabria – n° 853



~ Parametri sismici ~

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muro rigido: 0

Sito in esame ED50.

latitudine: 38,659111

longitudine: 16,550885

Classe: 2

Vita nominale: 50 anni

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 42782 Lat: 38,6438 Lon: 16,4940 Distanza: 5322,371

Sito 2 ID: 42783 Lat: 38,6420 Lon: 16,5579 Distanza: 2194,876

Sito 3 ID: 42561 Lat: 38,6920 Lon: 16,5602 Distanza: 3527,040

Sito 4 ID: 42560 Lat: 38,6937 Lon: 16,4963 Distanza: 5994,074

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,053 g

Fo: 2,350

Tc*: 0,281 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,069 g

Fo: 2,345

Tc*: 0,308 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

ag: 0,196 g

Fo: 2,420

Tc*: 0,375 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

ag: 0,262 g

Fo: 2,422

Tc*: 0,405 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,500

Cc: 1,600

St: 1,000

Kh: 0,046

Kv: 0,023

Amax: 2,250

Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500

Cc: 1,550

St: 1,000

Kh: 0,046

Kv: 0,023

Amax: 2,250

Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,410

Cc: 1,450

St: 1,000

Kh: 0,055

Kv: 0,028

Amax: 2,250

Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,320

Cc: 1,420

St: 1,000

Kh: 0,064

Kv: 0,032

Amax: 2,250

Beta: 0,280

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru software - www.geostru.com

Coordinate WGS84

latitudine: 38.658084

longitudine: 16.550090

~ SPETTRI RELATIVI ALL' ANALISI SISMICA LOCALE ~

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:

LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento


Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

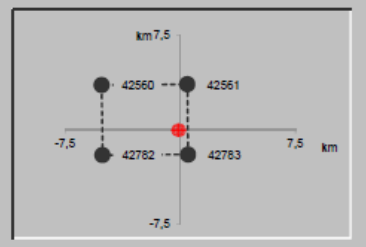
Interpolazione corretta

Interpolazione



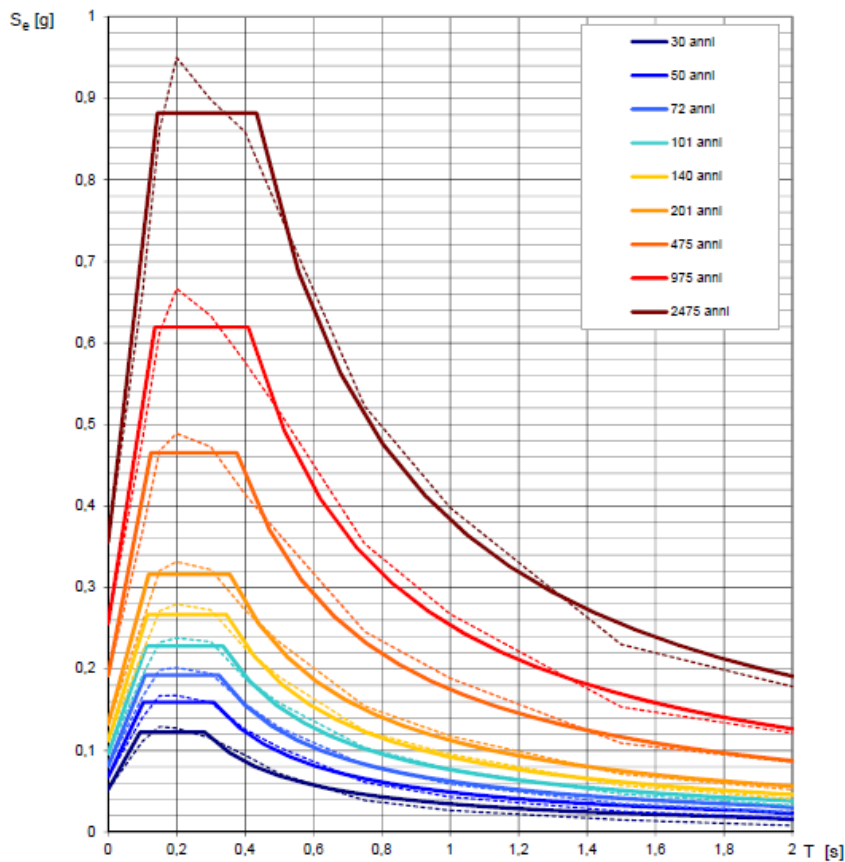
La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Nodi del reticolo intorno al sito



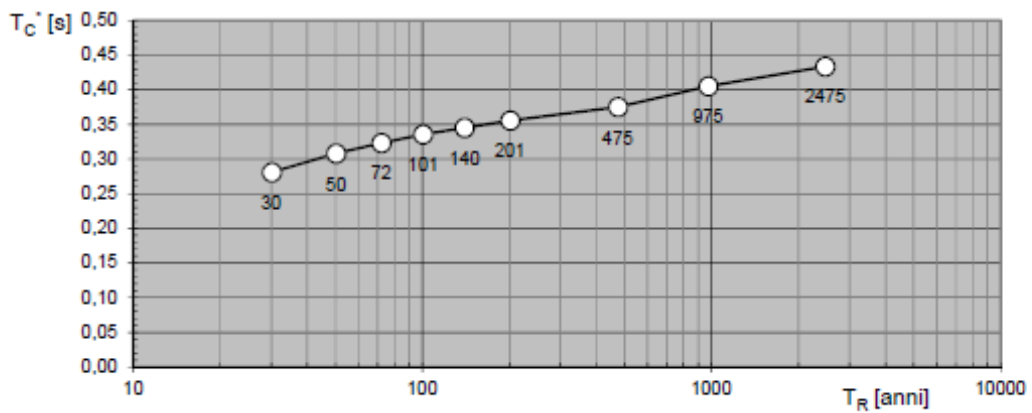
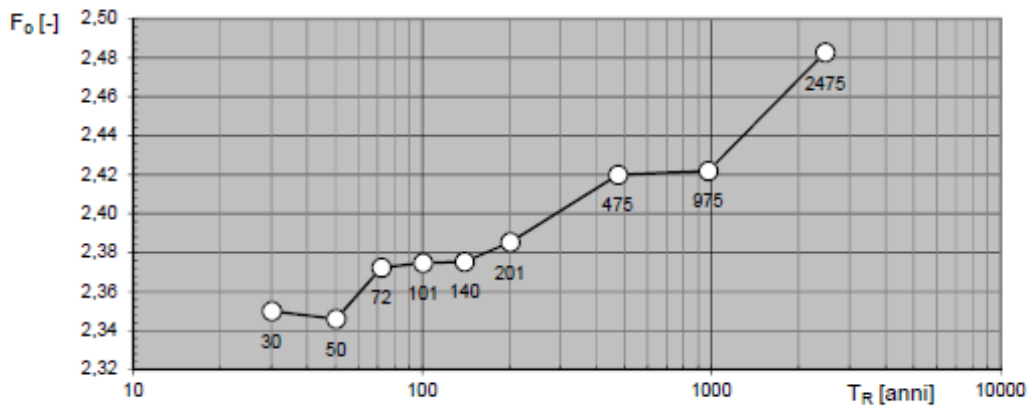
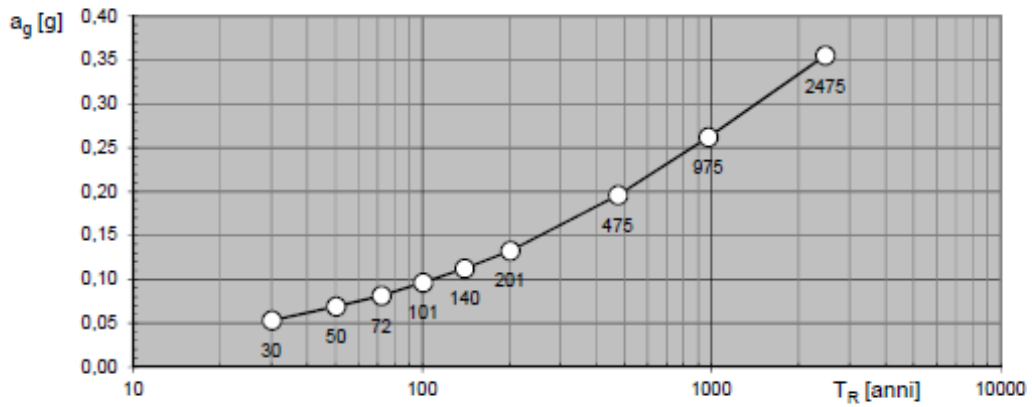
INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:
 Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,053	2,350	0,281
50	0,069	2,346	0,308
72	0,081	2,372	0,323
101	0,096	2,375	0,335
140	0,112	2,375	0,345
201	0,133	2,385	0,356
475	0,196	2,420	0,375
975	0,262	2,422	0,405
2475	0,355	2,483	0,433

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE {

- SLO - $P_{VR} = 81\%$
- SLD - $P_{VR} = 63\%$

Stati limite ultimi - SLU {

- SLV - $P_{VR} = 10\%$
- SLC - $P_{VR} = 5\%$

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

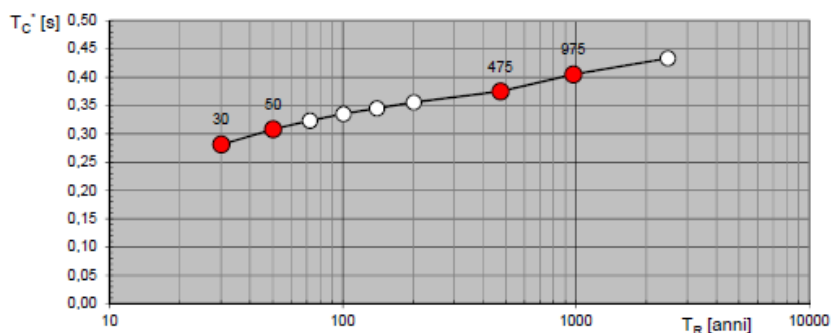
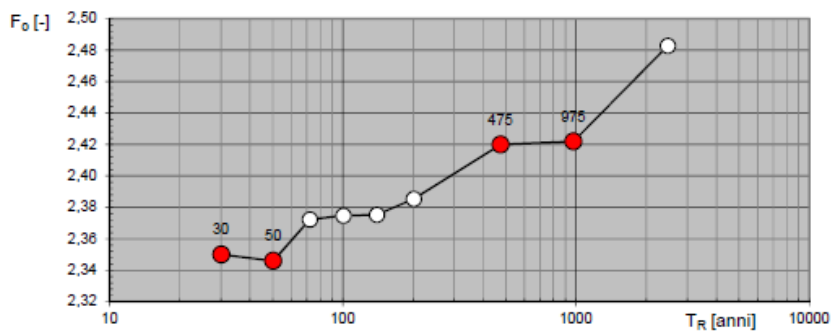
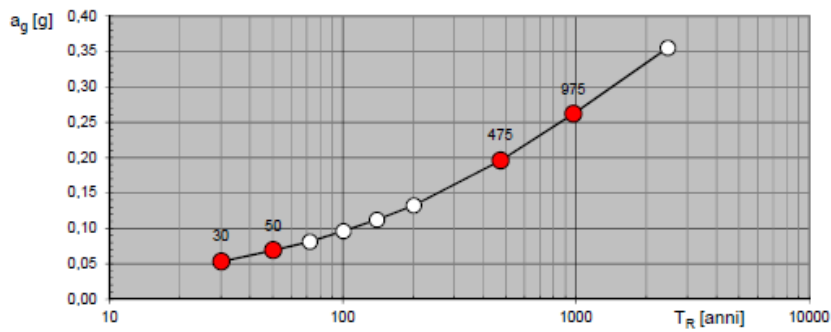
Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

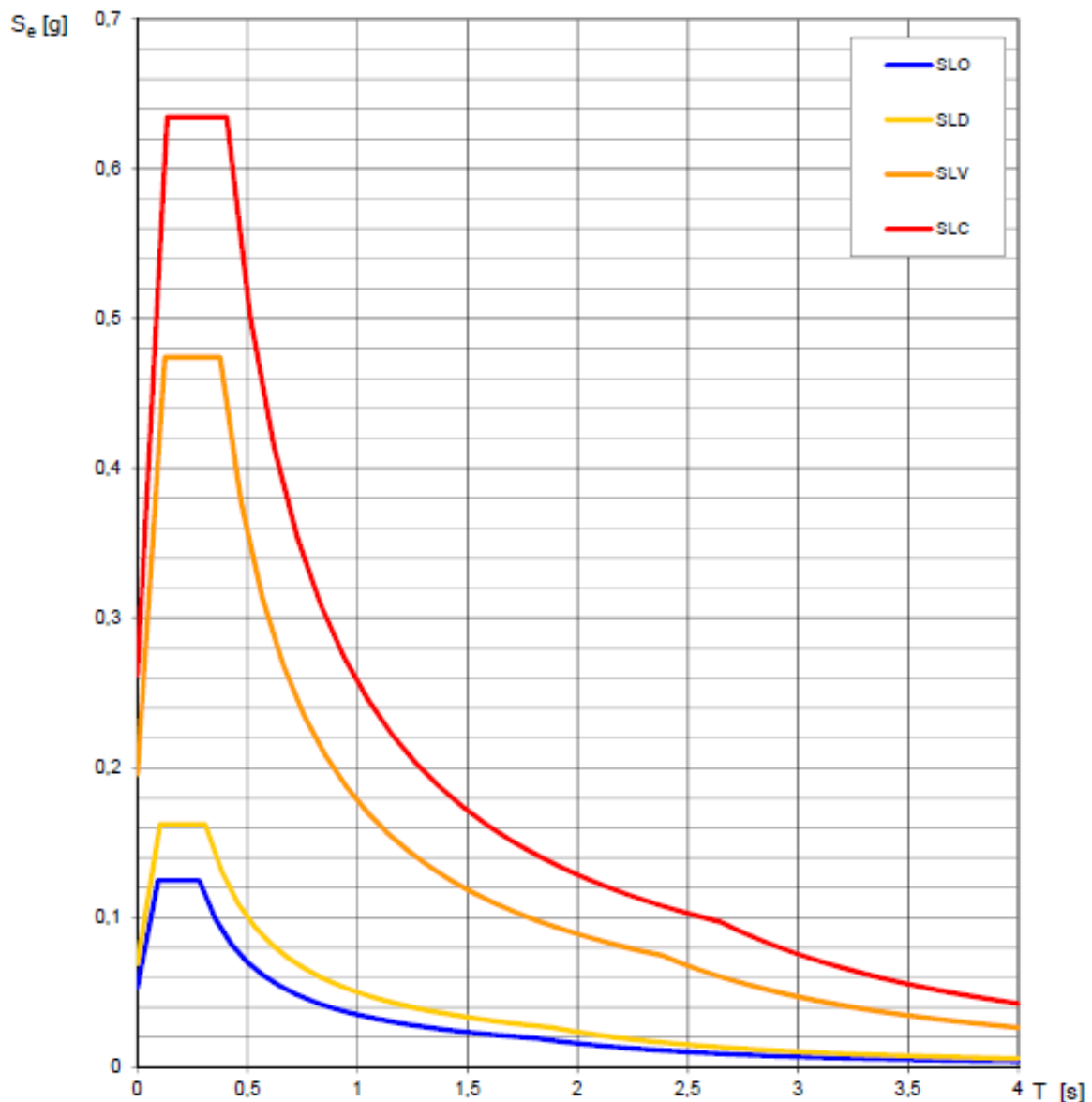
- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,053	2,350	0,281
SLD	50	0,069	2,346	0,308
SLV	475	0,196	2,420	0,375
SLC	975	0,262	2,422	0,405

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
Stato Limite considerato: **SLV** info

Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo: **C** info
 Categoria topografica: **T1** info
 $S_D = 1,416$
 $C_C = 1,451$ info
 $h/H = 0,000$
 $S_T = 1,000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%): **5** $\eta = 1,000$ info
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_0 : **3** Regol. in altezza: **no** info

Compon. verticale
 Spettro di progetto Fattore q : **1,5** $\eta = 0,667$ info

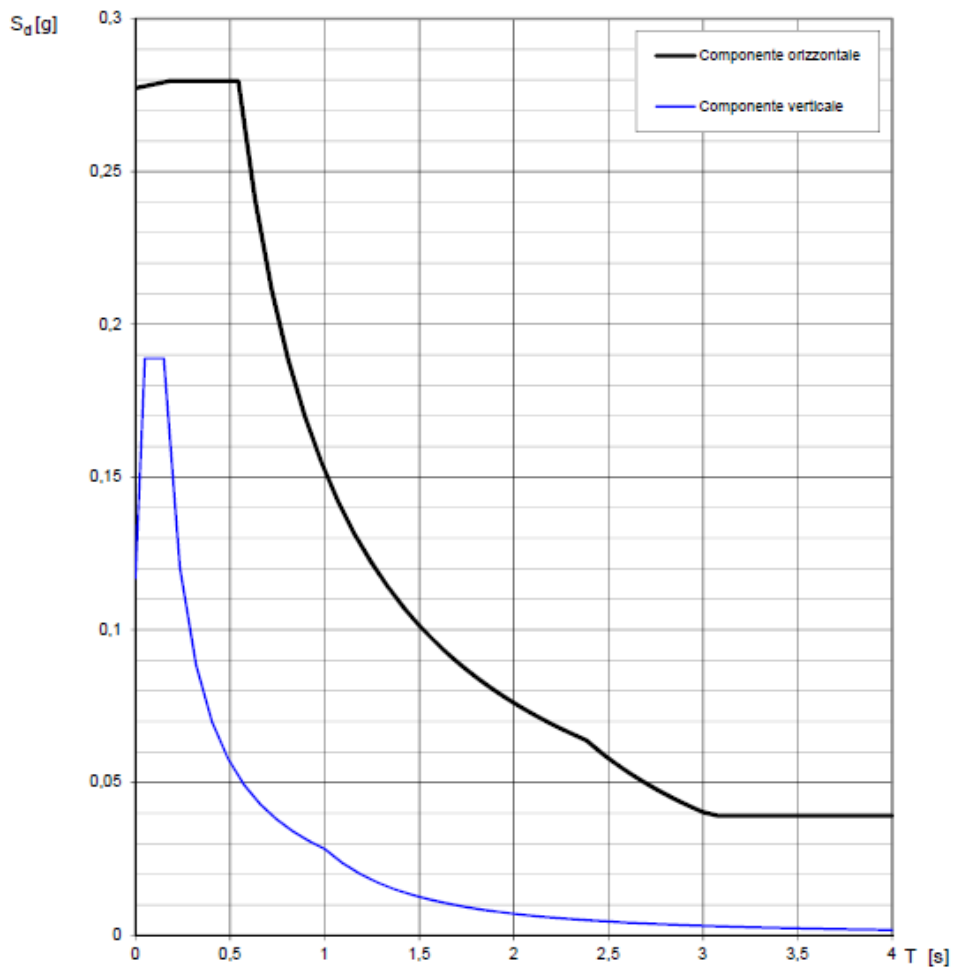
Elaborazioni
 Grafici spettri di risposta
 Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

Spettro di progetto - componente orizzontale
 Spettro di progetto - componente verticale
 Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,196 g
F_0	2,420
T_C	0,375 s
S_S	1,416
C_C	1,451
S_T	1,000
q	2,400

Parametri dipendenti

S	1,416
η	0,417
T_B	0,181 s
T_C	0,544 s
T_D	2,384 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(S + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,277
$T_B \leftarrow$	0,181	0,280
$T_C \leftarrow$	0,544	0,280
	0,632	0,241
	0,719	0,212
	0,807	0,189
	0,895	0,170
	0,982	0,155
	1,070	0,142
	1,157	0,131
	1,245	0,122
	1,333	0,114
	1,420	0,107
	1,508	0,101
	1,595	0,095
	1,683	0,090
	1,771	0,086
	1,858	0,082
	1,946	0,078
	2,033	0,075
	2,121	0,072
	2,208	0,069
	2,296	0,066
$T_D \leftarrow$	2,384	0,064
	2,461	0,060
	2,538	0,056
	2,615	0,053
	2,692	0,050
	2,769	0,047
	2,845	0,045
	2,922	0,042
	2,999	0,040
	3,076	0,039
	3,153	0,039
	3,230	
	3,307	0,039
	3,384	0,039
	3,461	0,039
	3,538	0,039
	3,615	0,039
	3,692	0,039
	3,769	0,039
	3,846	0,039
	3,923	0,039
	4,000	0,039

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,069 g
F_0	2,348
T_C	0,308 s
S_S	1,500
C_C	1,548
S_T	1,000
q	2,400

Parametri dipendenti

S	1,500
η	0,417
T_B	0,159 s
T_C	0,477 s
T_D	1,877 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C/3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$

$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$

$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$

$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,104
$T_B \leftarrow$	0,159	0,101
$T_C \leftarrow$	0,477	0,101
	0,544	0,089
	0,610	0,079
	0,677	0,071
	0,744	0,065
	0,810	0,060
	0,877	0,055
	0,944	0,051
	1,010	0,048
	1,077	0,045
	1,144	0,042
	1,210	0,040
	1,277	0,038
	1,344	0,036
	1,410	0,034
	1,477	0,033
	1,543	0,031
	1,610	0,030
	1,677	0,029
	1,743	0,028
	1,810	0,027
$T_D \leftarrow$	1,877	0,026
	1,978	0,023
	2,079	0,021
	2,180	0,019
	2,281	0,017
	2,382	0,016
	2,483	0,015
	2,584	0,014
	2,686	0,013
	2,787	0,012
	2,888	0,011
	2,989	
	3,090	0,010
	3,191	0,009
	3,292	0,008
	3,393	0,008
	3,494	0,007
	3,596	0,007
	3,697	0,007
	3,798	0,006
	3,899	0,006
	4,000	0,006

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{qv}	0,117 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	1,448
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad \left| \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \right.$$

$$T_B \leq T < T_C \quad \left| \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \right.$$

$$T_C \leq T < T_D \quad \left| \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \right.$$

$$T_D \leq T \quad \left| \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \right.$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,117
$T_B \leftarrow$	0,050	0,189
$T_C \leftarrow$	0,150	0,189
	0,235	0,121
	0,320	0,089
	0,405	0,070
	0,490	0,058
	0,575	0,049
	0,660	0,043
	0,745	0,038
	0,830	0,034
	0,915	0,031
$T_D \leftarrow$	1,000	0,028
	1,094	0,024
	1,188	0,020
	1,281	0,017
	1,375	0,015
	1,469	0,013
	1,563	0,012
	1,656	0,010
	1,750	0,009
	1,844	0,008
	1,938	0,008
	2,031	0,007
	2,125	0,006
	2,219	0,006
	2,313	0,005
	2,406	0,005
	2,500	0,005
	2,594	0,004
	2,688	0,004
	2,781	0,004
	2,875	0,003
	2,969	0,003
	3,063	0,003
	3,156	0,003
	3,250	0,003
	3,344	0,003
	3,438	0,002
	3,531	0,002
	3,625	0,002
	3,719	0,002
	3,813	0,002
	3,906	0,002
	4,000	0,002

ALLEGATI

✓ Sovrapposizione Ortofoto - P.A.I. Rischio Frana.....	1:5.000
✓ Stralcio estratto P.A.I. Rischio Idraulico.....	1:5.000
✓ Sovrapposizione Ortofoto - P.A.I. Rischio Idraulico.....	1:5.000
✓ Sovrapposizione Aerofotogrammetria - Pericolosità Idraulica.....	1:5.000
✓ Sovrapposizione Catastale - Pericolosità Idraulica.....	1:2.000
✓ Stralcio Carta erosione Costiera.....	1:5.000
✓ Stralcio Carta inventario frane.....	1:10.000
✓ Stralcio Carta della pericolosità e del rischio.....	1:10.000
✓ Stralcio Carta del rischio - Alluvioni PGRA 2021.....	1:5.000
✓ Stralcio Estensione area allagabile - Alluvioni PGRA 2021.....	1:5.000
✓ Stralcio Carta Geologica.....	1:10.000
✓ Stralcio Carta Geo-litologica.....	1:5.000
✓ Stralcio Carta Litotecnica.....	1:5.000
✓ Sovrapposizione Geologica - Aerofotogrammetria.....	1:5.000
✓ Stralcio Topografico.....	1:10.000
✓ Stralcio Corografico.....	1:5.000
✓ Stralcio Catastale.....	1:2.000
✓ Sovrapposizione Ortofoto - Catastale.....	1:2.000
✓ Stralcio Catastale.....	1:1.000
✓ Stralcio particolare planimetrico - Stato di Fatto.....	1:500
✓ Stralcio particolare planimetrico - Stato Futuro.....	1:500
✓ Stralcio Aerofotogrammetria.....	1:5.000
✓ Stralcio Aerofotogrammetria.....	1:2.000
✓ Stralcio P.R.G.....	1:5.000
✓ Stralcio P.R.G.....	1:2.000

✓ Stralcio Ortofoto.....	1:5.000
✓ Stralcio Geomorfologico.....	1:5.000
✓ Stralcio Idrogeologico.....	1:5.000
✓ Stralcio carta della Permeabilità.....	1:5.000
✓ Stralcio Idrografico.....	1:5.000
✓ Stralcio Carta Clivometrica.....	1:5.000
✓ Stralcio Carta della pericolosità sismica locale.....	1:5.000
✓ Stralcio Carta sismica.....	1:5.000
✓ Stralcio Piano gestione Rischio Alluvione P.R.G.A.....	1:5.000
✓ Stralcio Carta vincolo idrogeologico.....	1:5.000
✓ Stralcio Carta della Zonizzazione e della fattibilità.....	1:5.000
✓ Stralcio Carta Azioni di piano – Pericolosità Geologica.....	1:5.000
✓ Stralcio Carta di Sintesi.....	1:5.000
✓ Sovrapposizione Ortofoto - Carta dei Vincoli.....	1:5.000
✓ Sovrapposizione Aerofoto - Carta dei Vincoli.....	1:5.000
✓ Stralcio Carta dell'uso del suolo in prospettiva sismica.....	1:5.000
✓ Stralcio ubicazione indagini.....	1:500
✓ Elaborati indagini geognostiche e documentazione fotografica	
✓ Indagini pregresse	
✓ Stratigrafia	
✓ Sezione geologica	



**SOVRAPPOSIZIONE
ORTOFOTO - P.A.I. - Rischio Frana**

Scala 1: 5.000
Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli




Perimetrazione area soggetta ad intervento

Legenda:



R1. Rischio moderato: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;




R2. Rischio medio: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;





R3. Rischio elevato: per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;



R4. Rischio molto elevato: per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.

 **Area di attenzione**
(Art. 24 Norme di attuazione)

 **Punti di attenzione**
(Art. 24 Norme di attuazione)

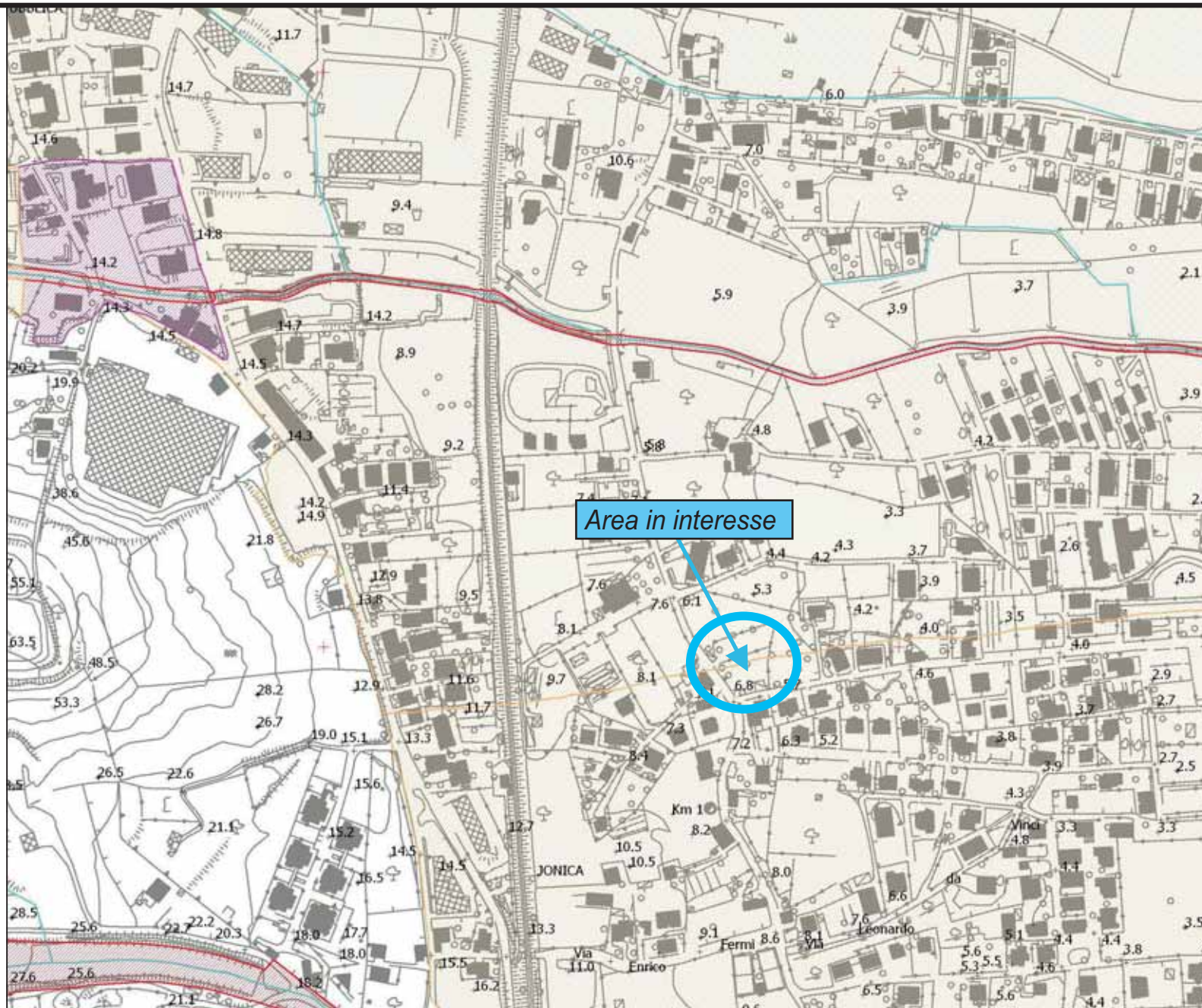
 **Zone di attenzione**
(Art. 24 Norme di attuazione)

 Limiti Provinciali  Idrografia Principale
 Limiti Autorità di Bacino  Limiti Comunali

Base Cartografica: C.T.R. Regione Calabria, anno 2008

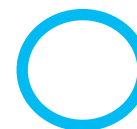
scala 1:5000 Sistema di Riferimento WGS 84 - UTM zona 33N
 

Redazione/Aggiornamento
aprile 2016
a cura di:
S.T.O. AdB Regione Calabria



STRALCIO P.A.I. Rischio Idraulico

Scala 1: 5.000
Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli

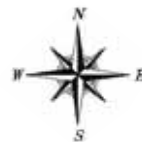


Perimetrazione area soggetta ad intervento



**SOVRAPPOSIZIONE
ORTOFOTO - P.A.I. Rischio Idraulico**

Scala 1: 5.000
Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento



SOVRAPPOSIZIONE
ORTOFOTO - P.A.I. Rischio Idraulico

Scala 1: 5.000
 Località: Via Cristoforo Colombo
 Comune di Davoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento

LEGENDA

PERICOLOSITA' IDRAULICA

- P3 - Aree di pericolosità elevata
- P2 - Aree di pericolosità media
- P1 - Aree di pericolosità bassa

"Nel caso in cui risultino dalla cartografia aree a determinata pericolosità interclassare le aree a maggiore pericolosità le prime dovranno essere considerate aventi la pericolosità maggior"

DEFINIZIONI

-  Sezioni trasversali di calcolo naturali / opere o attraversamenti
-  Sezioni trasversali di calcolo naturali / opere o attraversamenti significative (indicazione in tabella dei tratti velocità e portata media assunta dalla corrente per assegnati periodi di ritorno)
-  Limiti Provinciali
-  Limiti Autorità di Bacino
-  Aste fluviali sottese agli invasi
-  zone di attenzione
-  Idrografia Principale
-  Limiti Comunali
-  punti di attenzione

P3 Aree allagabili a seguito di eventi di piena con tempo di ritorno di 50 anni. In queste aree sono anche indicate le zone che derivano da analisi idrologiche idrauliche operative e/o analisi geomorfologiche già individuate come aree, zone e punti di attenzione nella precedente versione del PAI. Per i corsi d'acqua Esaro e Papanicciaro, compresi i loro principali affluenti, il tempo di ritorno di riferimento è 50 anni.

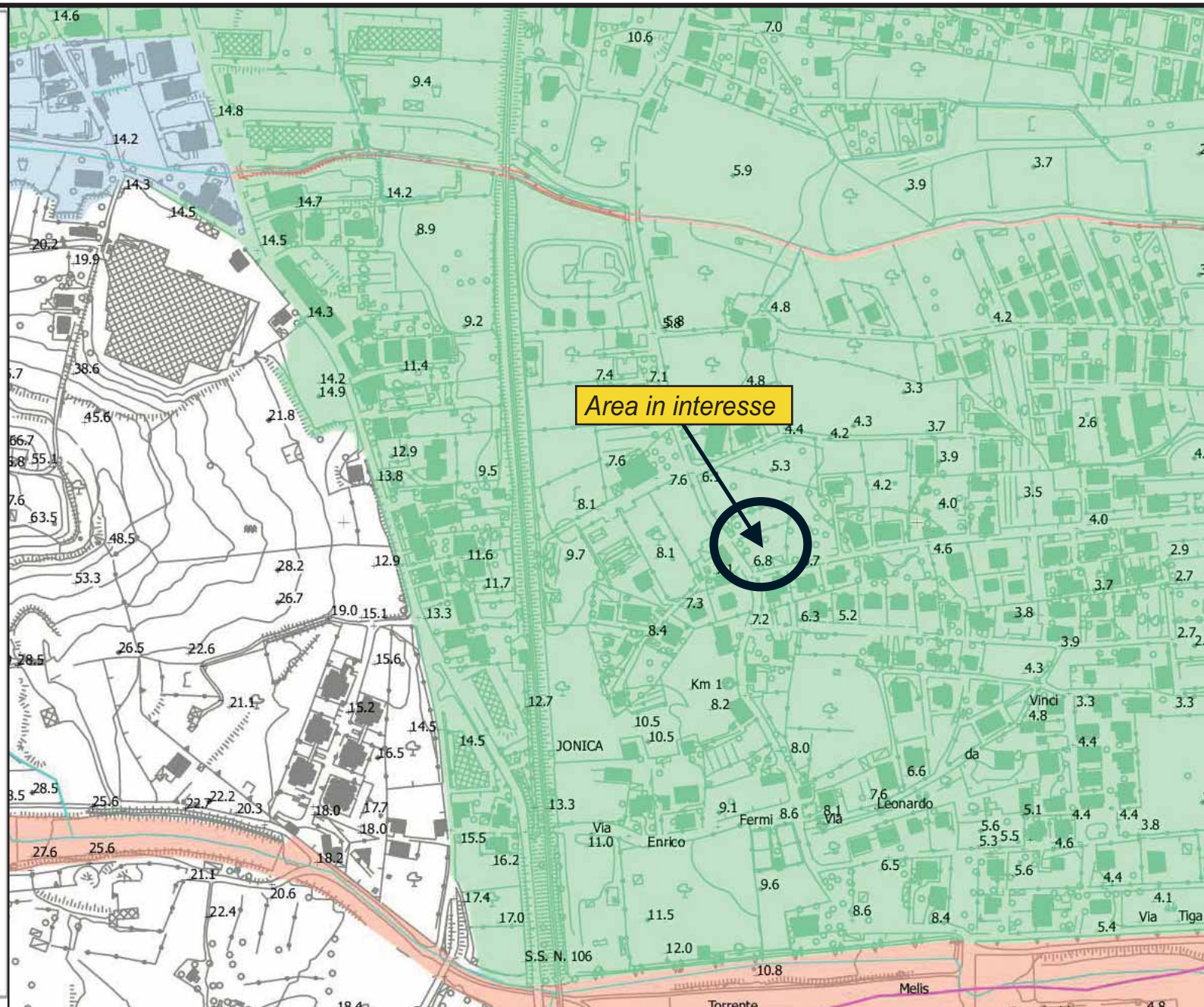
P2 Aree allagabili a seguito di eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 50 anni e 200 anni. Per i corsi d'acqua Esaro e Papanicciaro, compresi i loro principali affluenti, il tempo di ritorno di riferimento è compreso tra 50 e 200 anni.

P1 Aree allagabili a seguito di eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 200 anni e 500 anni.

Base Cartografica: C.T.R. Regione Calabria, anno 2008

scala 1:5000 Sistema di Riferimento WGS 84 - UTM zona 32N

Revisione/Aggiornamento
mag. 2013
a cura di
S.T.O. A&B Regione Calabria



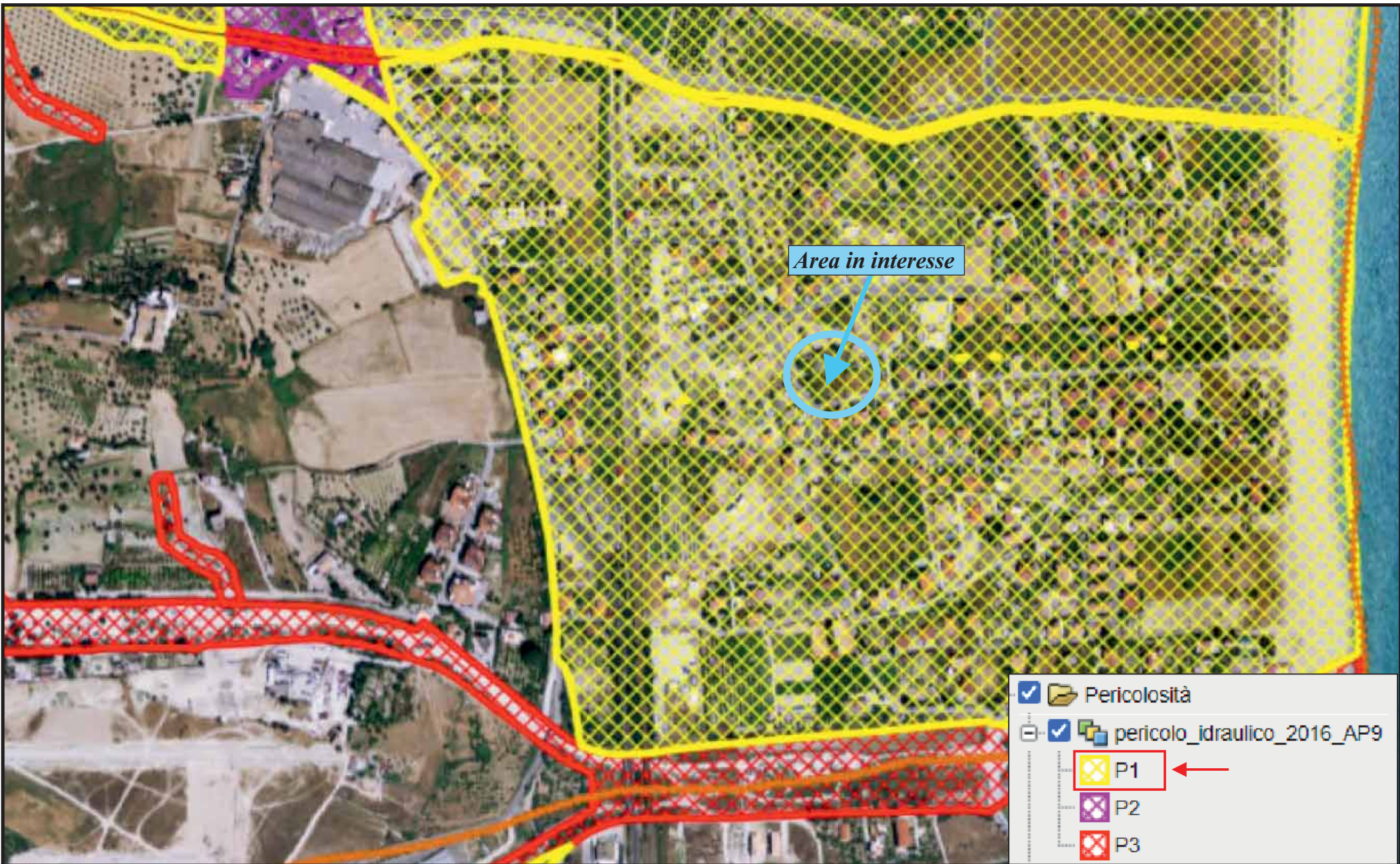
**SOVRAPPOSIZIONE
AEROFOTO - Pericolosità Idraulica**

Scala 1: 5.000
Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Darvoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento

Fonte sito <http://old.regione.calabria.it/abr/allegati/PGRA/>



Area in interesse

Legend for hydraulic hazard zones:

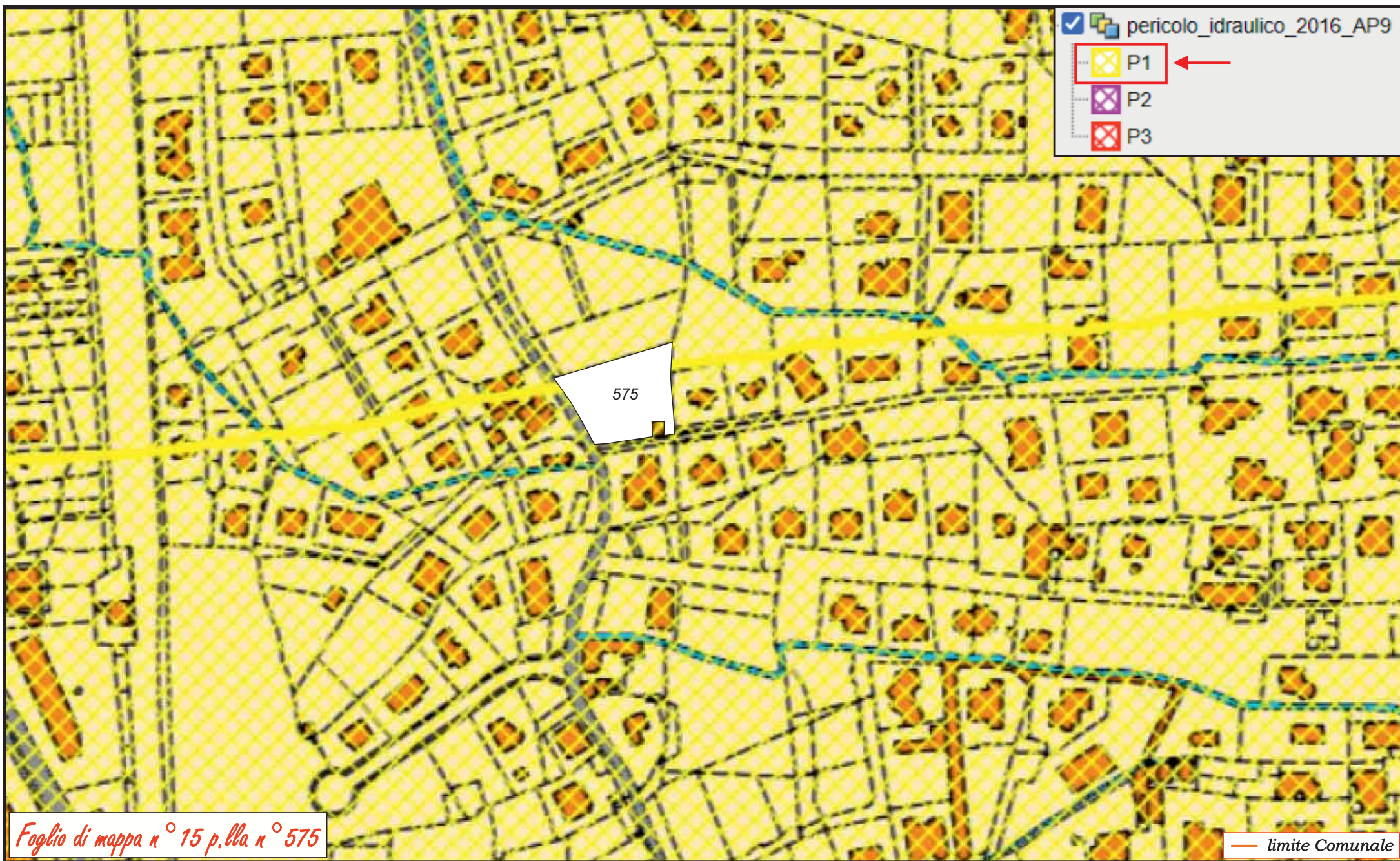
- Pericolosità
- pericolo_idraulico_2016_AP9
 - P1 (Yellow grid pattern)
 - P2 (Purple grid pattern)
 - P3 (Red grid pattern)

**SOVRAPPOSIZIONE
ORTOFOTO - Pericolosità Idraulica**

Scala 1: 5.000
Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli

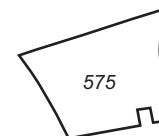


 Perimetrazione area soggetta ad intervento



**SOVRAPPOSIZIONE
CATASTALE - Pericolosità Idraulica**

Scala 1: 2.000
Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento

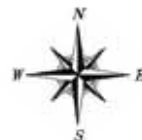


**P.A.I.: STRALCIO CARTA
EROSIONE COSTIERA**

Scala 1: 5.000

Località: Via Cristoforo Colombo

Comune di Davoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento




Legenda:

Eventi franosi principali

 Principali eventi franosi

Inventario frane IFFI

Punto Identificativo del Fenomeno Franoso (PIFF)*

-  Scheda frane di 1° Livello
-  Scheda frane di 2° Livello
-  Scheda frane di 3° Livello

Evento franoso

-  Evento franoso

Tipologia di frana

-  Frane lineari
-  Crollo/Ribaltamento
-  Scivolamento rotazionale/traslattivo
-  Espansione
-  Colamento lento
-  Colamento rapido
-  Sprofondamento
-  Complesso
-  Aree con crolli/ribaltamenti diffusi
-  Aree con sprofondamenti diffusi
-  Aree con frane superficiali diffuse
-  DGPV
-  n.d.

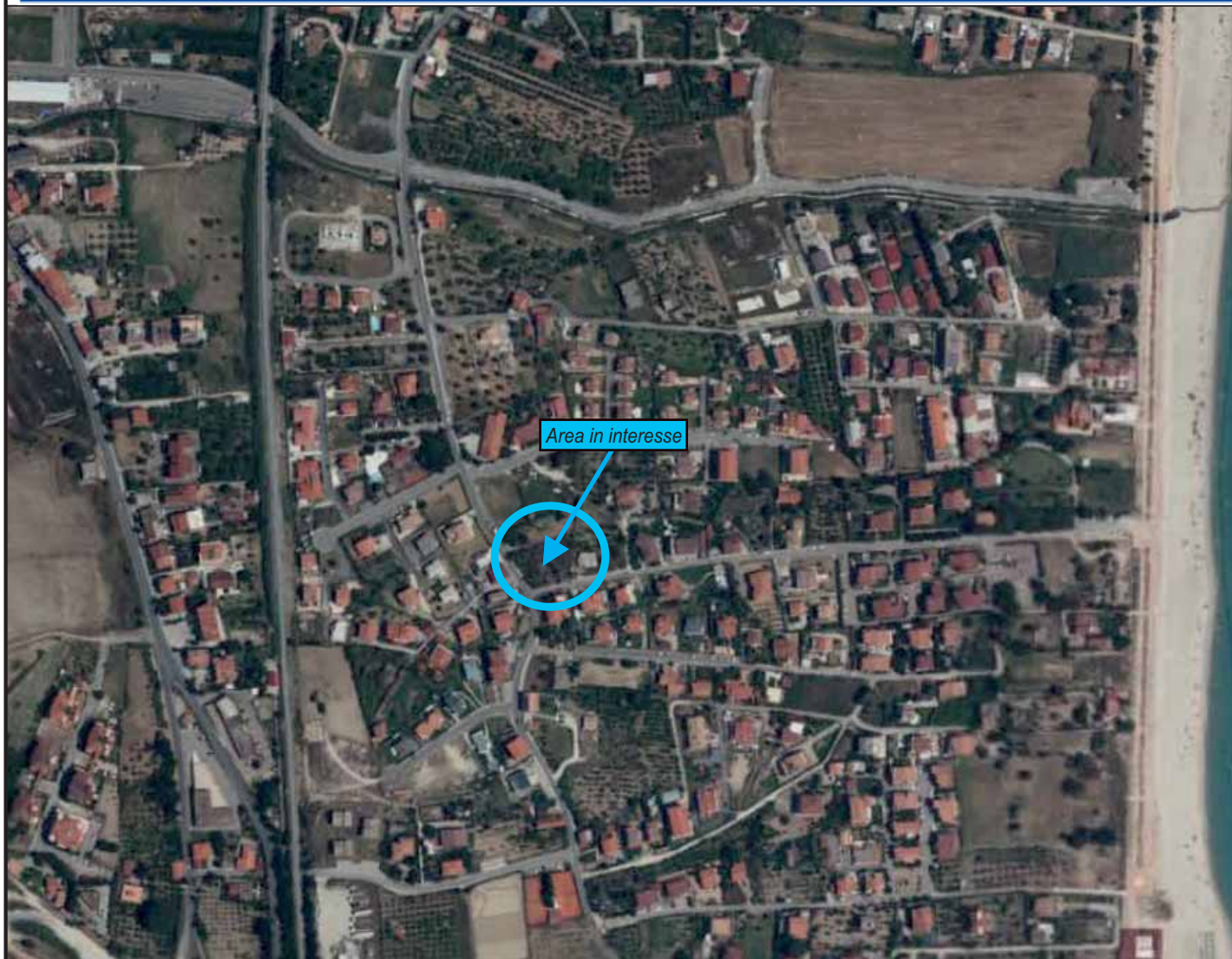


IdroGEO

Pericolosità e Indicatori di Rischio



ISPRA - Istituto Superiore Protezione e Ricerca Ambientale <https://idrogeo.isprambiente.it>



STRALCIO CARTA INVENTARIO FRANE

Scala 1: 5.000

Località: Via Cristoforo Colombo

Comune di Darvoli

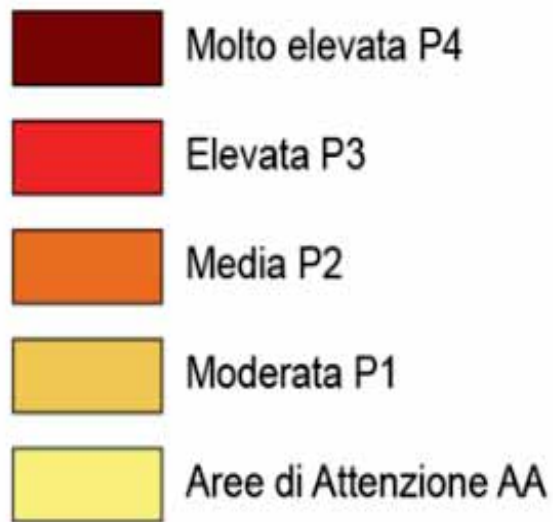


Perimetrazione area soggetta ad intervento

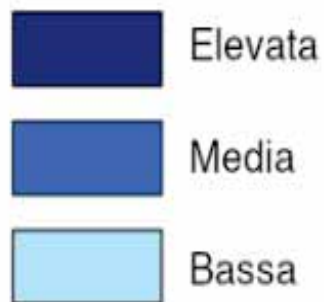
Fonte: <http://idrogeo.isprambiente.it/app/pt?>

Legenda:

Pericolosità Frane PAI



Pericolosità Alluvioni



STRALCIO CARTA DELLA
PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO



IdroGEO

Pericolosità e Indicatori di Rischio



ISPRA - Istituto Superiore Protezione e Ricerca Ambientale <https://idrogeo.isprambiente.it>



Scala 1: 5.000

Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Darvoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento

Fonte: <http://idrogeo.isprambiente.it/app/pir?>

Legenda:

Legenda - Alluvioni - (PGRA_ x 2021) Classi di Rischio

Classi di rischio

-  R1_moderato
-  R2_medio
-  R3_elevato
-  R4_molto elevato

Total area classi di rischio

-  R1
-  R2
-  R3
-  R4



CLASSI DI RISCHIO
Alluvioni PGRA 2021

Scala 1: 5.000
Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento

Legenda:

Legenda - Alluvioni - (PGRA 2021) Estensione dell'area - × allagabile

Alluvioni_Estensione_HPH



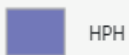
Alluvioni_Estensione_MPH



Alluvioni_Estensione_LPH



Total area alluvione estensione



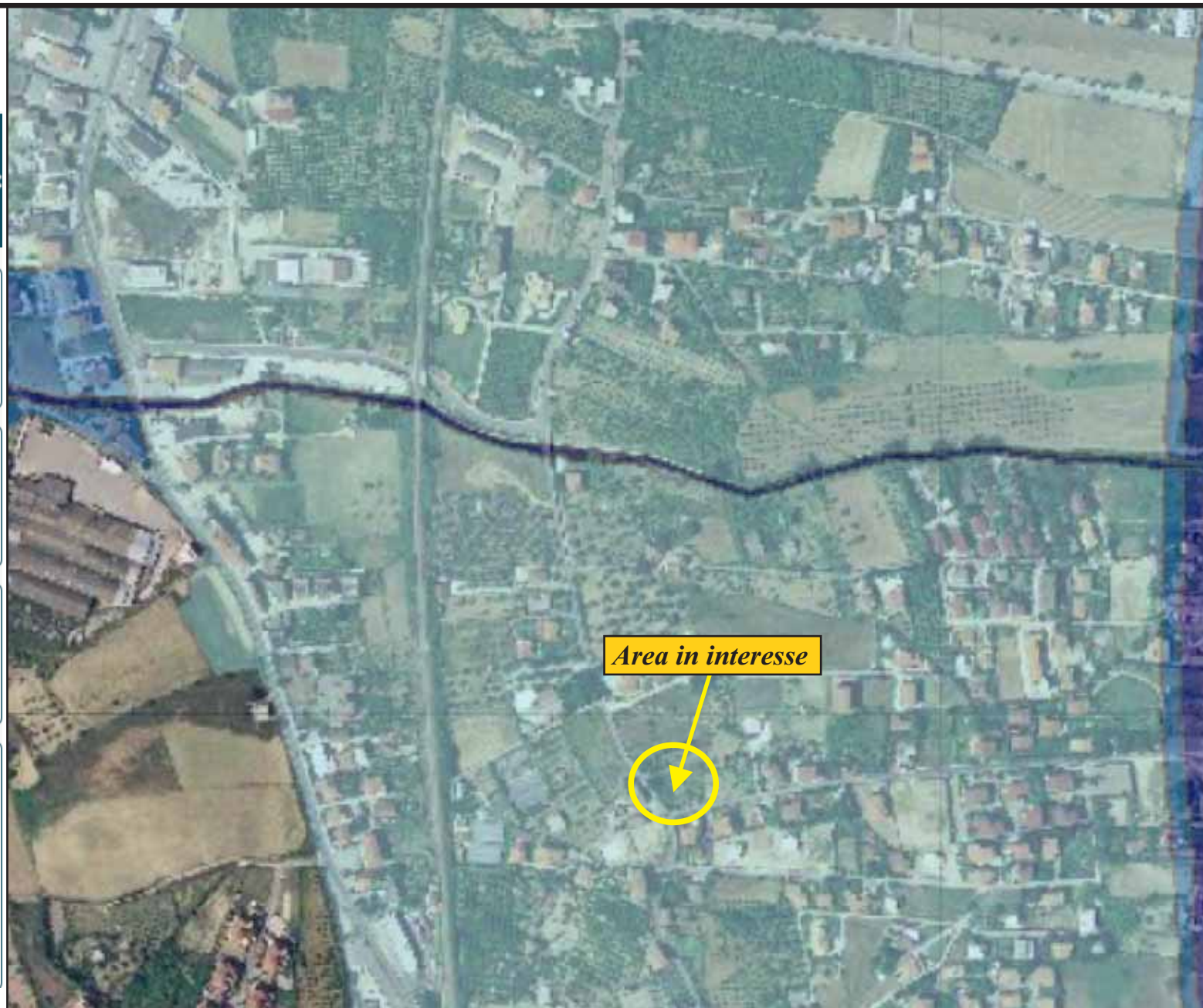
HPH



MPH

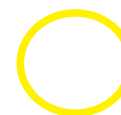


LPH



ESTENSIONE AREA ALLAGABILE
Alluvioni PGRA 2021

Scala 1: 5.000
Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento

Legenda:

Neozoico	Olocene		Alluvioni mobili, ciottolose e sabbiose, dei letti fluviali; depositi di torbale.
			Alluvioni fissate dalla vegetazione o artificialmente.
			Prodotti di soffusione e dilavamento, talora misti a materiale alluvionale.
			Dune e sabbie eoliche, mobili.
			Dune e sabbie eoliche, stabilizzate.
	Pliocene		Detriti di fans.
			Conoidi di delazione.
			Depositi continentali costituiti da conglomerati e sabbie rossastre. I conglomerati sono composti da ciottoli ben arrotondati di rocce cristalline in una matrice sabbiosa grossolana e sono scarsamente cementati. Le sabbie, generalmente fratte, sono a grana da fine a grossolana e talora presentano sottili intercalazioni arenose. Questi depositi presentano scarsa resistenza all'erosione ed elevata permeabilità.
			Antiche superfici di erosione sulle rocce granitiche, con sviluppo di una alterazione rossastra e di sottili coperture alluvionali.
			Sabbie bruno a grana da fine a grossolana, localmente con bande e lenti arenacee. Esse presentano scarsa resistenza all'erosione ed elevata permeabilità.
Cenozoico	Neogene		Argille, argille siltose e silti, da grigio-chiari a bruno, con locali intercalazioni sabbiose. Contengono una microfauna a foraminiferi con abbondanti specie planorbiche e benthoniche, fra cui: <i>Cibicides lobatulus</i> (SCHUCHER), <i>Mitrageneria subquadrata</i> (SCHUCHER), <i>Sphaerulites debilis</i> (PARISI & SPAD), <i>Ruguloceras burmanni</i> (SCHUCHER), <i>Elphidium ellipsoide</i> (SCHUCHER), <i>Planorbella alternata</i> (SCHUCHER), in associazione con ostracodi, denti di pesci e frammenti di macrofauna. (Da località Chiarano ad ovest della Stazione di S. Simeone al km 140 della strada costiera, si è rinvenuta una microfauna calabrona comprendente: <i>Agglutinera angulata</i> (WILHELMSSON), <i>Cassidulinoides brevis</i> (SCHUCHER), <i>Cassidulinoides neocornuta</i> (SCHUCHER), <i>Salvinea alata</i> (SCHUCHER). Le argille presentano una scarsa resistenza all'erosione e, lungo i pendii più ripidi, possono dar luogo a movimenti franosi. Permeabilità bassa.
			Sabbie bruno-chiare, a grana da fine a grossolana, localmente con bande e lenti arenacee. Esse presentano scarsa resistenza all'erosione e bassa permeabilità.
	Pliocene		Sabbie grossolane cementate, spesso rossastre, localmente con sottili conglomerati. Esse passano gradualmente, verso il basso, a <i>SP1</i> . Le sabbie sono in genere alluvionali, ma talora contengono una microfauna foraminifera planorbica e benthonica rivestita di mal conchiatto. Questo complesso presenta una moderata resistenza all'erosione ed elevata permeabilità.
			Conglomerati composti da ciottoli di rocce cristalline in una matrice sabbiosa. Essi si possono considerare derivati da larga misura da depositi più antichi. I conglomerati sono discretamente cementati e presentano intercalazioni di sabbie grossolane. Essi manifestano una moderata resistenza all'erosione ed elevata permeabilità.
Paleozoico		Complesso di rocce alide, biotitiche, a grana da media a grossolana, a composizione variabile tra la quarzo-monzonite ed il granito. La roccia è attraversata da vene pegmatitiche, meno frequentate da apfite. Sono le intrusioni (non cartografabili) di diorite alterata durante il suo indurimento, o localmente, e talora presenta in genere una elevata resistenza all'erosione, ma può essere localmente alterata e degradata e dar luogo, nelle zone più elevate, a movimenti franosi. Permeabilità bassa, con aumento della stessa nelle zone di fratturazione e degradazione.	
		Pare gesso e scisti biotitici, a grana da fine a grossolana, spesso con grandi vivelli a scisti nudi, in associazione con ortogneis granitoidi, dioriti ed anfiboliti, e vene, o segregazioni, di rocce granitiche. Queste rocce presentano in genere una elevata resistenza all'erosione. Permeabilità bassa, con aumento della stessa nelle zone di fratturazione e degradazione.	

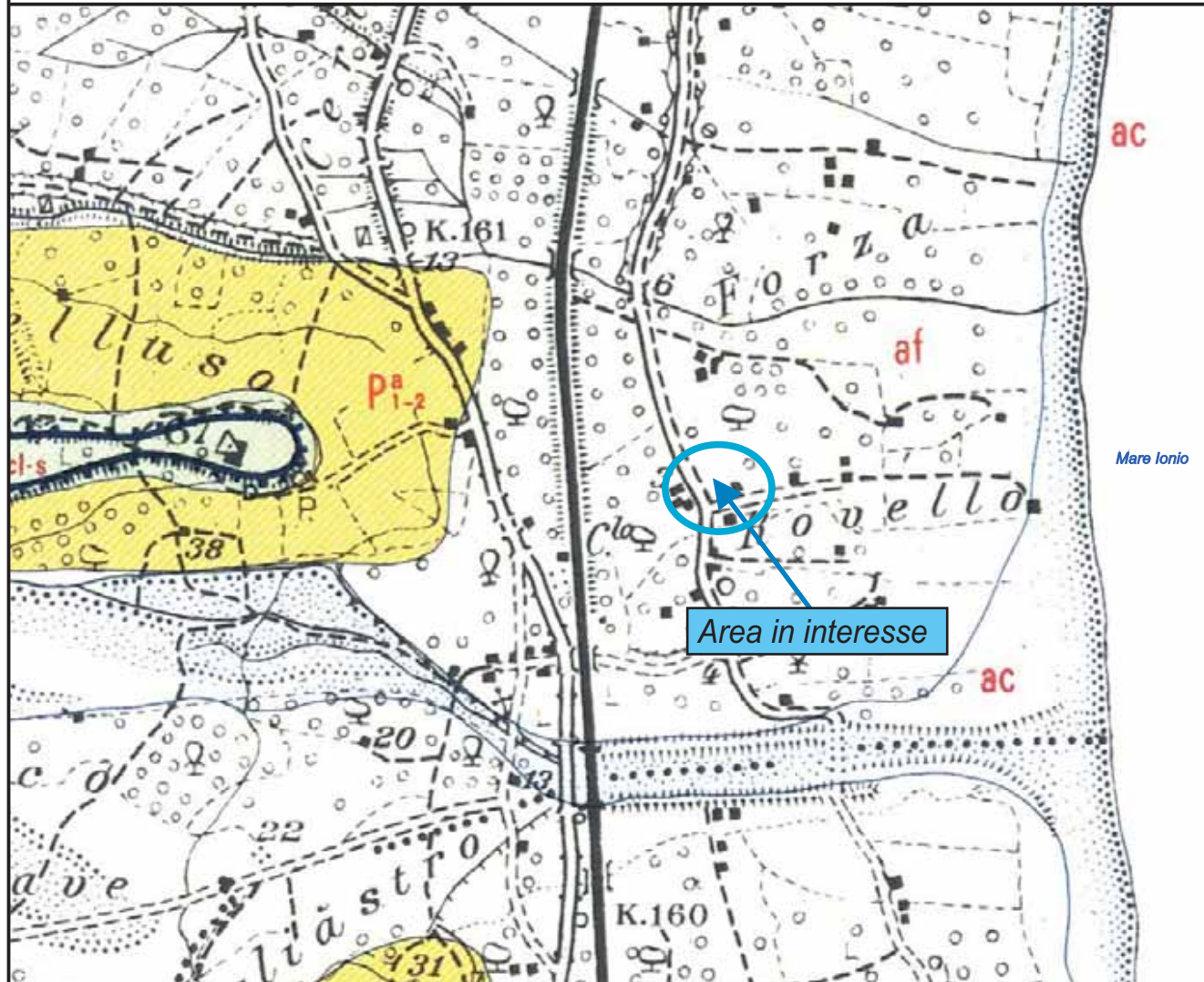
Faglia certa Faglia probabile

CARTA GEOLOGICA

Stralcio Carta Geologica

(estratto dalla Carta Geologica della Calabria - Cassa per il Mezzogiorno)

Foglio 247 - IV N.O. - S. Andrea Apostolo dello Ionio



Scala 1: 10.000

Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento

Deposito alluvionale terrazzato

Sabbie ghiaiose, talora siltose, con ciottoli molto arrotondati e di forma sferoidale, sia di rocce cristalline che sedimentarie, fissate dalla vegetazione e generalmente ricoperte da una coltre limoso-argillosa pedogenizzata con spessore massimo dell'ordine del metro. Questi depositi risultano terrazzati e costituiscono le aree di piana alluvionale non più in formazione, che potenzialmente possono essere interessate da attiva sedimentazione solo in occasione di eventi alluvionali eccezionali; sono anche localizzati in corrispondenza delle principali depressioni morfostrutturali interne.

PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE

SISTEMA DI DAVOLI

Argille grigio-azzurre siltose e marne in strati da decimetrici a metrici, localmente con intercalazioni siltose e/o sabbiose centimetriche e decimetriche. Alla base sabbie da medio-fini a grossolane in spessi strati piano-paralleli, prive di contenuto fossilifero, a stratificazione e laminazione incrociata, scarsamente cementate e di colore variabile da giallo chiaro a ocre rossa (DVL). Possono essere presenti sottili livelli microconglomeratici. Le associazioni a nannofossili calcarei sono indicative di un intervallo di tempo compreso tra la Zona MNN12 e la Zona MNN18. Poggia in discordanza, attraverso una superficie erosiva, sia sul basamento cristallino che sulle unità del Gruppo Gessoso-solfifera e in discontinuità sul sistema di Satriano. Lo spessore varia da poche decine di metri a circa 100-120 m.

PLIOCENE INFERIORE-PLIOCENE SUPERIORE p.p.



**STRALCIO CARTA
GEOLITOLOGICA**

Scala 1:5.000

Località: Via Cristoforo Colombo

Comune di Davoli

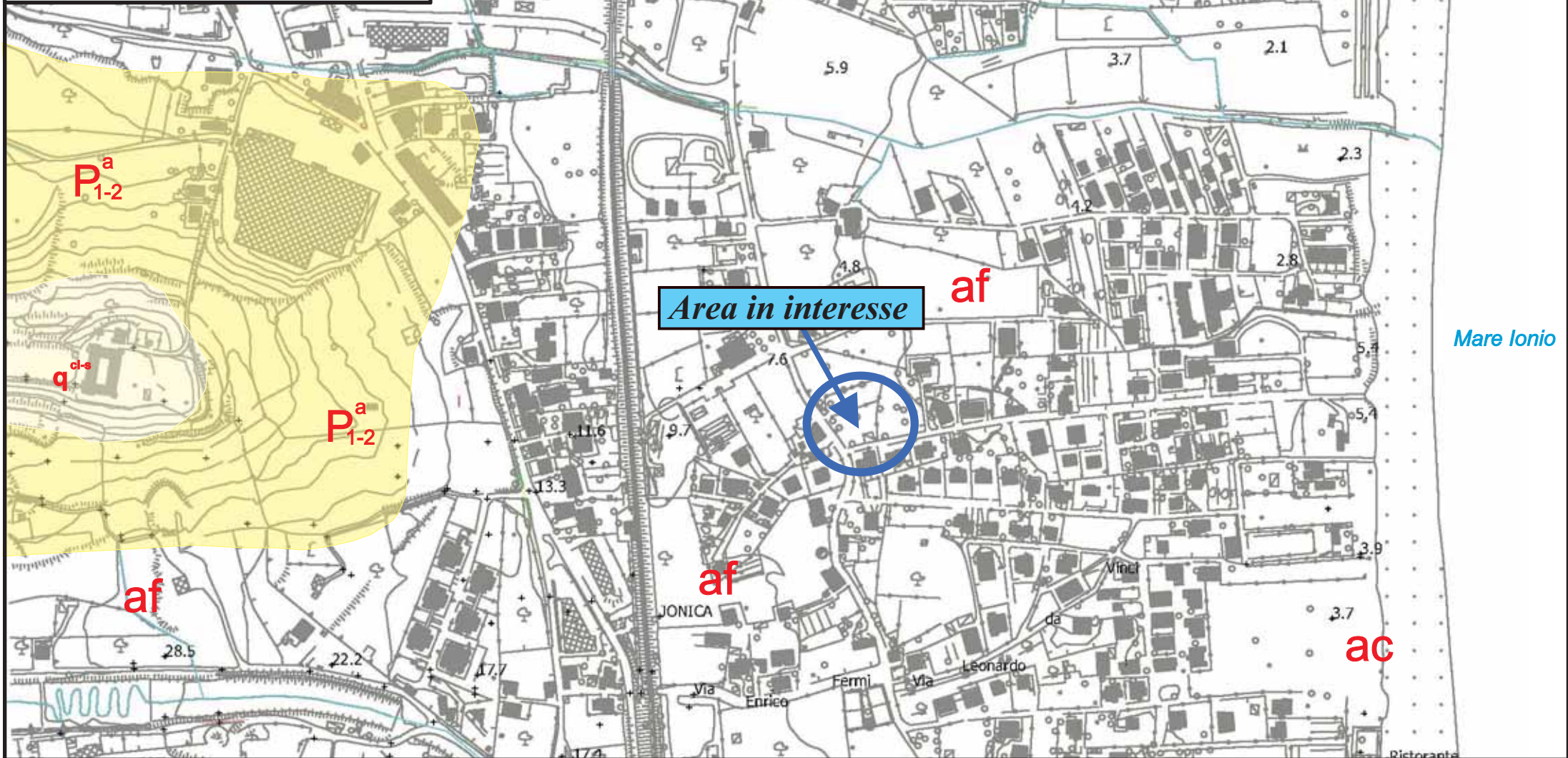


Perimetrazione area soggetta ad intervento

Fonte <https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/calabria.html>

Legenda:

- af** Alluvioni fissate alla vegetazione. Età Olocene.
- q^{cl-s}** Conglomerati in matrice sabbiosa e sabbie con intercalazioni arenacee. Età Pleistocene.
- P^a₁₋₂** Argille siltose da grigio chiare a brune, con intercalazioni sabbiose. Età Pliocene.

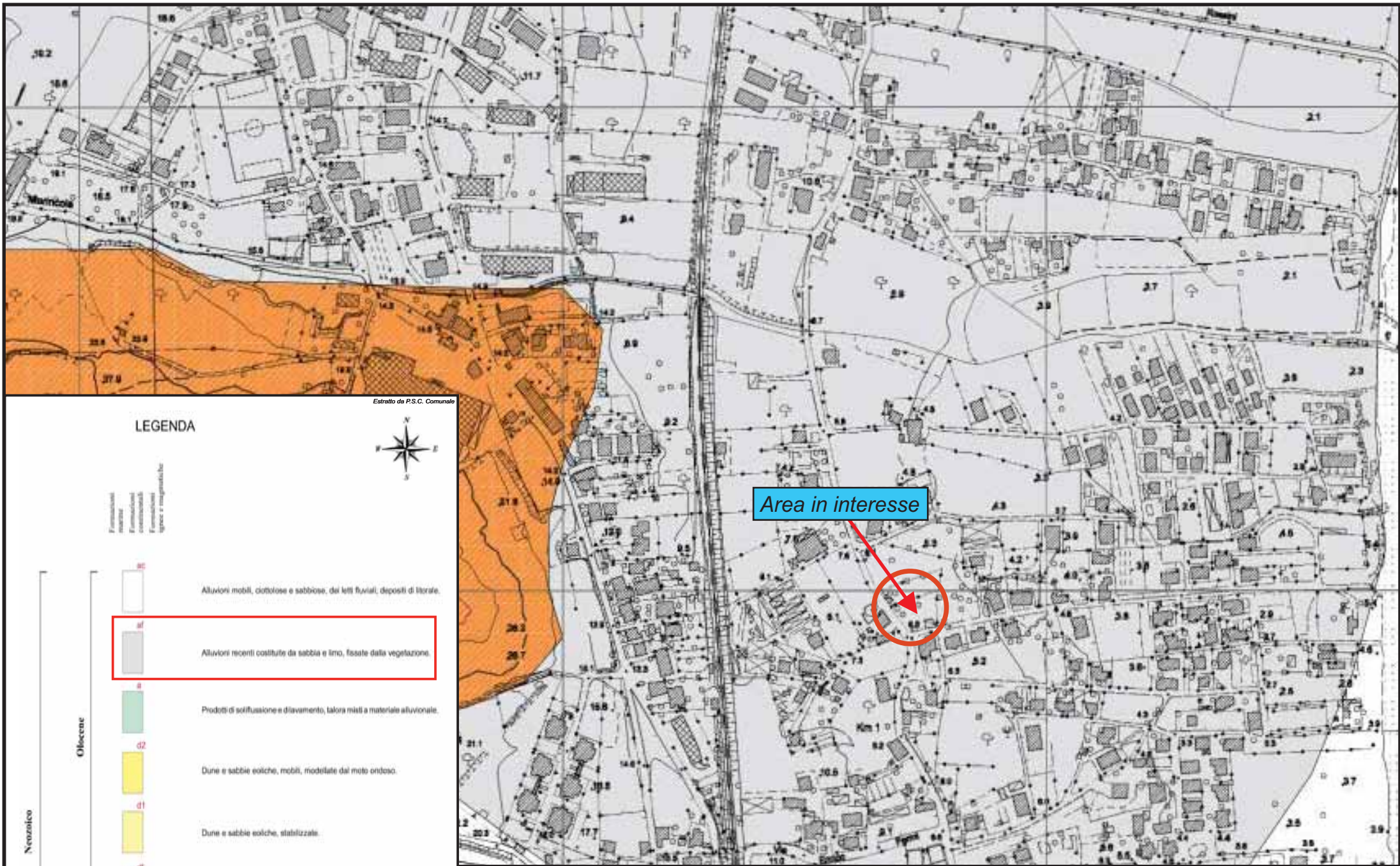


STRALCIO CARTA LITOTECNICA

Scala 1: 5.000
Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli



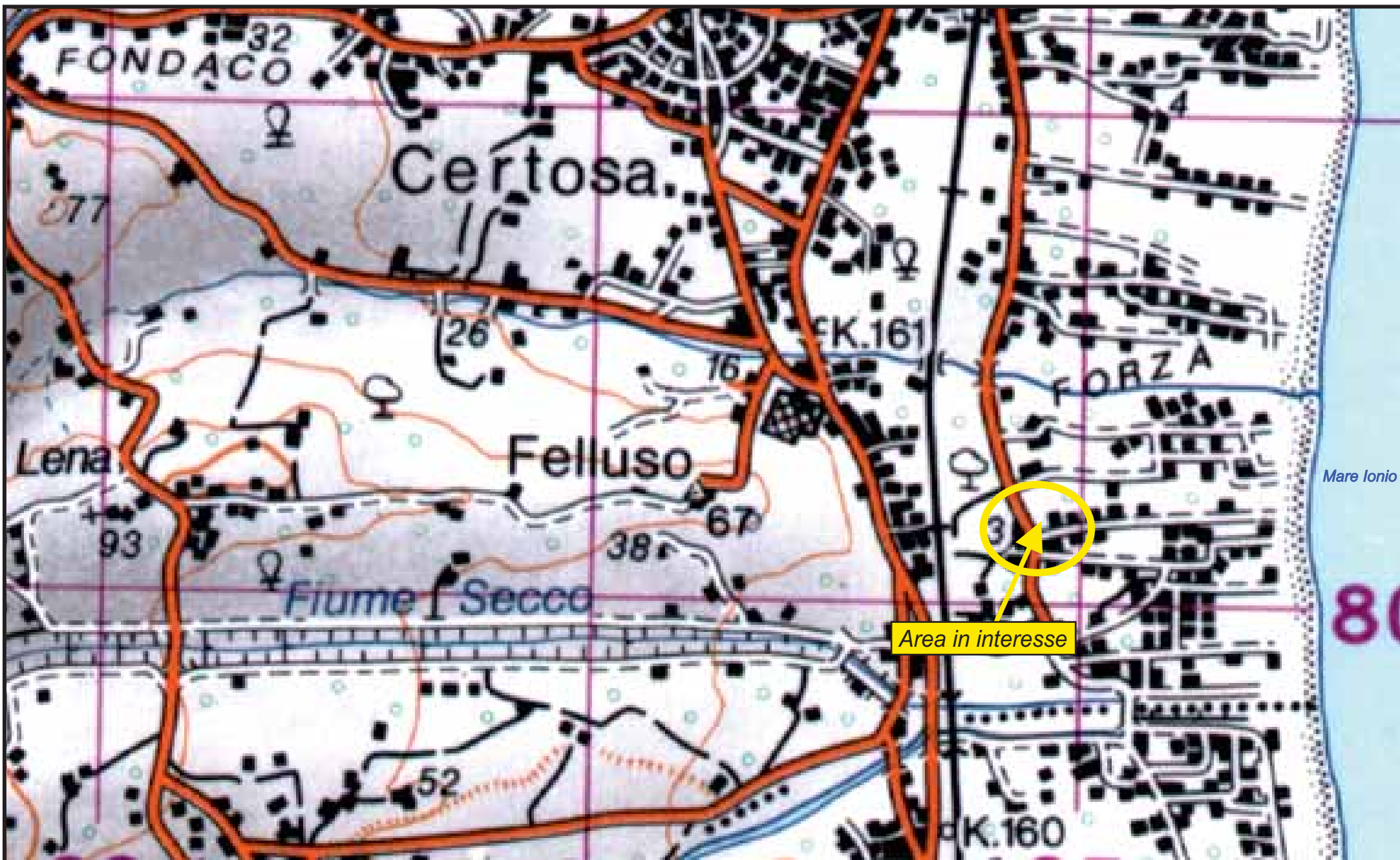
 Perimetrazione area soggetta ad intervento



**SOVRAPPOSIZIONE CARTA
GEOLOGICA - AEROFOTOGRAMMETRIA**

Stralcio Aerofotogrammetrico
 Scala 1: 5.000
 Località: Via Cristoforo Colombo
 Comune di Davoli


Perimetrazione area soggetta ad intervento

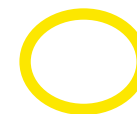


STRALCIO TOPOGRAFICO

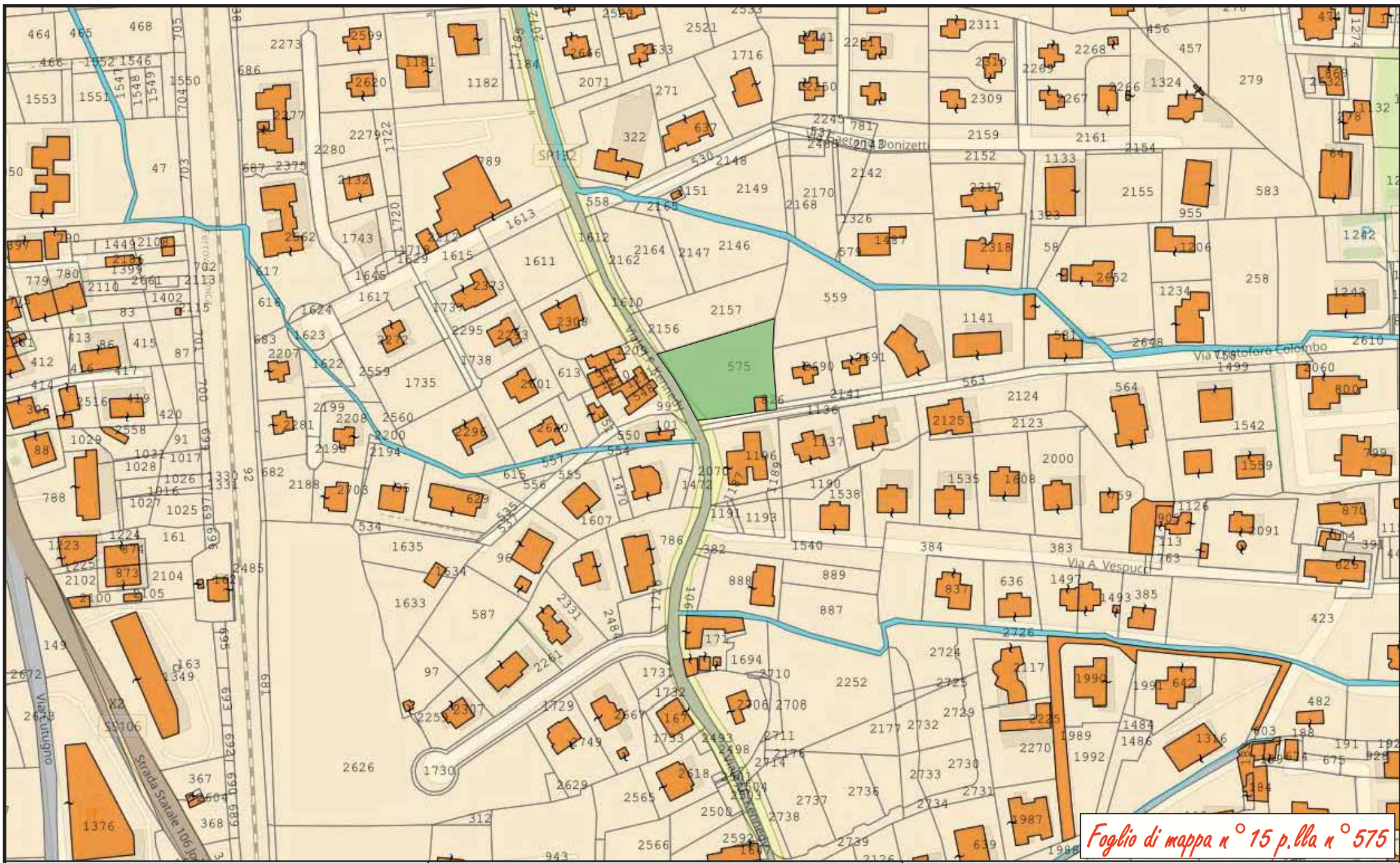
Scala 1: 10.000

Località: Via Cristoforo Colombo

Comune di Davoli



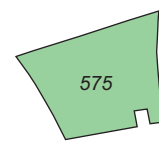
Perimetrazione area soggetta ad intervento



Foglio di mappa n° 15 p.lla n° 575

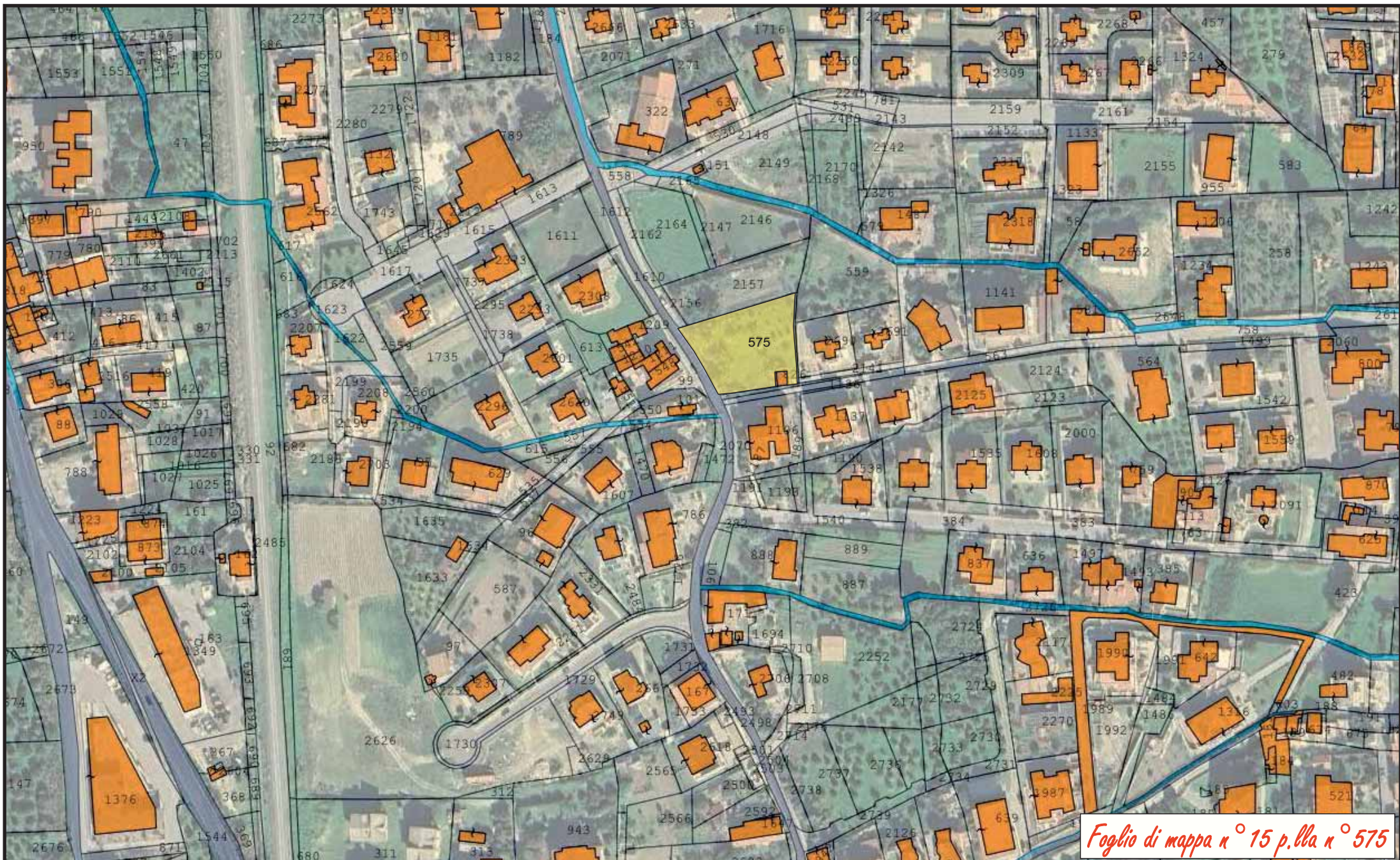
STRALCIO CATASTALE

Scala 1:2.000
Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli



Particella soggetta ad intervento

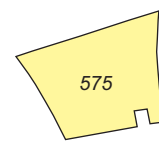
Fonte <https://www.formaps.it/>



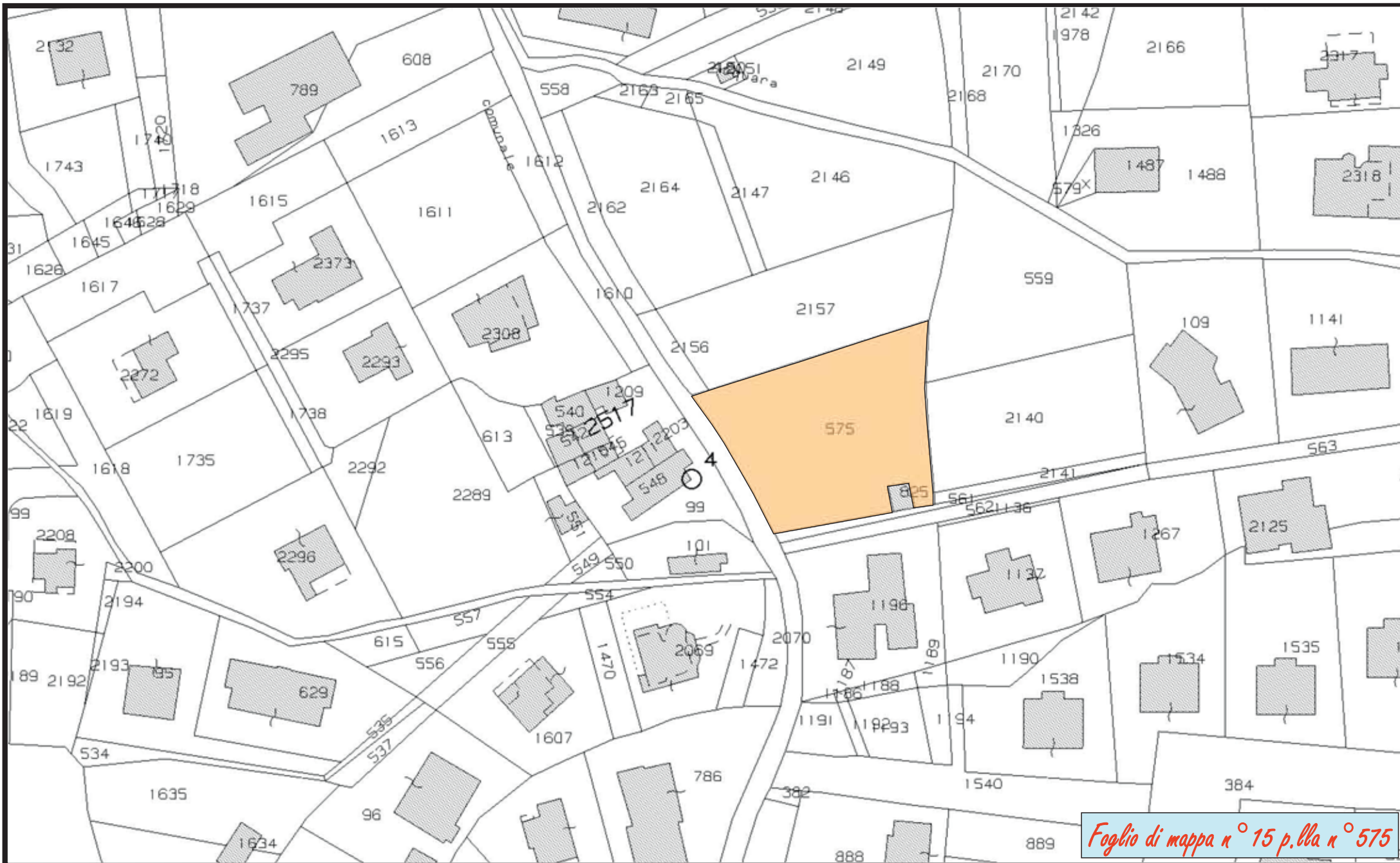
Foglio di mappa n° 15 p.lla n° 575

SOVRAPPOSIZIONE CATASTALE - ORTOFOTO

Scala 1:2.000
Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli



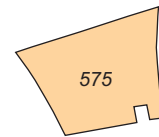
Particella soggetta ad intervento



Foglio di mappa n° 15 p.lla n° 575

STRALCIO CATASTALE

Scala 1:1.000
 Località: Via Cristoforo Colombo
 Comune di Davoli



Particella soggetta ad intervento



PARTICOLARE PLANIMETRICO
STATO DI FATTO

Scala 1: 500
 Località: Via Cristoforo Colombo
 Comune di Davoli



Particella soggetta ad intervento
Foglio di mappa n° 15 p.lla n° 575

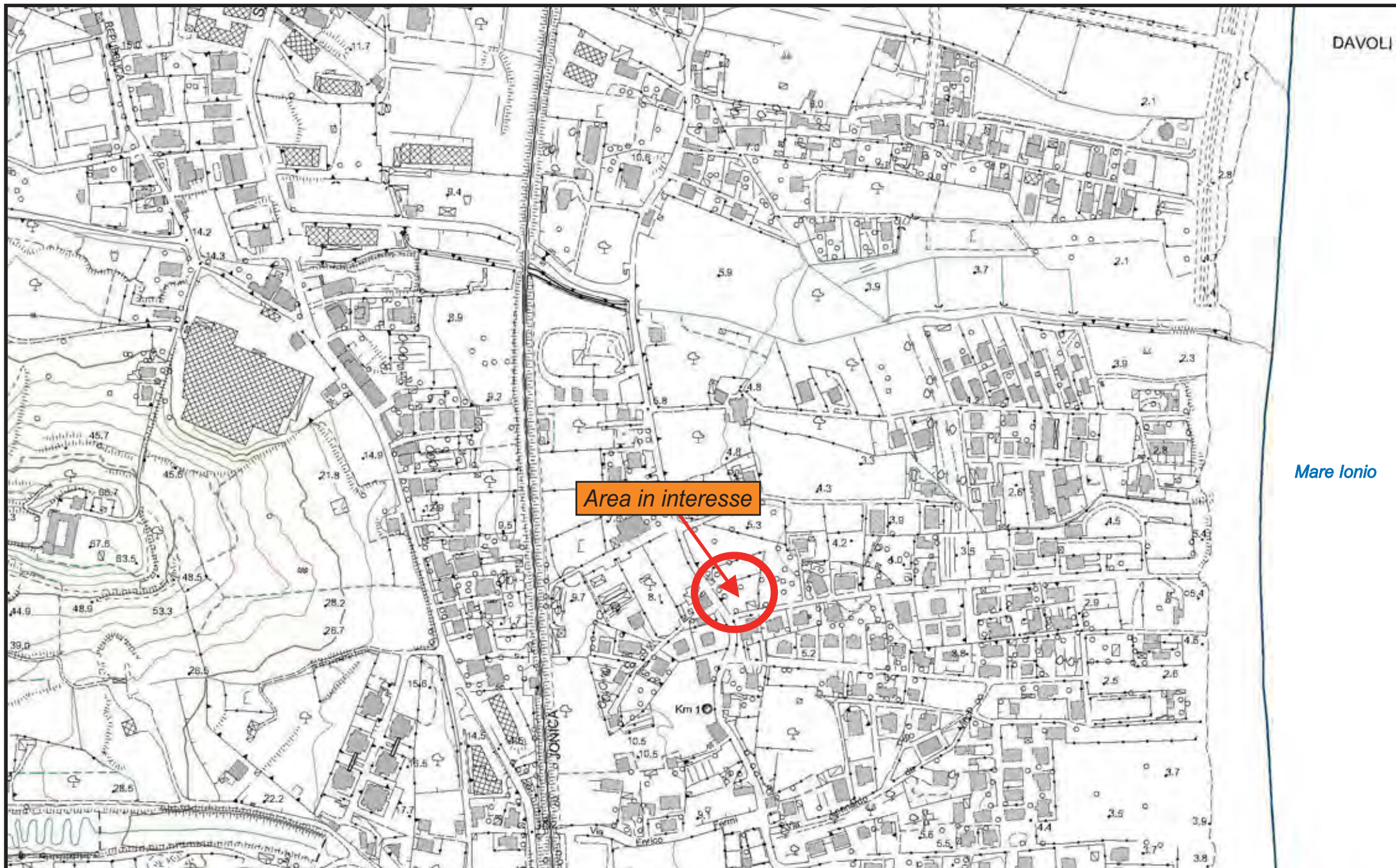


PARTICOLARE PLANIMETRICO
STATO FUTURO

Scala 1:500
 Località: Via Cristoforo Colombo
 Comune di Davoli



Particella soggetta ad intervento
Foglio di mappa n° 15 p.lla n° 575

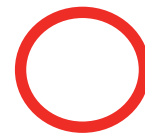


STRALCIO AEROFOTOGRAMMETRIA

Scala 1: 5.000

Località: Via Cristoforo Colombo

Comune di Davoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento

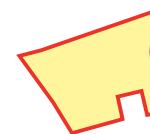
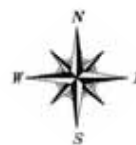


STRALCIO AEROFOTOGRAMMETRIA

Scala 1: 2.000

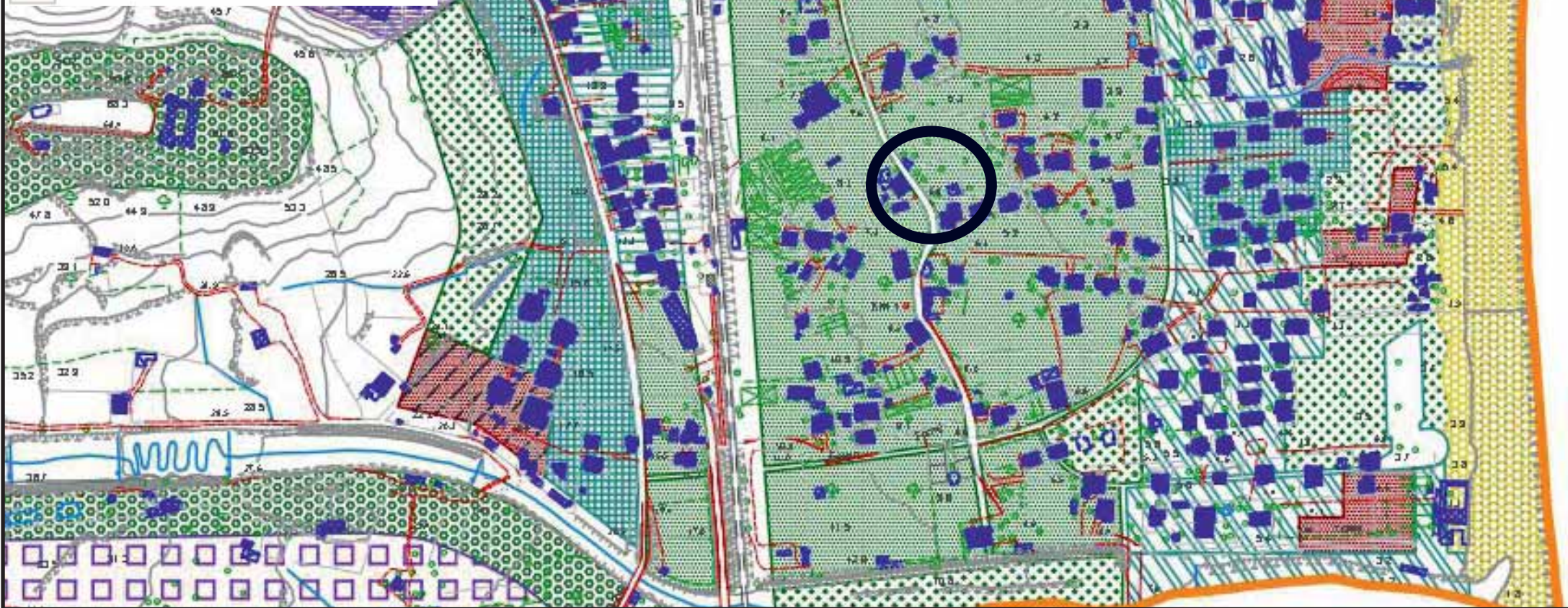
Località: Via Cristoforo Colombo

Comune di Davoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento

- | | | | |
|--|---|--|----------------------|
| | Zona di completamento | | Verde privato |
| | Zona di completamento turistico | | Impianto depurazione |
| | Zona di espansione | | Fascia balneare |
| | Zona industriale e artigianale in trasferimento | | Zona rurale montana |
| | Zona industriale e artigianale | | Zona rurale protetta |
| | Servizi comuni privati | | Zona rurale |
| | Servizi comuni pubblici | | Fascia di rispetto |
| | Verde pubblico | | |
| | Servizi comuni privati | | |



STRALCIO P.R.G.

Scala 1: 5.000
 Località: Via Cristoforo Colombo
 Comune di Davoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento

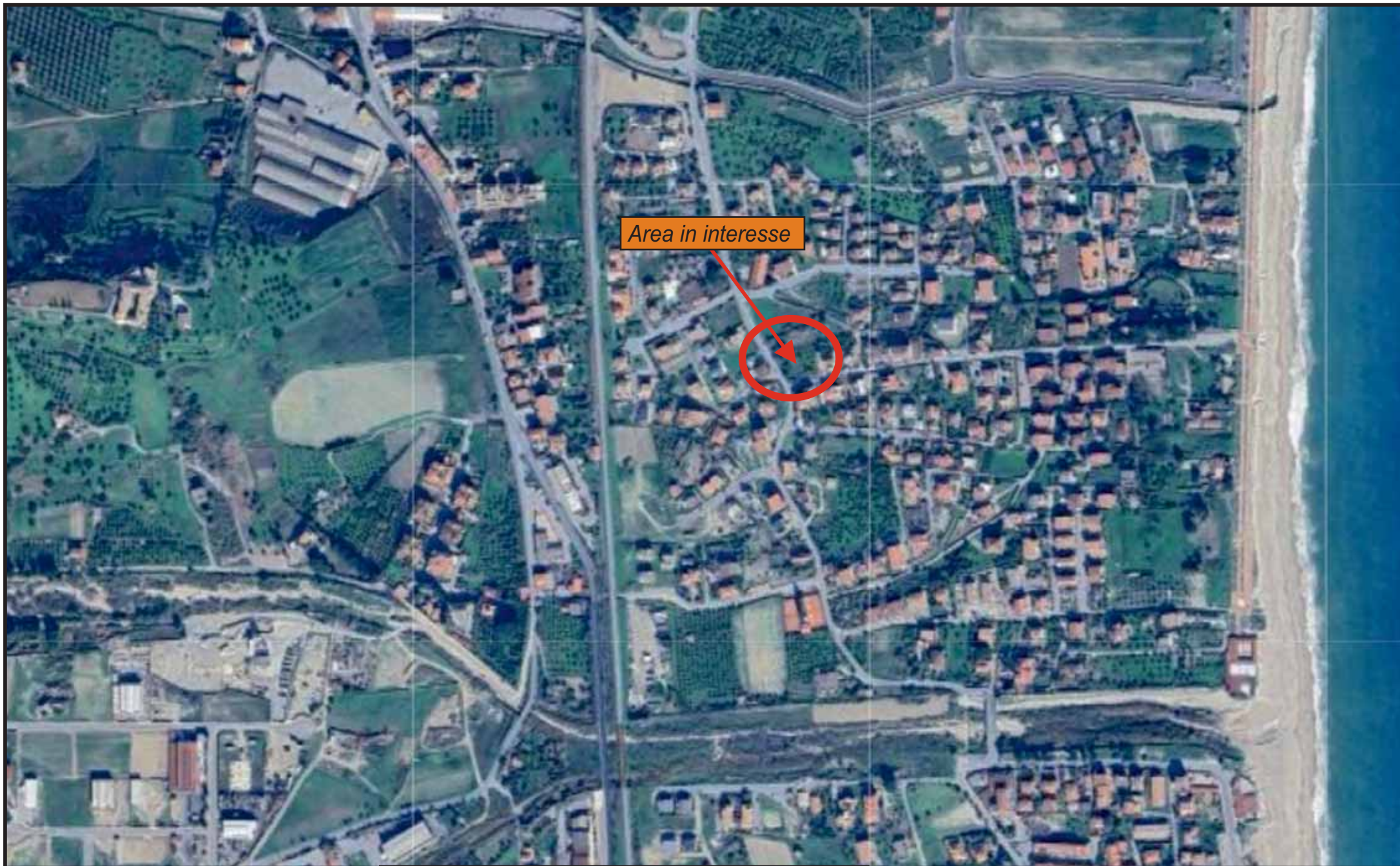


STRALCIO P.R.G.

Scala 1: 2.000
Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli



Particella soggetta ad intervento
Foglio di mappa n° 15 p.lla n° 575



Area in interesse

ORTOFOTO

Scala 1: 5.000

Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento

Fonte <https://www.formaps.it/>

Legenda:

LITOLOGIA E PERMEABILITA'

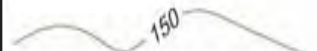
af

Terreni di origine alluvionale, sciolti o debolmente fissati dalla vegetazione, prevalentemente formati da sabbie con ghiaie, ciottoli e blocchi anche di grande diametro. Depositi litoranei. Permeabilità elevata per porosità primaria. Età Olocene



reticolo idrografico

Orografia



Curva di livello direttrice (equidistanza 25 m)

Curva di livello intermedia (equidistanza 5 m)

Curva di livello ausiliaria (equidistanza 1 m)

Scarpata a misura, non a misura

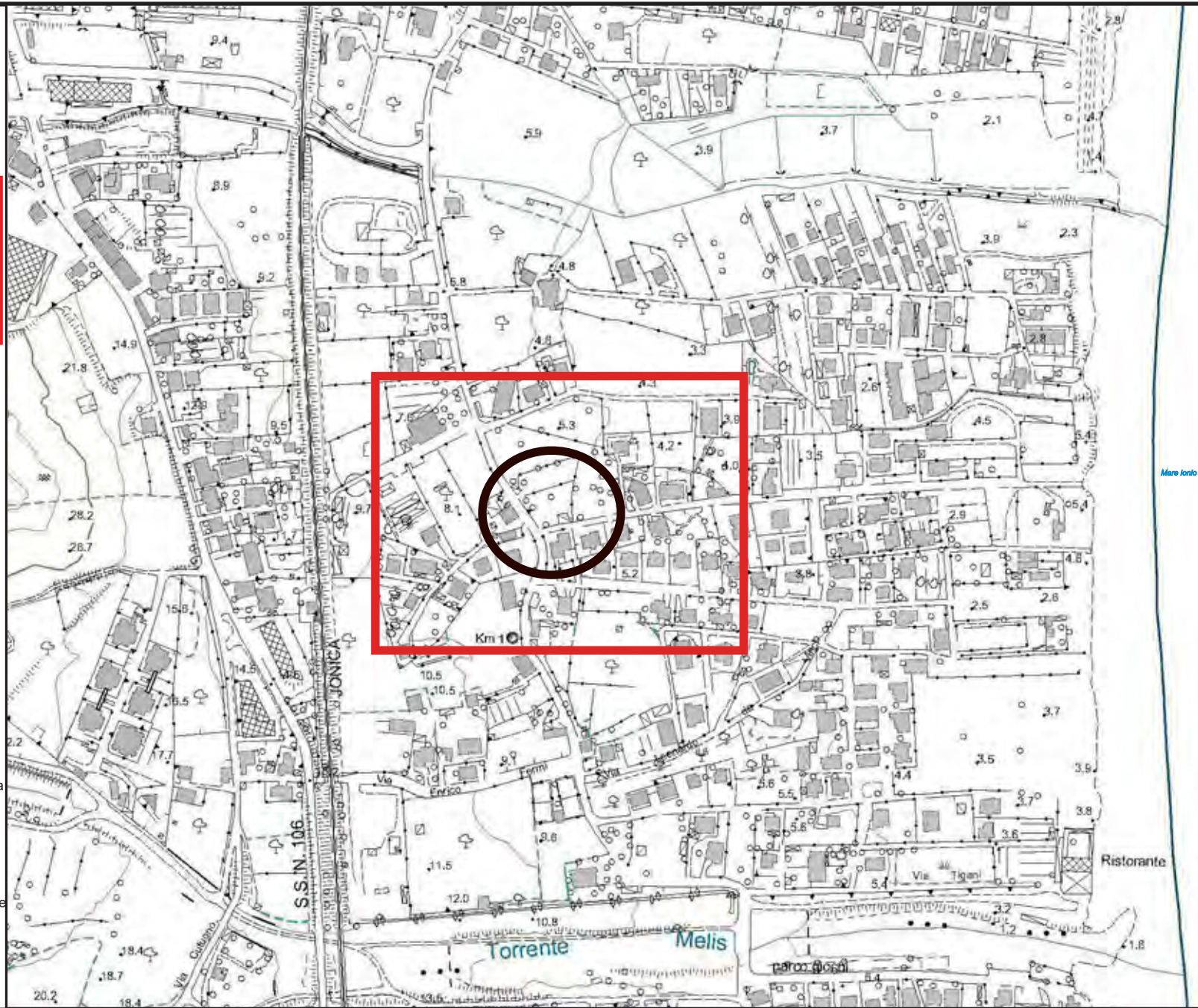
Scarpata artificiale rivestita

Argine a misura, non a misura

Grotta, Roccia

Punto quotato terreno, stradale

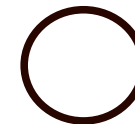
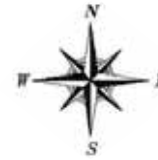
..... limite Comunale



CARTA GEOMORFOLOGICA

Scala 1: 5.000

Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento

Legenda:

COMPLESSI IDROGEOLOGICI

Depositi alluvionali sciolti formati da sabbie con ghiaie, ciottoli e blocchi. Depositi litoranei. Scarsa resistenza all'erosione. Permeabilità elevata per porosità primaria. (Unità geologiche **ac**, **af**, **a**) Età Olocene

Sabbie grossolane
 $P = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/sec}$

— Circolazione idrica



— Fiume, torrente

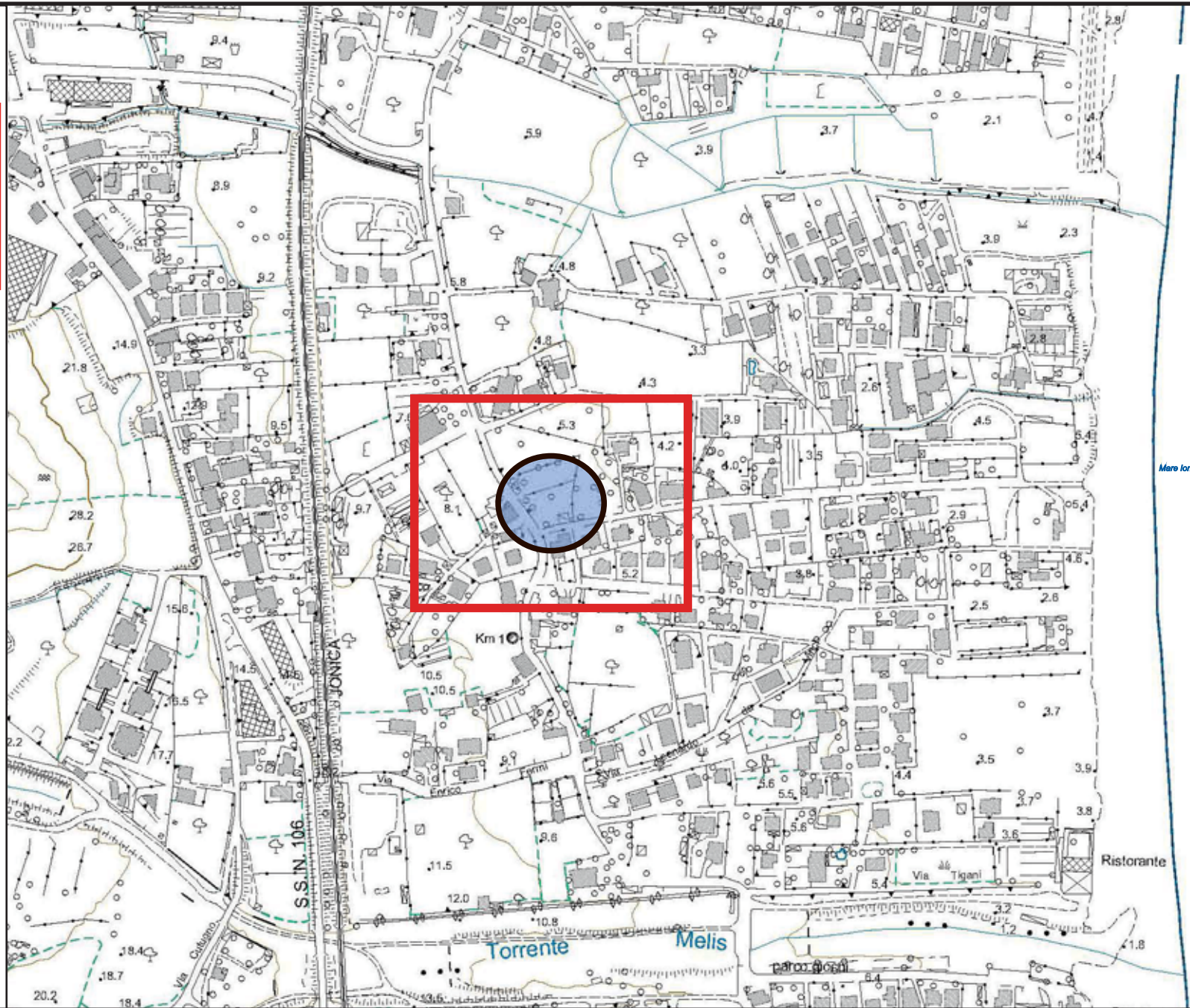


— Canale

Permeabilità

- Elevata
- Medio-elevata
- Media
- Bassa

..... limite Comunale

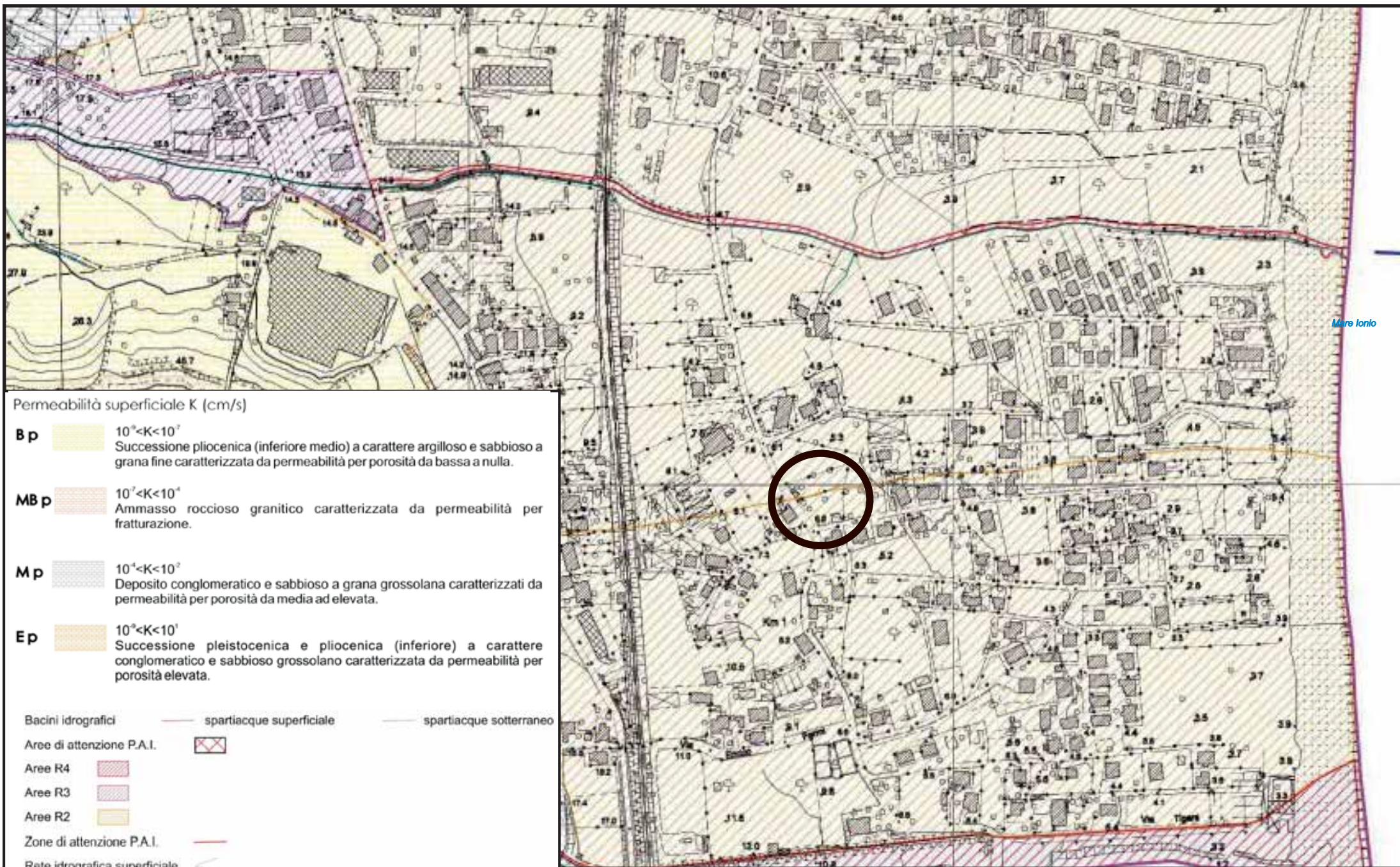


CARTA IDROGEOLOGICA

Scala 1: 5.000
Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento



Mare Ionio

Permeabilità superficiale K (cm/s)

- Bp** $10^{-6} < K < 10^{-7}$
Successione pliocenica (inferiore medio) a carattere argilloso e sabbioso a grana fine caratterizzata da permeabilità per porosità da bassa a nulla.
- MBp** $10^{-2} < K < 10^{-4}$
Ammasso roccioso granitico caratterizzata da permeabilità per fratturazione.
- Mp** $10^{-4} < K < 10^{-2}$
Deposito conglomeratico e sabbioso a grana grossolana caratterizzati da permeabilità per porosità da media ad elevata.
- Ep** $10^{-2} < K < 10^{-1}$
Successione pleistocenica e pliocenica (inferiore) a carattere conglomeratico e sabbioso grossolano caratterizzata da permeabilità per porosità elevata.

- Bacini idrografici spartiacque superficiale spartiacque sotterraneo
- Aree di attenzione P.A.I.
- Aree R4
- Aree R3
- Aree R2
- Zone di attenzione P.A.I.
- Rete idrografica superficiale
- Pozzi e relativa zona di tutela assoluta
- Opere idrauliche
- Apporto solido di materiale prevalentemente grossolano
- Verso del trasporto solido



Estratto da P.S.C. Comunale

CARTA IDROGEOLOGICA

Scala 1: 5.000

Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento



STRALCIO IDROGRAFICO

Scala 1: 5.000

Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento

Fonte <https://www.formaps.it/>

Valori delle pendenze

percentuale	gradi
0 - 10 %	0 - 5,7°
10 - 20 %	5,7 - 11,3°
20 - 35 %	11,3 - 19,3°
35 - 50 %	19,3 - 26,5°
50 - 100 %	> 26,5°

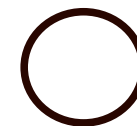
tipo di pendio
da pianeggiante a leggermente inclinato
da leggermente inclinato a mediamente inclinato
da mediamente inclinato a fortemente inclinato
ripido
da molto ripido a verticale



CARTA CLIVOMETRICA

Scala 1: 5.000

Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento

Legenda:

Classe di amplificazione stratigrafica

D.M. 17/01/2018 Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni

- A** Formazioni Litoidi
- B** Depositi di ghiaie e sabbie molto addensate o argille molto consistenti
- C** Depositi di ghiaie e sabbie mediamente addensate o argille di media consistenza
- D** Depositi granulari da sciolti a poco addensati o coesivi da poco a mediamente consistenti
- E** Depositi di terreni costituiti da strati alluvionali su substrati rigidi

UNITA' GEOLITologiche

- af** Depositi alluvionali fissati dalla vegetazione formati da sabbie con ghiaie, ciottoli e blocchi di grande diametro. (Olocene - attuale)

LEGENDA CARTA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

Pendenza > 10%
Effetti atesi: Amplificazioni Topografiche

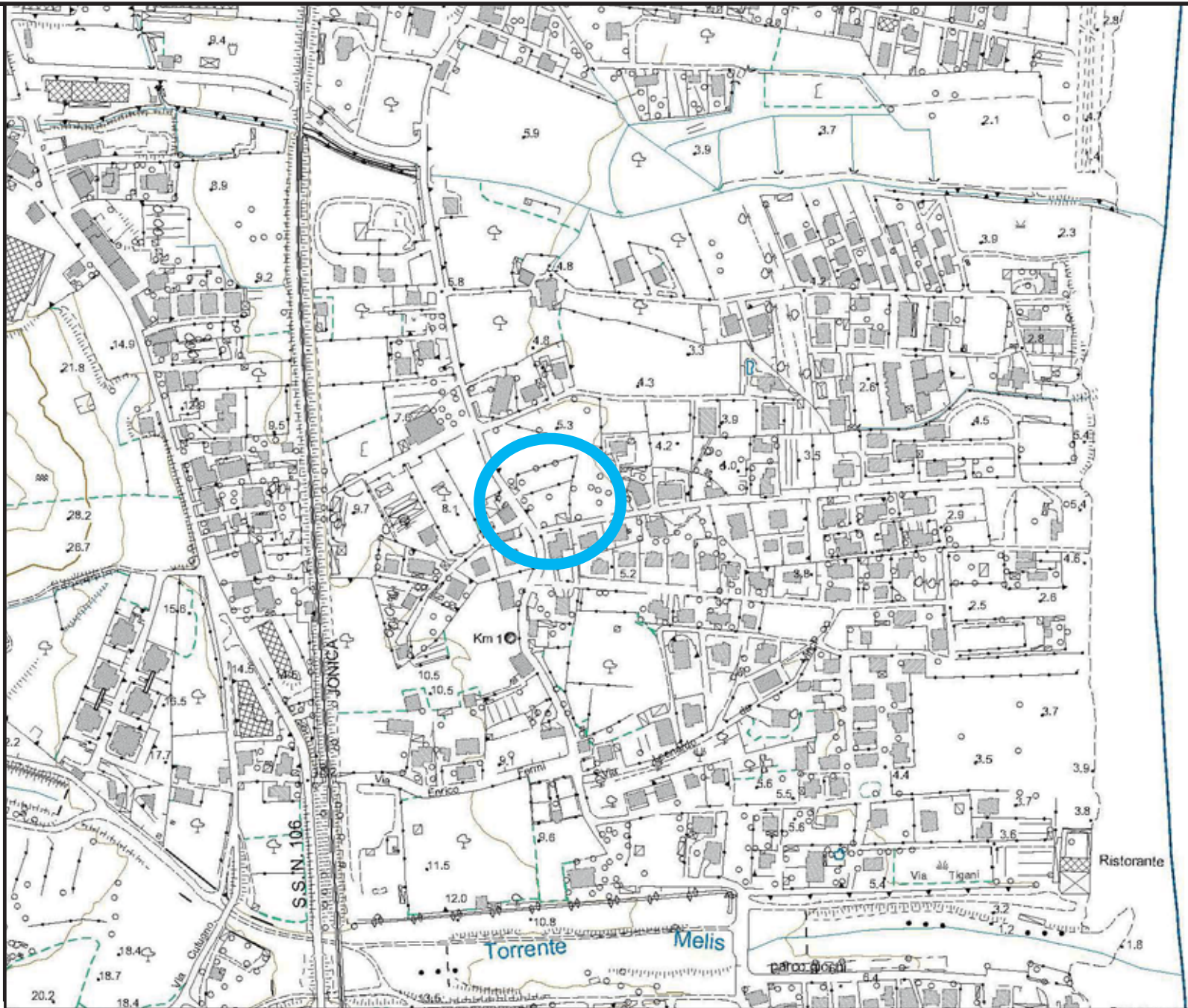
Fraie Quiescenti
Effetti atesi: Amplificazioni per caratteristiche litologiche, instabilità dei versanti

Depositi Alluvionali prevalentemente sabbiosi
Effetti atesi: Amplificazioni per caratteristiche litologiche

Depositi alluvionali di pianura prevalentemente ghiaiosi o misti
Effetti atesi: Amplificazioni per caratteristiche litologiche

PERICOLOSITA' FRANA

- Buffer Zones
- n.c.
- P1
- P2
- P3
- P4



Scala 1: 5.000

Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento

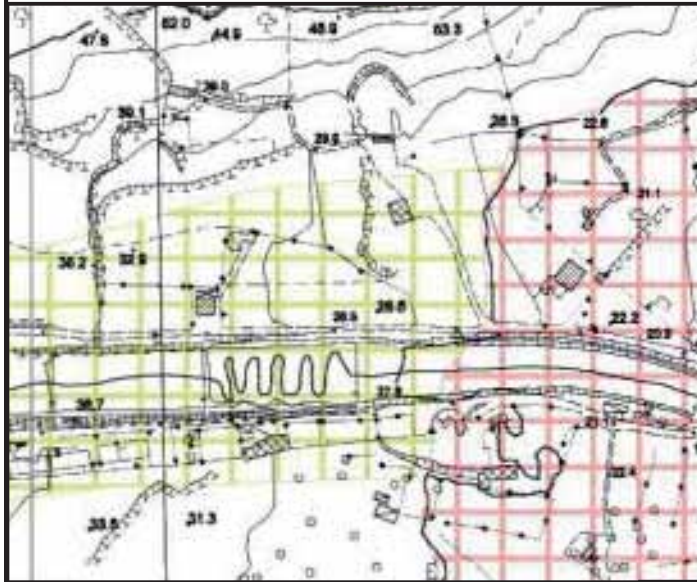
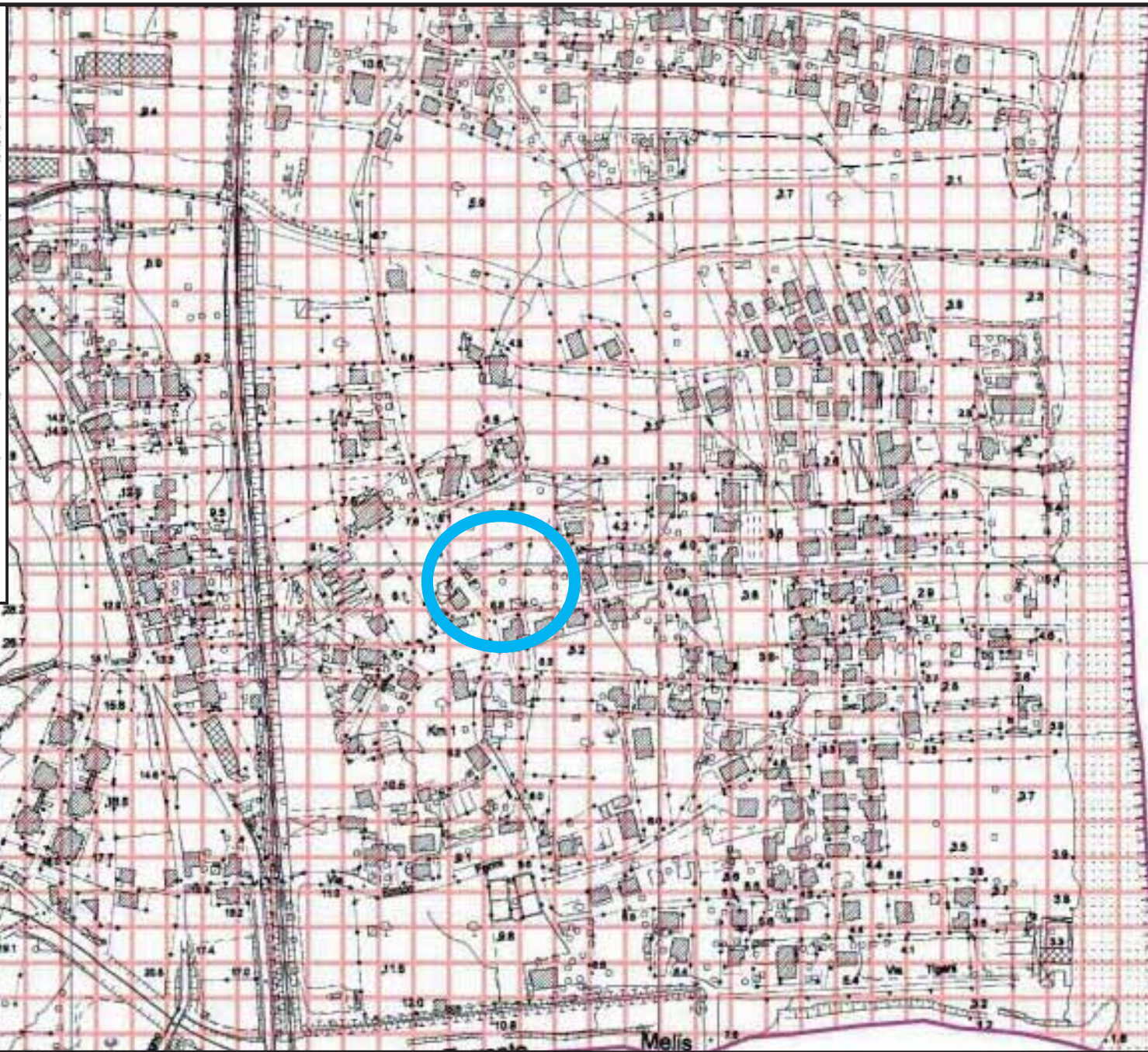
..... limite Comunale

CARTA DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

LEGENDA

Tipologia delle situazioni

-  tipo 1:
Aree caratterizzate da frane recenti e quiescenti;
aree potenzialmente franose; aree caratterizzate da indizi di instabilità superficiale e da diffusa circolazione idrica; aree con copertura detritica interessata da erosione al piede;
aree eccessivamente acclivi in rapporto al substrato roccioso, al suo stato fisico e alle condizioni di giacitura degli strati (Zone con acclività > 35% associate a coperture detritiche; zone con acclività > 50% con ammassi rocciosi con giacitura sfavorevole degli strati e intensa fratturazione).
-  tipo 2: NON RILEVATO
Aree caratterizzate da depositi superficiali con caratteristiche meccaniche particolarmente scalenti.
-  tipo 3: NON RILEVATO
Aree di cresta rocciosa, cocuzzolo o dorsale stretta;
aree di bordo e ciglio di scarpata (H > 10 m).
-  tipo 4:
Aree di fondovalle con presenza di alluvioni incoerenti;
aree pedemontane di falda di detrito.
-  tipo 5: NON RILEVATO
Aree di brusca variazione litologica o aree di contatto tra litotipi aventi caratteristiche meccaniche molto diverse.
-  tipo 6: NON RILEVATO
Aree con presenza, negli strati superficiali, di depositi sabbiosi sciolti monogranulari, interessati da falda acquifera superficiale.
-  tipo 7:
Fasce a cavallo di faglie attive.
-  tipo 8:
Zone costiere soggette a maremoto.



Scala 1: 5.000









Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Darvoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento

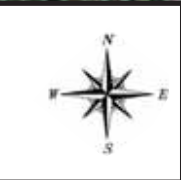
CARTA SISMICA



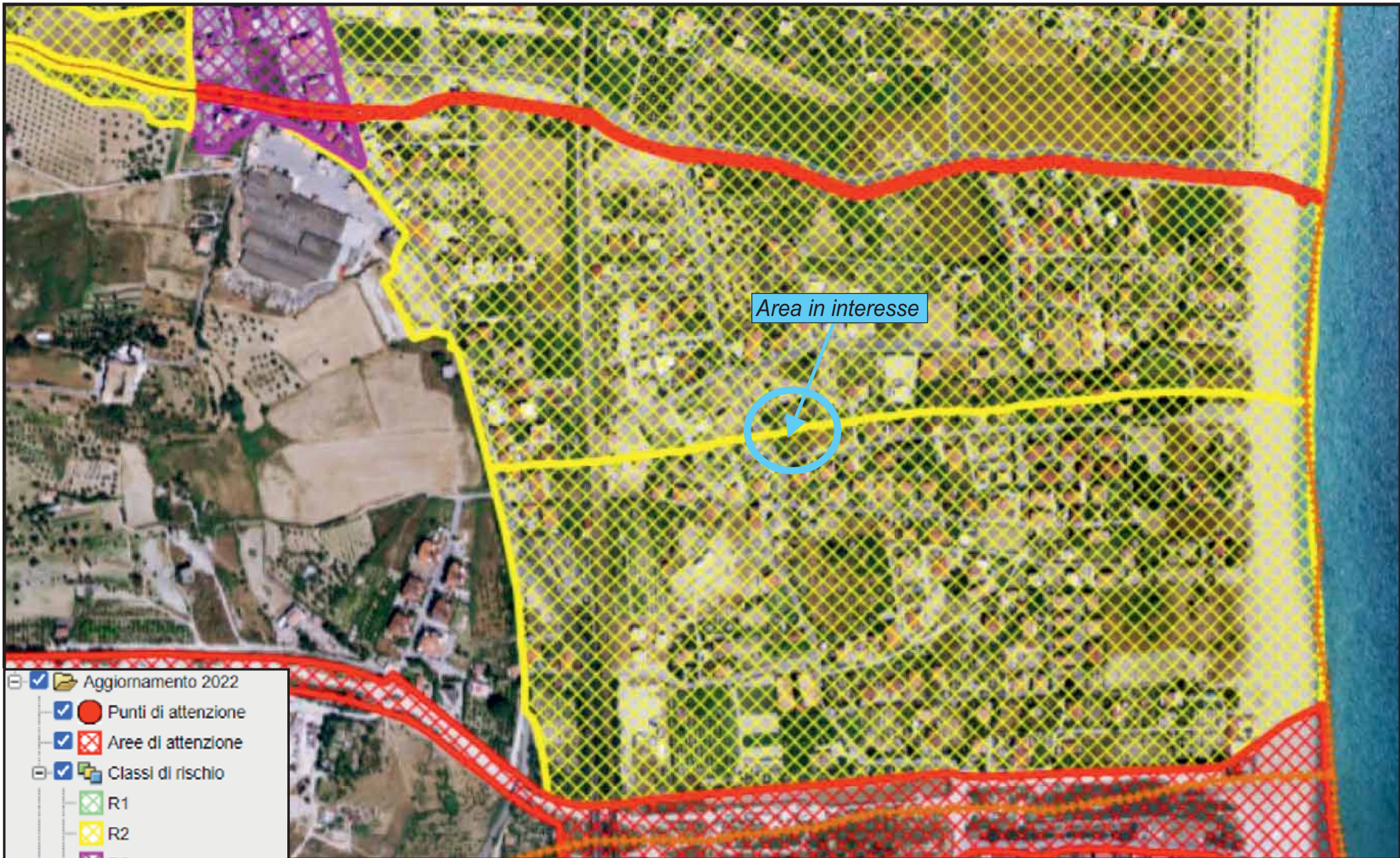
-  PAI-PGRA
-  Idraulico
-  Aree_Attenzione_PGRA
-  pericolo_idraulico
-  P1
-  P2
-  P3
-  limite Comunale

PIANO GESTIONE RISCHIO
ALLUVIONE (P.G.R.A.)

Scala 1: 5.000
Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli



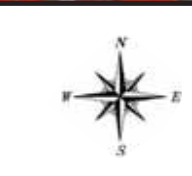

Perimetrazione area soggetta ad intervento



- Aggiornamento 2022
-  Punti di attenzione
-  Aree di attenzione
-  Classi di rischio
-  R1
-  R2
-  R3
-  R4
-  zone_attenzione_UTM
-  limite Comunale


PIANO GESTIONE RISCHIO
ALLUVIONE (P.G.R.A.)


Scala 1: 5.000
 Località: Via Cristoforo Colombo
 Comune di Davoli

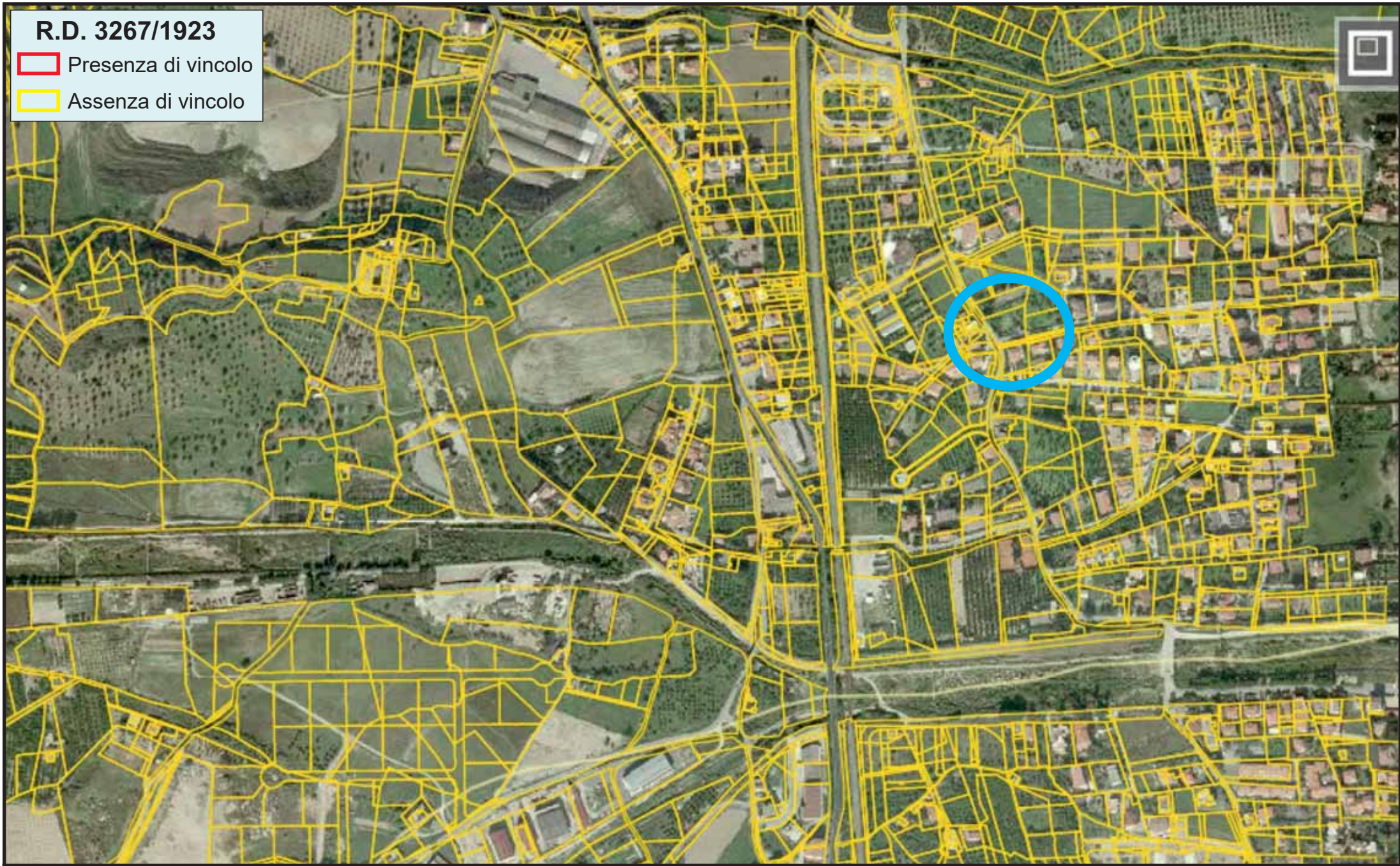



Perimetrazione area soggetta ad intervento

R.D. 3267/1923

 Presenza di vincolo

 Assenza di vincolo



VINCOLO IDROGEOLOGICO

Scala 1: 5.000

Località: Via Cristoforo Colombo

Comune di Davoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento

Legenda:

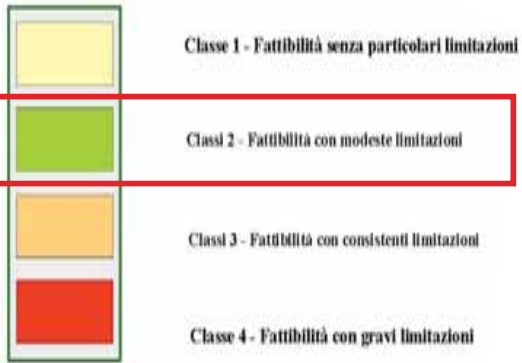
UNITA' LITOLOGICHE

af

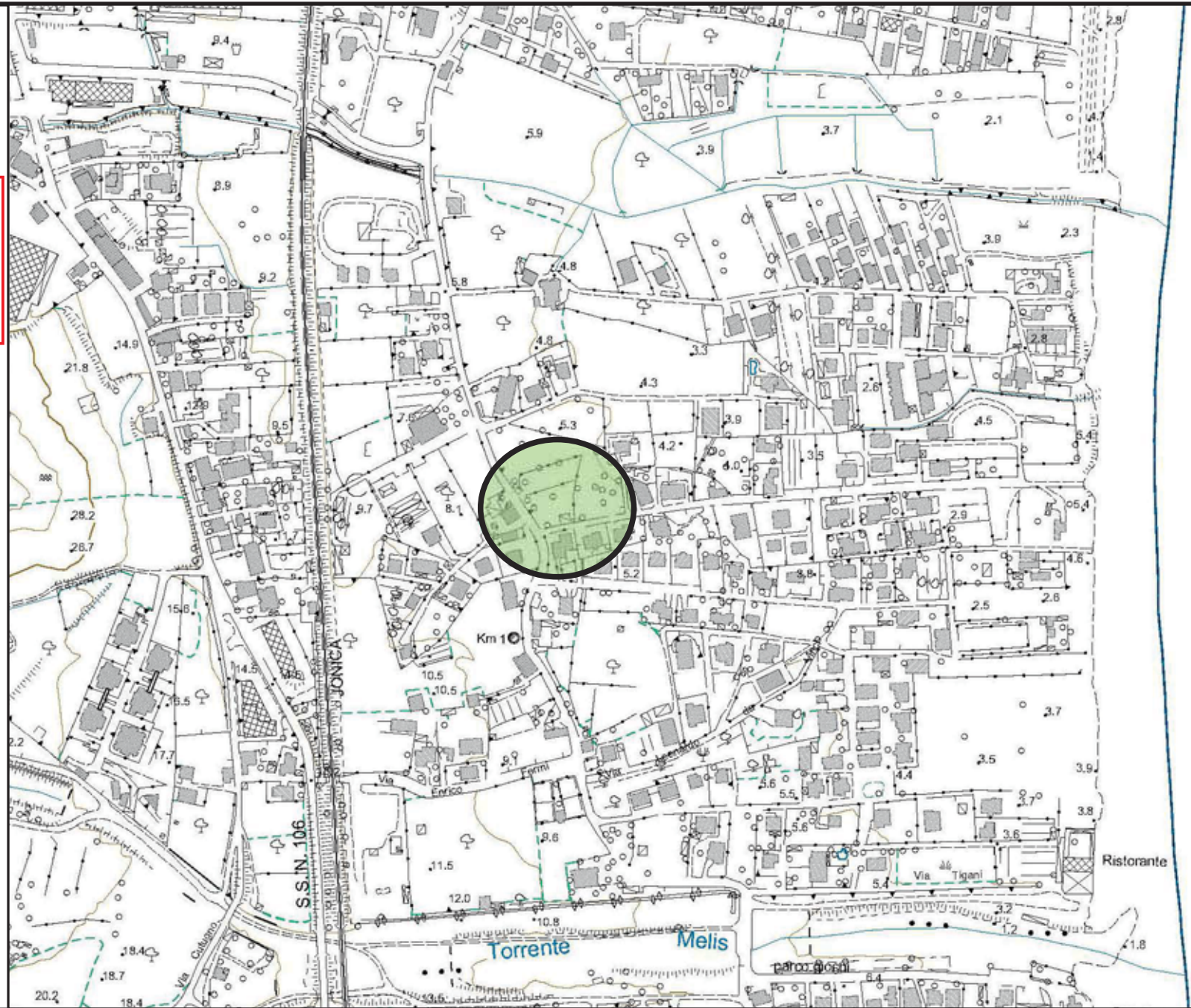
Terreni di origine alluvionale, sciolti o debolmente fissati dalla vegetazione, prevalentemente formati da sabbie con ghiaie, ciottoli e blocchi anche di grande diametro. Depositi litoranei. Permeabilità elevata per porosità primaria. Età Olocene

 reticolo idrografico

Classi di Fattibilità

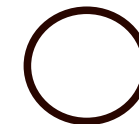


..... limite Comunale



Scala 1: 5.000

Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Darvoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento

CARTA DELLA ZONIZZAZIONE - FATTIBILITA'

Fattibilità

PERICOLOSITA' IRRILEVANTE - FATTIBILITA' SENZA LIMITAZIONI PARTICOLARI

Classe 1 **AREE NON CRITICHE:** Sono stabili e non presentano problematiche di natura geologico-tecnica e non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

In essa ricadono le aree pianeggianti, situate in fondovalle od in altopiano, costituite da terreni argillosi e/o conglomerato-sabbiosi mediamente adossati, di elevata resistenza geomeccanica statica ed accentuata omogeneità verticale ed orizzontale. E' possibile edificare nuovi manufatti in coerenza con i vincoli urbanistici.

PERICOLOSITA' BASSA - FATTIBILITA' CON NORMALI VINCOLI PROGETTUALI

Classe 2 **AREE CON CRITICITA' PUNTUALI E MODERATE:** Corrispondono ad aree non affondatevoli di medio o alto livello sismologico che apparentemente stabili utilizzabili dopo aver chiarito i dubbi a livello di indagine geognostica di supporto alla progettazione delle trasformazioni per valutare la potenza delle colture superficiali e suggerire le soluzioni progettuali più idonee.

In essa ricadono le aree di fondovalle o di altopiano con sottosuolo costituito da terreni argillosi e non con buona caratteristiche geotecniche, nonché le aree su versanti con pendenze medio-basse, distanti da scarpate, ricche ed accumuli di frana.

PERICOLOSITA' MEDIA - FATTIBILITA' CONDIZIONATA

Classe 3 **AREE CON CRITICITA' DI LIVELLO MEDIO E DIFFUSO:** Aree in cui sono presenti fenomeni di dissesto o potenziali, tuttavia le condizioni geologico-tecniche sono tali da ritenere che si trova al limite dell'equilibrio e/o può essere interessato da fenomeni di amplificazione della sollecitazione sismica o interessato da episodi di alluvionamento o difficoltoso drenaggio delle acque superficiali. Qualunque intervento in tali aree deve essere preceduto da studi geologici, con indagini geognostiche dettagliate ed approfondite per reperire i parametri geomeccanici, estesi ad un ambito morfologico significativo.

In essa ricadono le aree con attività media con caratteristiche geomorfologiche favorevoli alla stabilità attuale, per cui i fenomeni franosi superficiali e quelli non cartografabili coinvolgono porzioni limitate di territorio e di copertura sedimentaria. Sono le sommità collinari con sottosuolo eterogeneo in compressibile. Per le aree ricadenti in questa classe ed interessate da trasformazione urbanistica, dovranno essere effettuati approfondimenti e verificate le condizioni di pericolosità geologica.

PERICOLOSITA' ALTA - FATTIBILITA' LIMITATA

Classe 4 **AREE CON CRITICITA' DI LIVELLO ELEVATO SIA PUNTUALE CHE DIFFUSA:** Aree instabili per presenza di frane o fenomeni erosivi intensi. In tali aree non sono possibili nuove edificazioni o ampliamenti dei fabbricati esistenti o qualunque altro tipo di manufatto, pubblico o privato, al fine di non produrre variazioni all'attuale configurazione di equilibrio.

In questa classe ricadono le aree con pendenze elevate e quelle interessate da fenomeni di dissesto di frane o fenomeni erosivi intensi. In essa ricadono aree coinvolte in passato da fenomeni franosi che attualmente risultano in condizioni di quiescenza, ma le cui caratteristiche geomorfologiche sono tali da non potere escludere una ripresa generalizzata dell'attività in concomitanza con eventi sismici, ovvero con eventi meteorici di particolare importanza, ovvero ancora per effetto di interventi antropici. Inoltre riguarda le aree interessate da fenomeni di erosione e sedimentazione (alvei fluviali, ecc.) e da dissesti attivi (frane, ecc.). Rientrano in questa classe anche le aree classificate PAI a rischio frana, a rischio di erosione costiera ed a rischio idraulico di tipo R3 ed R4.

Confini Amministrativi ———

Aree a rischio frana P.A.I.

R1

R2

R3

R4

Aree di rispetto

Perimetro frane

Aree a rischio idraulico P.A.I.

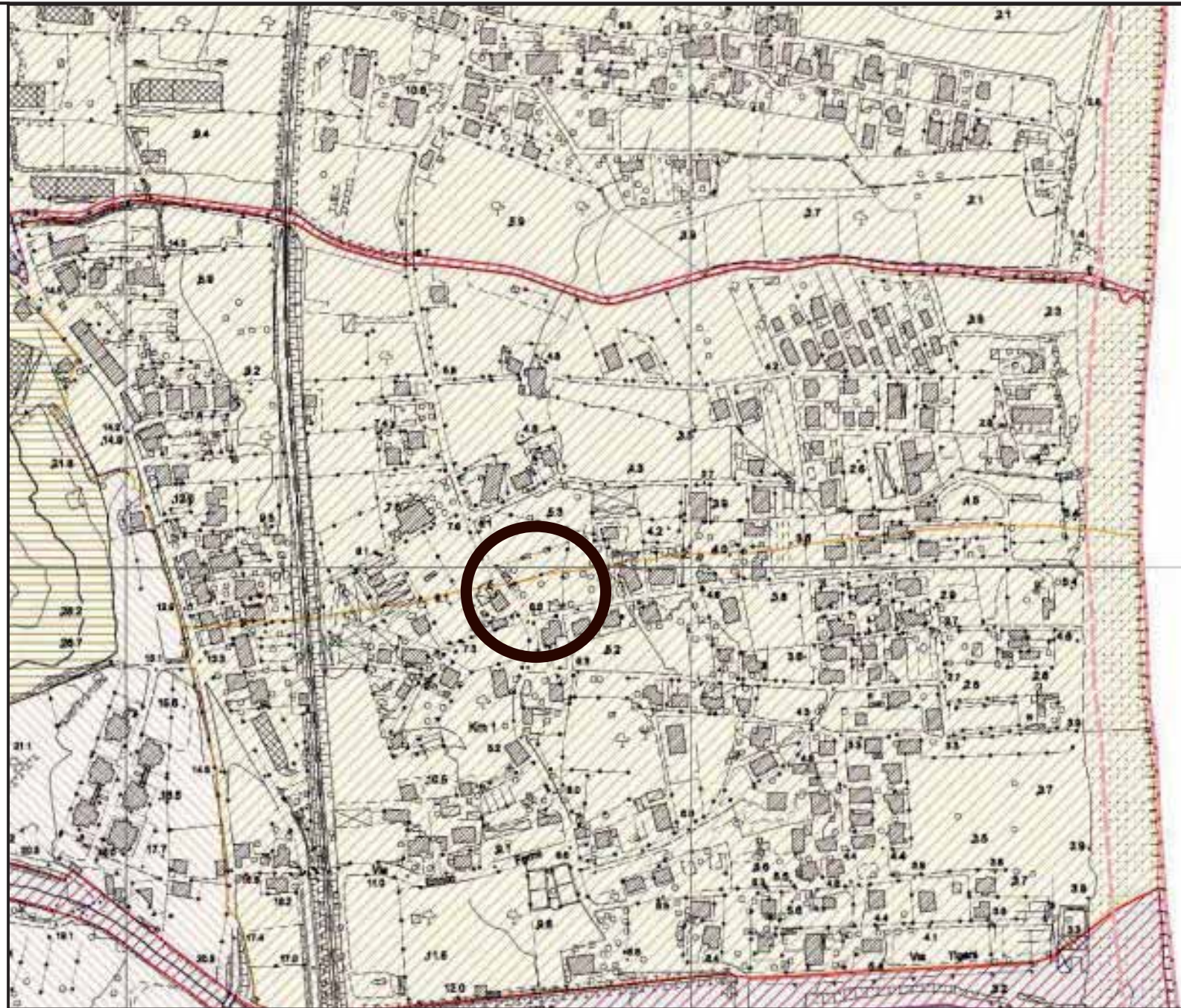
Aree di attenzione

R4

R3

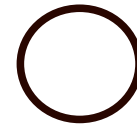
H2

Aree a rischio d'erosione costiera P.A.I.



FATTIBILITA' AZIONI DI PIANO
PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Scala 1: 5.000
 Località: Via Cristoforo Colombo
 Comune di Davoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento

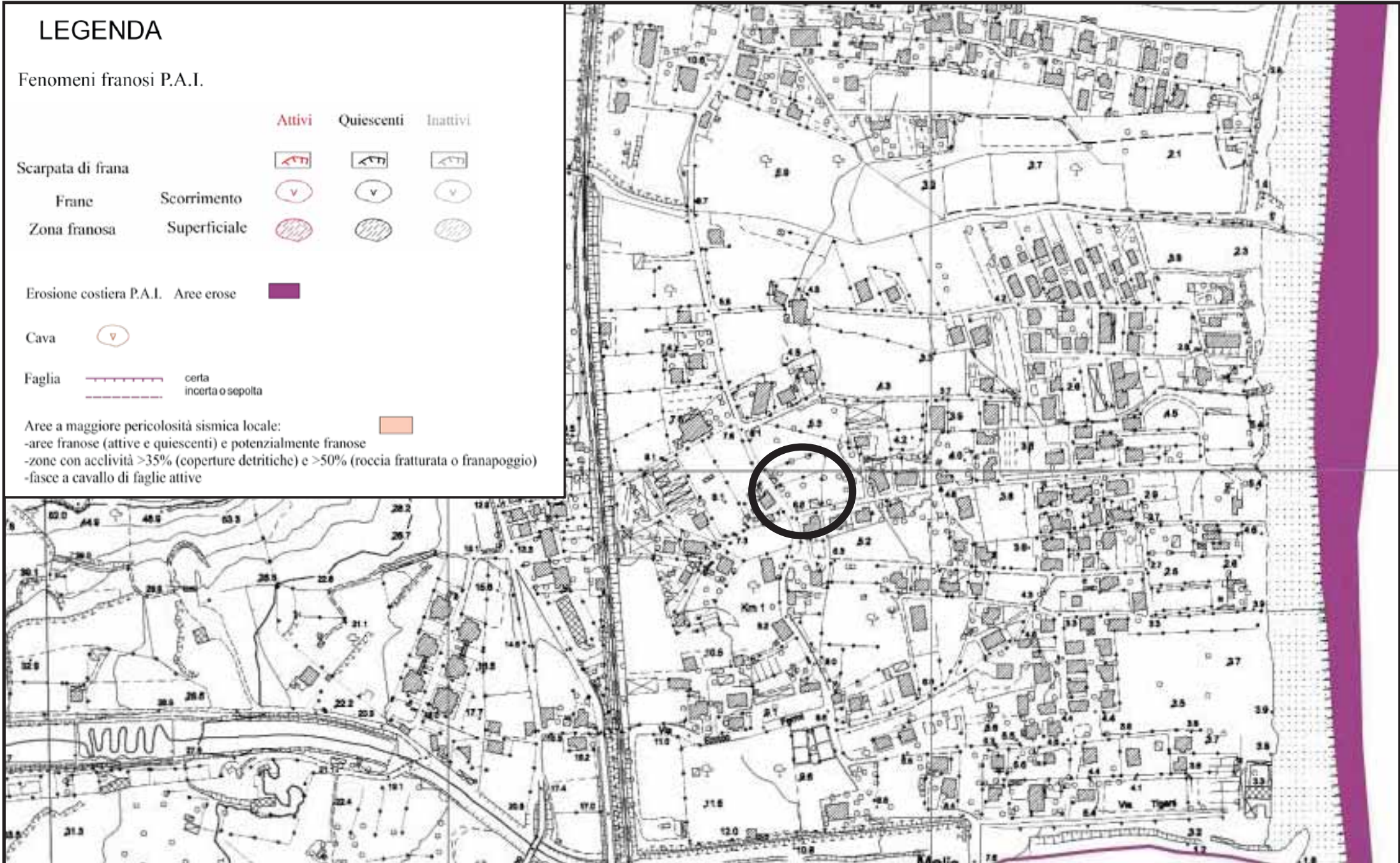
LEGENDA

Fenomeni franosi P.A.I.

	Attivi	Quiescenti	Inattivi
Scarpata di frana			
Frane			
Scorrimento			
Zona franosa			
Superficiale			
Erosione costiera P.A.I. Aree erose			
Cava			
Faglia	certa incerta o sepolta		

Aree a maggiore pericolosità sismica locale:

- aree franose (attive e quiescenti) e potenzialmente franose
- zone con accelerità >35% (coperture detritiche) e >50% (roccia fratturata o franapoggio)
- fasce a cavallo di faglie attive

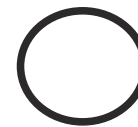


CARTA DI SINTESI

Scala 1: 5.000

Località: Via Cristoforo Colombo































Comune di Davoli




Perimetrazione area soggetta ad intervento

Legenda:

VINCOLI DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

-  PAI 2020
-  Frane 2020
 -  Frane 2020 Rischio
 -  0
 -  1
 -  2
 -  3
 -  4
 -  Frane 2020 Pericolosità
 -  P0
 -  P1
 -  P2
 -  P3
 -  P4
-  Idraulico 2020
 -  Aree di Attenzione Agg. 2020
 -  Classi di Rischio Agg 2020
 -  R1
 -  R2
 -  R3
 -  R4
 -  Punti_Attenzione_Agg_2020
 -  Zone_Attenzione_Agg_2020
-  Erosione Costiera 2020
 -  Aree Erosee Agg 2020
 -  BufferZona 50 Agg 2020
-  PSEC Adottato 2020
 -  1
 -  2
 -  3

Piano di Gestione del Rischio Alluvione (PGRA)

 Aree_Attenzione_PGRA

R.D. 3267/1923

 Vincolo Idrogeologico e Forestale



Scala 1: 5.000
Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli



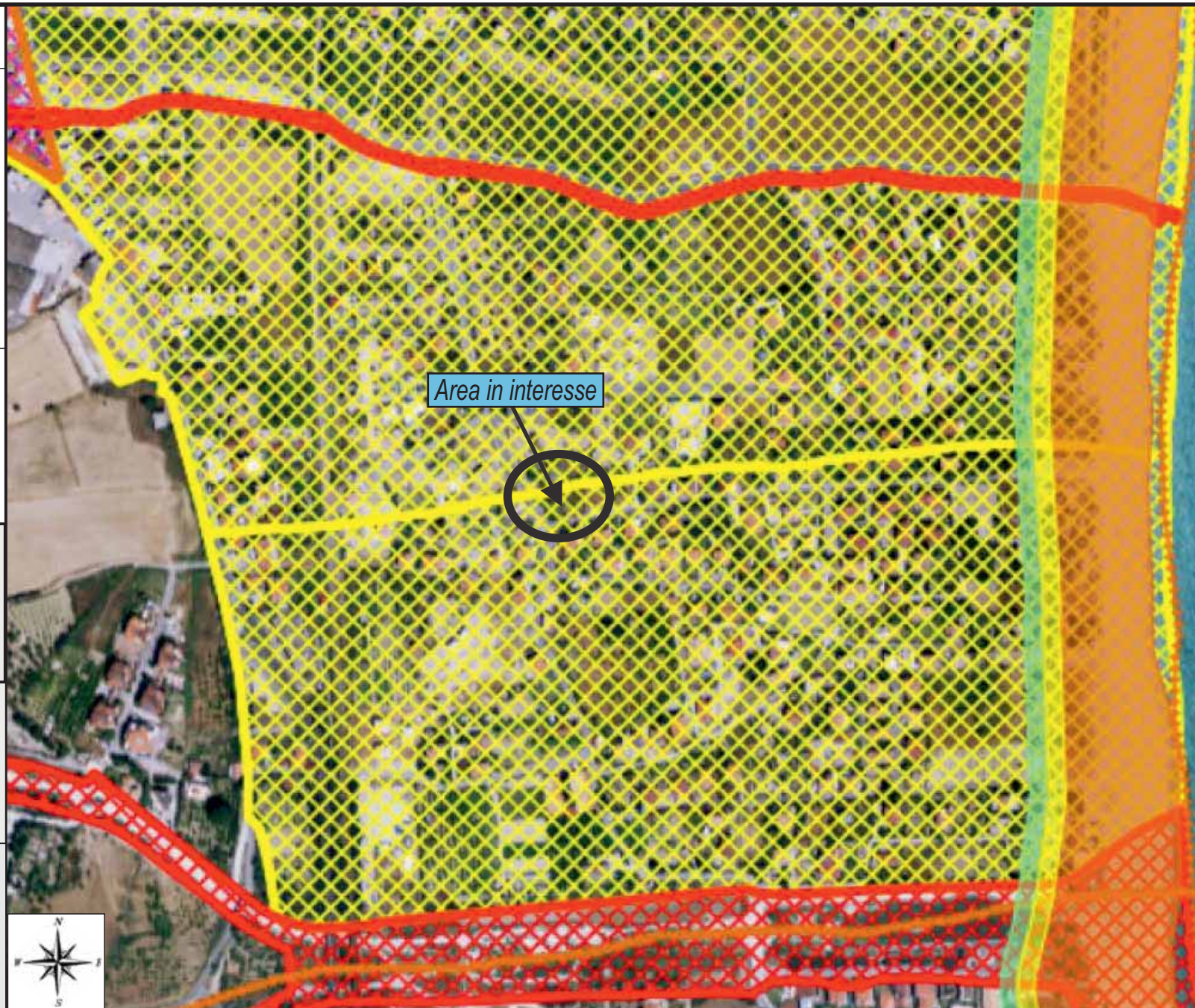
Perimetrazione area soggetta ad intervento

**SOVRAPPOSIZIONE
ORTOFOTO - CARTA DEI VINCOLI**

Legenda:

VINCOLI DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

- PAI 2020
 - Frane 2020
 - Frane 2020 Rischio
 - 0
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - Frane 2020 Pericolosità
 - P0
 - P1
 - P2
 - P3
 - P4
- Idraulico 2020
 - Aree di Attenzione Agg. 2020
 - Classi di Rischio Agg 2020
 - R1
 - R2
 - R3
 - R4
 - Punti_Attenzione_Agg_2020
 - Zone_Attenzione_Agg_2020
- Piano Stralcio Erosione Costiera
 - Piano Stralcio Erosione Costiera
 - P1
 - P2
 - P3
- Pericolosità
 - pericolo_idraulico_2016_AP9
 - P1
 - P2
 - P3
- Aggiornamento 2022
 - Punti di attenzione
 - Aree di attenzione
 - Classi di rischio
 - R1
 - R2
 - R3
 - R4
 - zone_attenzione_UTM




**SOVRAPPOSIZIONE
ORTOFOTO - CARTA DEI VINCOLI**

Scala 1: 5.000
Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli


Perimetrazione area soggetta ad intervento

R.D. 3267/1923

 Vincolo Idrogeologico e Forestale

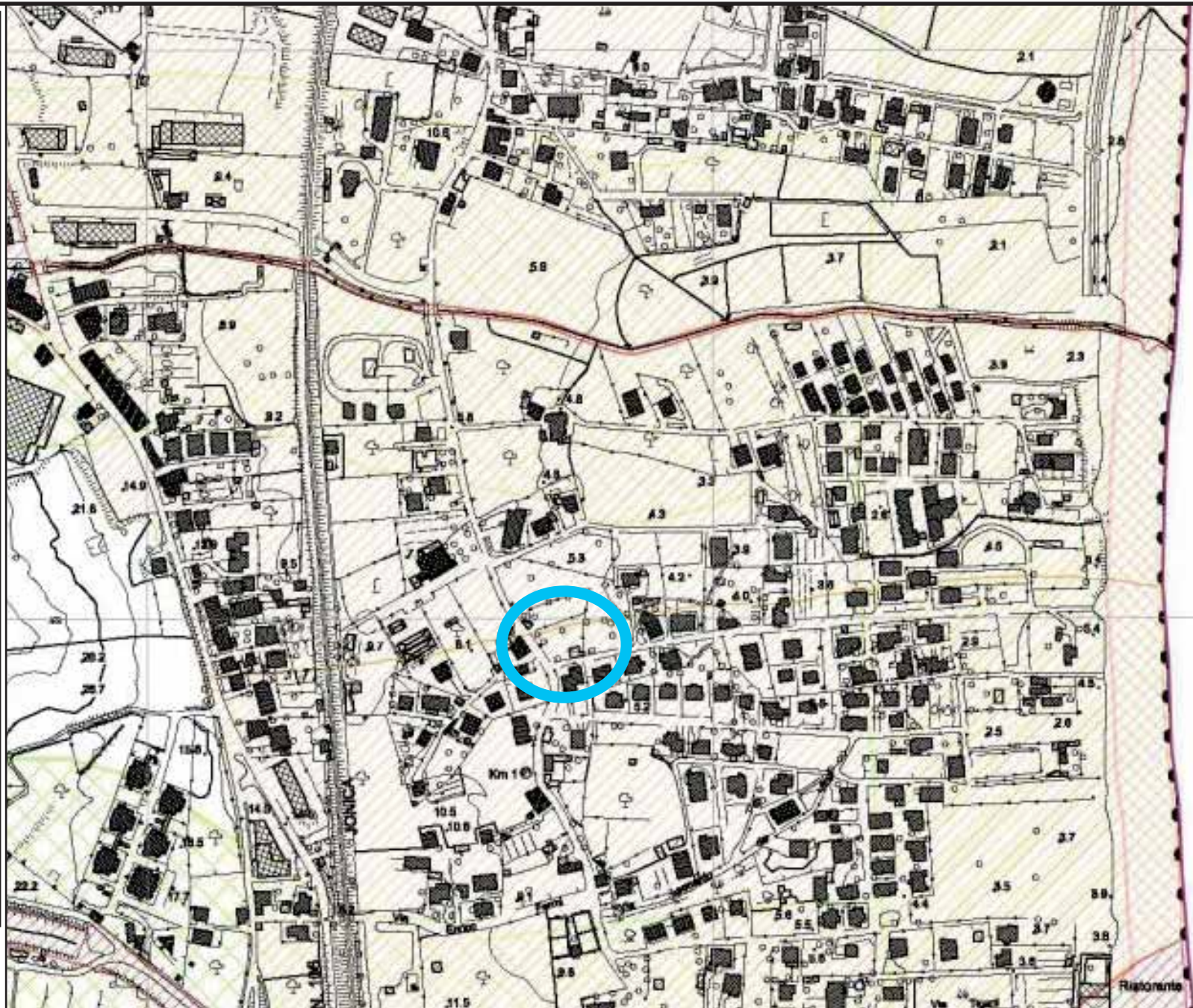
Legenda:

VINCOLI DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

- VINCOLI INIBITORI**
- Aree a rischio frana P.A.I.
 - R1
 - R2
 - R3
 - R4
 - Aree di rispetto
 - Perimetro di frana
 - Aree a rischio idraulico P.A.I.
 - Aree di attenzione P.A.I.
 - Aree R4
 - Aree R3
 - Aree R2
 - Area di rispetto P.A.I. pericolo di erosione costiera
 - Zona di tutela assoluta pozzi
- VINCOLI TUTORI**
- Vincolo idrogeologico e forestale (D.lgs.42/2004, art. 142, comma 1 lettera g)
 - Ambito di tutela dei caratteri ambientali del territorio costiero (D.lgs.42/2004, art. 142, comma 1 lettera a)
 - Ambito di tutela dei caratteri ambientali dei corsi d'acqua (D.lgs.42/2004, art. 142, comma 1 lettera c)

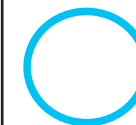
R.D. 3267/1923

 Vincolo Idrogeologico e Forestale



SOVRAPPOSIZIONE AEROFOTO - CARTA DEI VINCOLI

Scala 1: 5.000
Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli



Perimetrazione area soggetta ad intervento

Legenda:

VINCOLI DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

- PAI 2020
 - Frane 2020
 - Frane 2020 Rischio
 - 0
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - Frane 2020 Pericolosità
 - P0
 - P1
 - P2
 - P3
 - P4
- Aggiornamento 2021
 - Rischio Idraulico
 - R1
 - R2**
 - R3
 - R4
- Piano Stralcio Erosione Costiera
 - Piano Stralcio Erosione Costiera
 - P1
 - P2
 - P3
- Pericolosità
 - pericolo_idraulico_2016_AP9
 - P1**
 - P2
 - P3
- Aggiornamento 2022
 - Punti di attenzione
 - Aree di attenzione
 - Classi di rischio
 - R1
 - R2**
 - R3
 - R4
 - zone_attenzione_UTM

R.D. 3267/1923
Vincolo Idrogeologico e Forestale



**SOVRAPPOSIZIONE
AEROFOTO - CARTA DEI VINCOLI**

Scala 1: 5.000
Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli


Perimetrazione area soggetta ad intervento

Legenda:

Classe di amplificazione stratigrafica

D.M. 17/01/2018 Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni

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

Categoria suolo di fondazione

"C"

Condizioni topografiche:

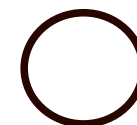
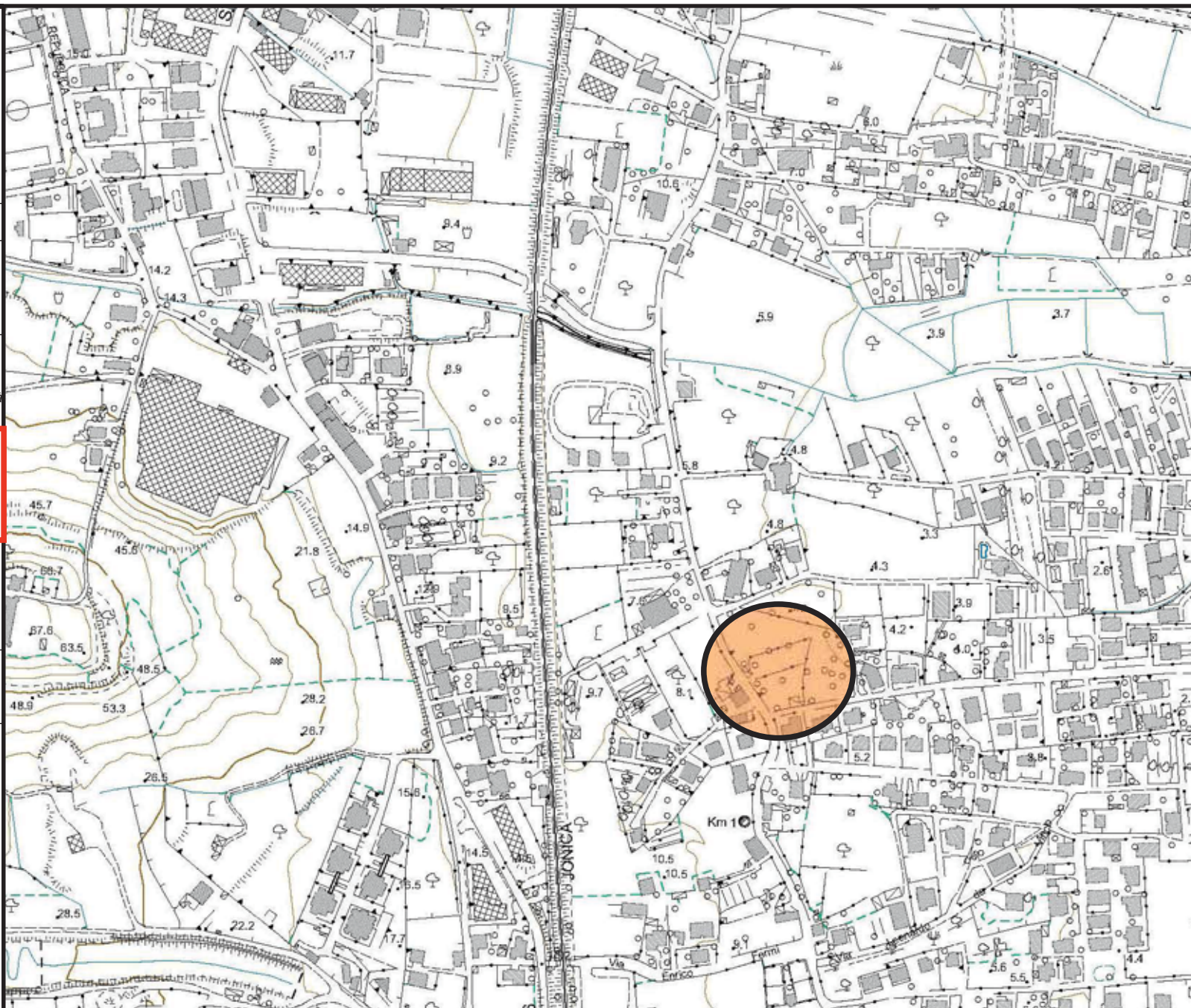
"T1"

..... limite Comunale

**CARTA DELL'USO DEL SUOLO
IN PROSPETTIVA SISMICA**

Scala 1: 5.000

Località: Via Cristoforo Colombo
Comune di Davoli






Perimetrazione area soggetta ad intervento

Prova Penetrometrica (P)



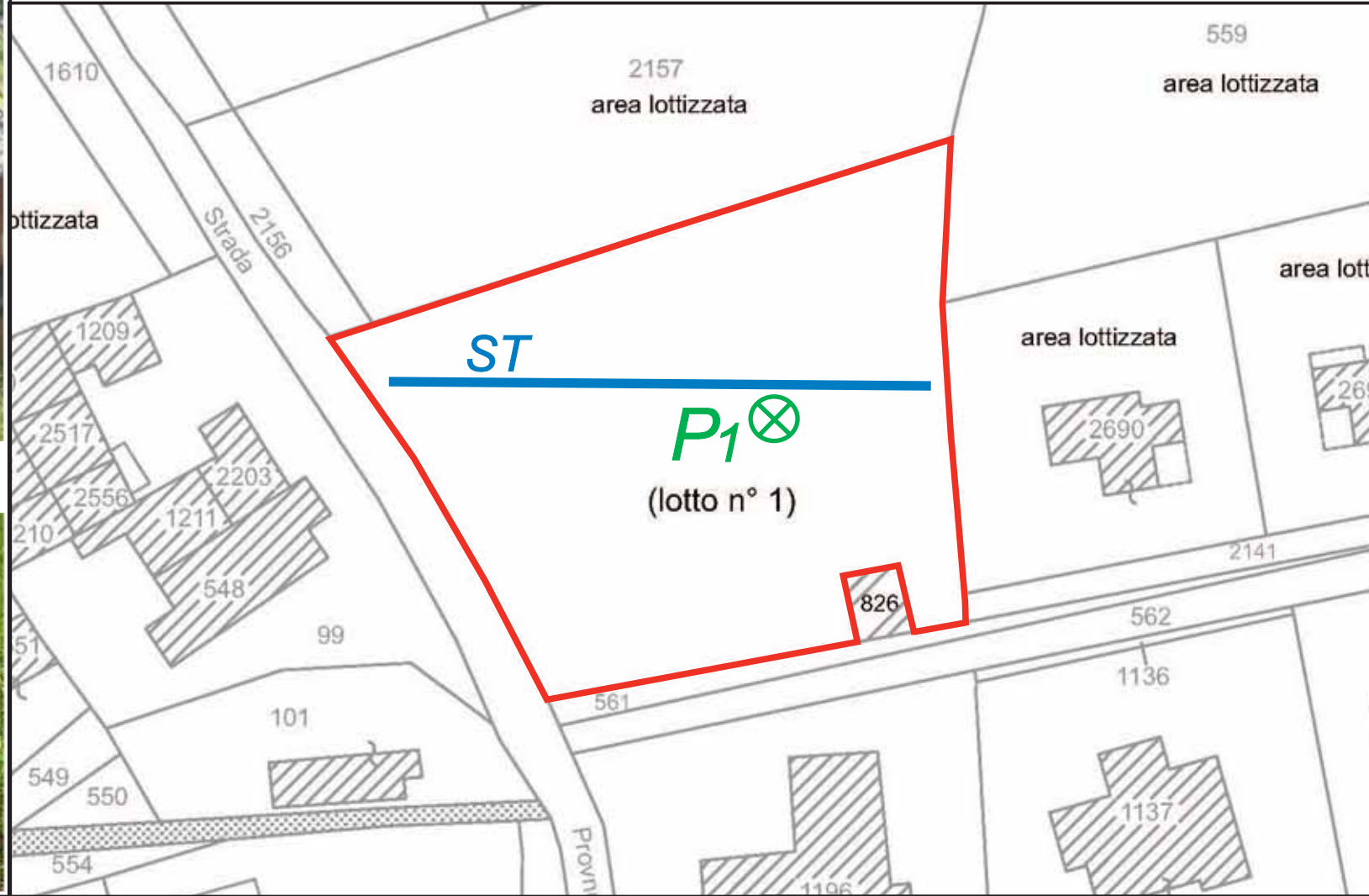
Stendimento sismico Masw(ST)



-  Stendimento sismico (ST)
Prospezione sismica a rifrazione onde longitudinali (P)
-  Stendimento sismico (ST)
Prospezione sismica con metodologia M.A.S.W.
-  Prova penetrometrica (P)



Particella soggetta ad intervento
Foglio di mappa n° 15 p.lla n° 575



Stralcio ubicazione indagini geognostiche

Scala 1: 500

Località: Via Cristoforo Colombo

Comune di Davoli



COMUNE DI **DAVOLI**

PROVINCIA DI CATANZARO

PROGETTO PER LA SISTEMAZIONE URBANISTICA IN Via
CRISTOFORO COLOMBO DENOMINATA “TINO” sito nel comune di
Davoli Marina

RAPPORTO INDAGINI IN SITO:

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPERPESANTE DPSH

COMMITTENTE: TINO Giovanni

Ottobre 2024

INDICE
PREMESSA
INDAGINE PENETROMETRICA DINAMICA SUPERPESANTE DPSH:
CARATTERISTICHE DELLA STRUMENTAZIONE
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPERPESANTE DPSH
ELABORAZIONE DEI DATI
BREVI CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI
FOTO ALLEGATA
ELABORATI GRAFICI

PREMESSA

Su incarico del signore TINO Giovanni è stata eseguita n. 1 Indagine Penetrometrica Superpesante "DPSH", per il PROGETTO PER LA SISTEMAZIONE URBANISTICA IN Via CRISTOFORO COLOMBO DENOMINATA "TINO" sito nel comune di Davoli Marina.

L'obiettivo del presente lavoro è quello di fornire le risultanze della penetrometria dinamica DPSH fino alla profondità investigata.

Sulla base di quanto riscontrato si raccomanda sempre di constatare i dati ottenuti con raffronti diretti /in posto. Il sondaggio penetrometrico è stato eseguito mediante penetrometro modello TG63-100KN della Pagani Geotechnical Equipment - Calendasco (Piacenza). Il software utilizzato per l'interpretazione dei dati è Dynamic Probing della Geostru Software.

Le caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata, le modalità di esecuzione della prova, l'interpretazione dei risultati ed i relativi elaborati e grafici sono riportati nei paragrafi successivi.

Il sondaggio DPSH è stato spinto sino alla profondità di 15 m dal p.c.

INDAGINE PENETROMETRICA DINAMICA SUPERPESANTE DPSH:
CARATTERISTICHE DELLA STRUMENTAZIONE

La prova penetrometrica è stata eseguita con Penetrometro Dinamico Superpesante Modello: TG63-100KN della Pagani Geotechnical Equipment - Calendasco (Piacenza), macchina conforme con le Norme Tecniche dei Penetrometri Dinamici Superpesanti Normalizzati, in particolare:

A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana (1977) "Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche" (DPSH).

ISSMFE Technical Committee on Penetration Testing (1988) (ora IMSSGE) "Dynamic Probing (DP): International Reference Test Procedure. Proc. ISOPT-I, Orlando (USA)";

UNI EN ISO 22476-2:2005 "Geotechnical investigation and testing - Field testing - Part 2: Dynamic probing.

Le caratteristiche tecniche sono di seguito riportate.

Il penetrometro è alimentato da un motore munito di centralina oleodinamica, il tutto montato su cingolo gommato che sostiene l'intera macchina di perforazione.

CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO TG63-100KN PAGANI

TIPO DPSH

MASSA BATTENTE 63,5 kg

ALTEZZA DI CADUTA 750 mm

DIAMETRO PUNTA CONICA (DPSH) 50,5 mm

APERTURA PUNTA CONICA (DPSH) 90°

AREA DI BASE PUNTA CONICA(DPSH) 20 cm²

LUNGH. PARTE CILINDRICA PUNTA CONICA (DPSH) 51 mm

LUNGHEZZA ASTE 1,00 m

DIAMETRO ASTE 34/32 mm

PESO ASTE 6,3 kg

AVANZAMENTO PUNTA 200 mm

NUMERO COLPI PER PUNTA N20

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPERPESANTE DPSH

La prova penetrometrica dinamica superpesante DPSH (Dynamic Probing Super Heavy) consiste nel misurare la resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard, infissa per battitura nel terreno, attraverso un attrezzatura di percussione. In tal modo, viene registrato il numero di colpi necessari per l'infissione di ogni 20 cm o 30 cm di affondamento, in base agli standard adottati.

L'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione dell'indagine svolta è composta da una batteria di aste della lunghezza di 1,00 m con diametro di 32 mm, alla cui estremità inferiore è collegata la punta conica sopra menzionata, avente angolo di apertura di 90°, e da un maglio battente di 63.5 kg che cade da un'altezza di 75 cm.

Nel corso del sondaggio le aste di perforazione sono state ruotate sempre di qualche giro, al fine di mantenere la verticalità del foro. Al momento del sondaggio penetrometrico DPSH sono state riscontrate rilevanze idriche grossomodo intorno ai 3÷3.6mt dal p.c. Non sono state possibili misurazioni freatiche per causa crollo foro di sondaggio; pertanto la profondità di cui sopra è orientativa. Riguardo a quanto si raccomanda, quindi, di constatare i dati ottenuti con raffronti diretti /in posto. I parametri geotecnici riportati nelle elaborazioni grafiche dell'indagine penetrometrica sono unicamente medio-indicativi (e non caratteristici), e la valutazione è stata eseguita con correlazioni con il numero di colpi della prova S.P.T. (Standard Penetration Test), alla quale sono riferite tutte le formule empiriche.

ELABORAZIONE DEI DATI

Le elaborazioni dei dati sono state eseguite col software di calcolo "Dynamic Probing" della Geostru Software.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (+ s)

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (- s)

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $\sigma_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt} \text{ corretto} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito $< 38^\circ$.
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie D_r viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buisman-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

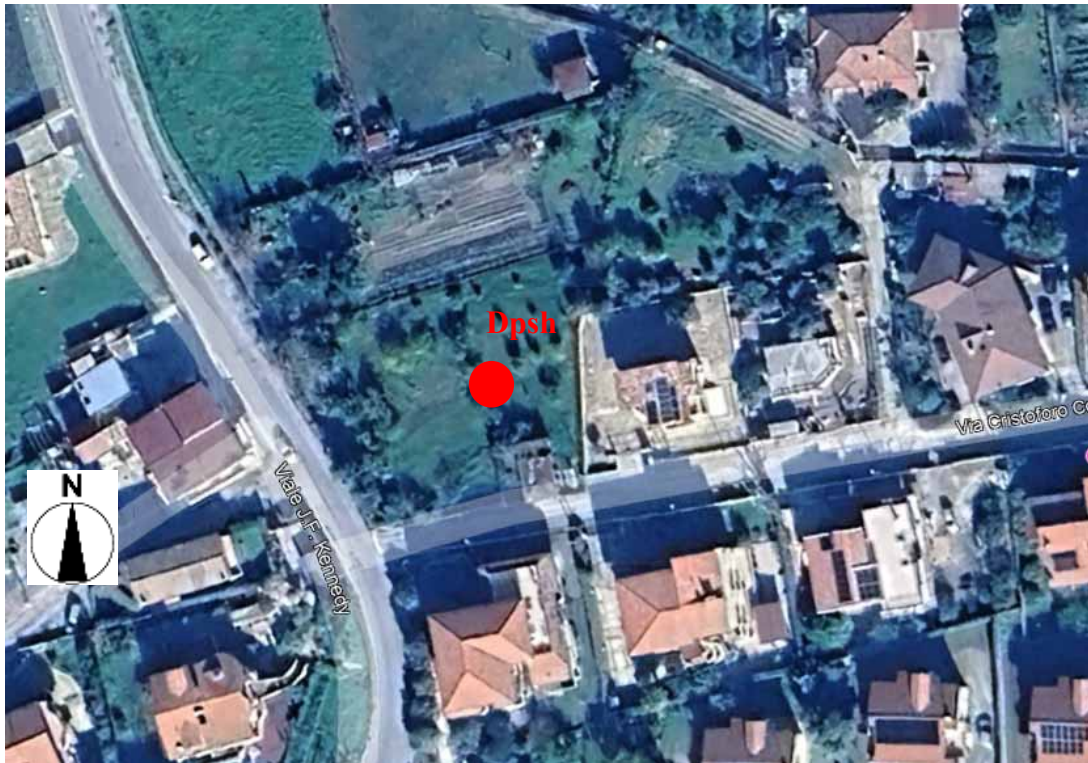
- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso; Terzaghi-Peck 1948.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki - elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.



STRALCIO ORTOFOTO GOOGLE MAPS CON UBICAZIONE INDAGINE PENETROMETRICA DPsh

COEFFICIENTI DI CORRELAZIONI CON NSPT

Le correlazioni esistenti nella letteratura geotecnica riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuti con la prova penetrometrica standard "SPT"; pertanto, occorre la necessità di accostare il numero di colpi di una prova penetrometrica dinamica con i valori di N_{spt}. Le correlazioni esistenti sono date da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{spt}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

- M = peso massa battente;
- M' = peso aste;
- H = altezza di caduta;
- A = area base punta conica;
- δ = passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd}

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

- R_{pd} = resistenza dinamica punta (area A);
- e = infissione media per colpo (δ/N);
- M = peso massa battente (altezza caduta H);
- P = peso totale aste e sistema battuta.

BREVI CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI

INTERPRETAZIONE PROVA ... Nr. 1 DPSH

- A partire dalla quota del piano campagna e fino a 3m si nota lo strato n. 1 riferito a sabbie da medie a fini limose, e silts, locali ciottoli, poco addensate, contraddistinte da colpi del maglio bassi, compresi tra 2÷8 colpi ogni 20cm.
- Dalla profondità di 3 m e fino a 15 m si nota lo strato n. 2 dove i colpi del maglio variano dai 9 ai 30 colpi in 20cm, presumibilmente in sabbie e ghiaie con matrice fine limosa o eventualmente argillosa, da moderatamente addensate a livelli più teneri più soggetti ad alterazione-fessurazione (vedi elaborati grafici penetrometria DPSH).

Foto allegata



Foto 1 – Sondaggio penetrometrico dinamico superpesante n. 1 DPSH

PROVA ... Nr.1 DPSH

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-100 PAGANI;

Profondità prova 15,00 mt;

Nota: Rilevanze idriche orientativamente intorno ai 3÷3.6 mt.

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	2	0.855	17.97	21.03	0.90	1.05
0.40	5	0.851	44.72	52.57	2.24	2.63
0.60	5	0.847	40.87	48.25	2.04	2.41
0.80	4	0.843	32.55	38.60	1.63	1.93
1.00	5	0.840	40.52	48.25	2.03	2.41
1.20	6	0.836	48.42	57.90	2.42	2.89
1.40	7	0.833	56.26	67.55	2.81	3.38
1.60	6	0.830	44.38	53.50	2.22	2.68
1.80	6	0.826	44.21	53.50	2.21	2.68
2.00	4	0.823	29.36	35.67	1.47	1.78
2.20	5	0.820	36.57	44.59	1.83	2.23
2.40	6	0.817	43.72	53.50	2.19	2.68
2.60	6	0.814	40.49	49.73	2.02	2.49
2.80	7	0.811	47.08	58.02	2.35	2.90
3.00	8	0.809	53.62	66.31	2.68	3.32
3.20	15	0.756	93.99	124.32	4.70	6.22

3.40	20	0.753	124.89	165.76	6.24	8.29
3.60	18	0.751	104.64	139.36	5.23	6.97
3.80	22	0.698	118.96	170.32	5.95	8.52
4.00	30	0.696	161.66	232.26	8.08	11.61
4.20	22	0.694	118.15	170.32	5.91	8.52
4.40	24	0.691	128.47	185.81	6.42	9.29
4.60	12	0.789	68.79	87.16	3.44	4.36
4.80	12	0.787	68.60	87.16	3.43	4.36
5.00	12	0.785	68.42	87.16	3.42	4.36
5.20	12	0.783	68.25	87.16	3.41	4.36
5.40	11	0.781	62.40	79.90	3.12	3.99
5.60	9	0.779	47.97	61.56	2.40	3.08
5.80	10	0.777	53.17	68.40	2.66	3.42
6.00	11	0.775	58.35	75.24	2.92	3.76
6.20	18	0.724	89.11	123.13	4.46	6.16
6.40	20	0.722	98.78	136.81	4.94	6.84
6.60	13	0.720	60.53	84.03	3.03	4.20
6.80	14	0.719	65.04	90.50	3.25	4.52
7.00	17	0.717	78.81	109.89	3.94	5.49
7.20	12	0.766	59.39	77.57	2.97	3.88
7.40	12	0.764	59.27	77.57	2.96	3.88
7.60	12	0.763	56.08	73.52	2.80	3.68
7.80	18	0.711	78.44	110.28	3.92	5.51
8.00	16	0.710	69.59	98.03	3.48	4.90
8.20	22	0.659	88.77	134.79	4.44	6.74
8.40	17	0.707	73.67	104.16	3.68	5.21
8.60	11	0.756	48.42	64.06	2.42	3.20
8.80	14	0.705	57.45	81.53	2.87	4.08
9.00	13	0.703	53.26	75.70	2.66	3.79
9.20	20	0.702	81.79	116.46	4.09	5.82
9.40	19	0.701	77.57	110.64	3.88	5.53
9.60	25	0.650	90.15	138.71	4.51	6.94
9.80	20	0.699	77.54	110.96	3.88	5.55
10.00	22	0.648	79.06	122.06	3.95	6.10
10.20	30	0.647	107.62	166.45	5.38	8.32
10.40	18	0.696	69.46	99.87	3.47	4.99
10.60	21	0.644	71.70	111.26	3.59	5.56
10.80	22	0.643	74.99	116.56	3.75	5.83
11.00	24	0.642	81.68	127.15	4.08	6.36
11.20	17	0.691	62.26	90.07	3.11	4.50
11.40	20	0.690	73.14	105.96	3.66	5.30
11.60	21	0.639	68.05	106.46	3.40	5.32
11.80	25	0.638	80.89	126.74	4.04	6.34
12.00	20	0.687	69.67	101.39	3.48	5.07
12.20	19	0.686	66.09	96.32	3.30	4.82
12.40	22	0.635	70.84	111.53	3.54	5.58
12.60	20	0.684	66.50	97.19	3.32	4.86
12.80	20	0.683	66.40	97.19	3.32	4.86
13.00	11	0.732	39.14	53.46	1.96	2.67
13.20	12	0.731	42.63	58.32	2.13	2.92
13.40	17	0.680	56.18	82.62	2.81	4.13
13.60	11	0.729	37.42	51.33	1.87	2.57
13.80	14	0.678	44.29	65.33	2.21	3.27
14.00	18	0.677	56.85	84.00	2.84	4.20
14.20	20	0.676	63.07	93.33	3.15	4.67
14.40	11	0.725	37.20	51.33	1.86	2.57
14.60	14	0.673	42.32	62.84	2.12	3.14
14.80	12	0.722	38.90	53.86	1.95	2.69
15.00	20	0.671	60.25	89.77	3.01	4.49

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
3	5.47	49.93	Incoerente	0	1.62	1.9	0.24	1.46	7	Sabbie da medie a fini limose, e silts, locali ciottoli
15	17.23	102.71	Incoerente	0	1.99	1.98	1.08	1.46	25	Sabbie e ghiaie con matrice fine limosa o eventualmente argillosa

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Sabbie da medie a fini limose, e silts, locali ciottoli	7	3.00	28.59	57.22	62.85	25.97
[2] - Sabbie e ghiaie con matrice fine limosa o eventualmente argillosa	25	15.00	37.97	70.39	70.23	51.23

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Sabbie da medie a fini limose, e silts, locali ciottoli	7	3.00	7	<30	25	---	24.5	27
[2] - Sabbie e ghiaie con matrice fine limosa o eventualmente argillosa	25	15.00	20	29-32	32.32	33	---	33

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Sabbie da medie a fini limose, e silts, locali ciottoli	7	3.00	7	---	56.00	---	---	---
[2] - Sabbie e ghiaie con matrice fine limosa o eventualmente argillosa	25	15.00	20	319.22	160.00	236.70	330.00	175.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Sabbie da medie a fini limose, e silts, locali ciottoli	7	3.00	7	---	41.84	49.70	69.22
[2] - Sabbie e ghiaie con matrice fine limosa o eventualmente argillosa	25	15.00	20	120.00	68.55	142.00	127.20

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Sabbie da medie a fini limose, e silts, locali ciottoli	7	3.00	7	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Sabbie e ghiaie con matrice fine limosa o eventualmente argillosa	25	15.00	20	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
[1] - Sabbie da medie a fini limose, e silts, locali ciottoli	7	3.00	7	Terzaghi-Peck 1948 e media tra Meyerhof et al. e Terzaghi-Peck 1948	1.44÷1.6
[2] - Sabbie e ghiaie con matrice fine limosa o eventualmente argillosa	25	15.00	20	Terzaghi-Peck 1948 e media tra Meyerhof et al. e Terzaghi-Peck 1948	1.6÷1.7

Peso unita' di volume saturo

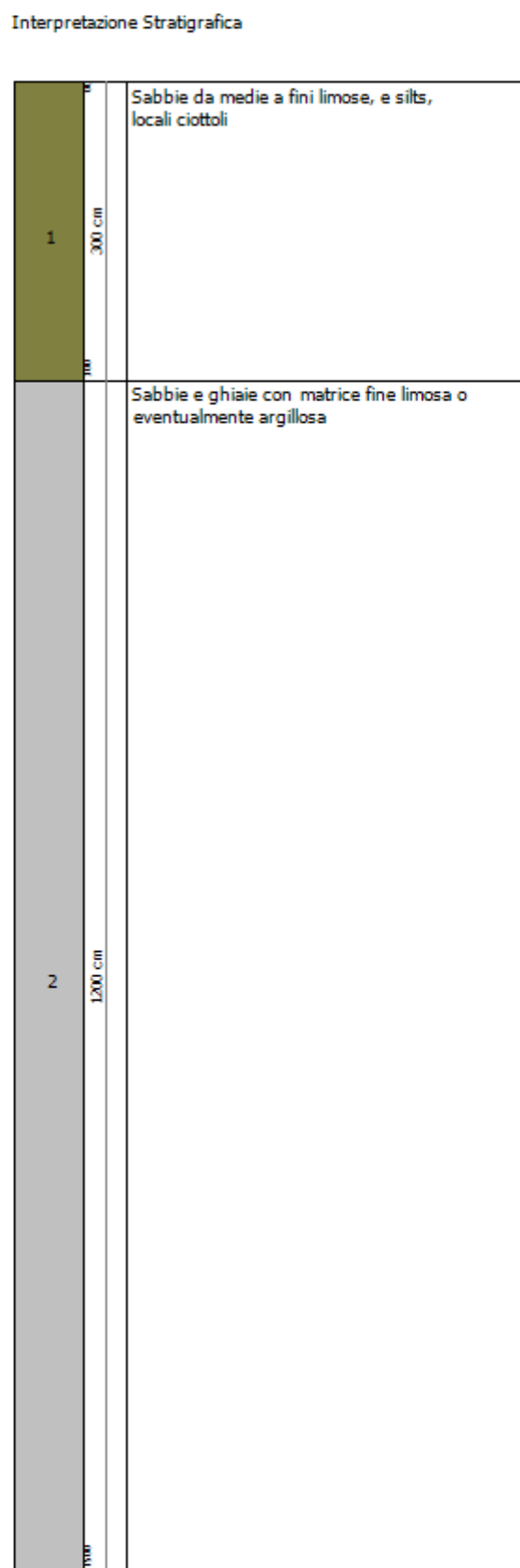
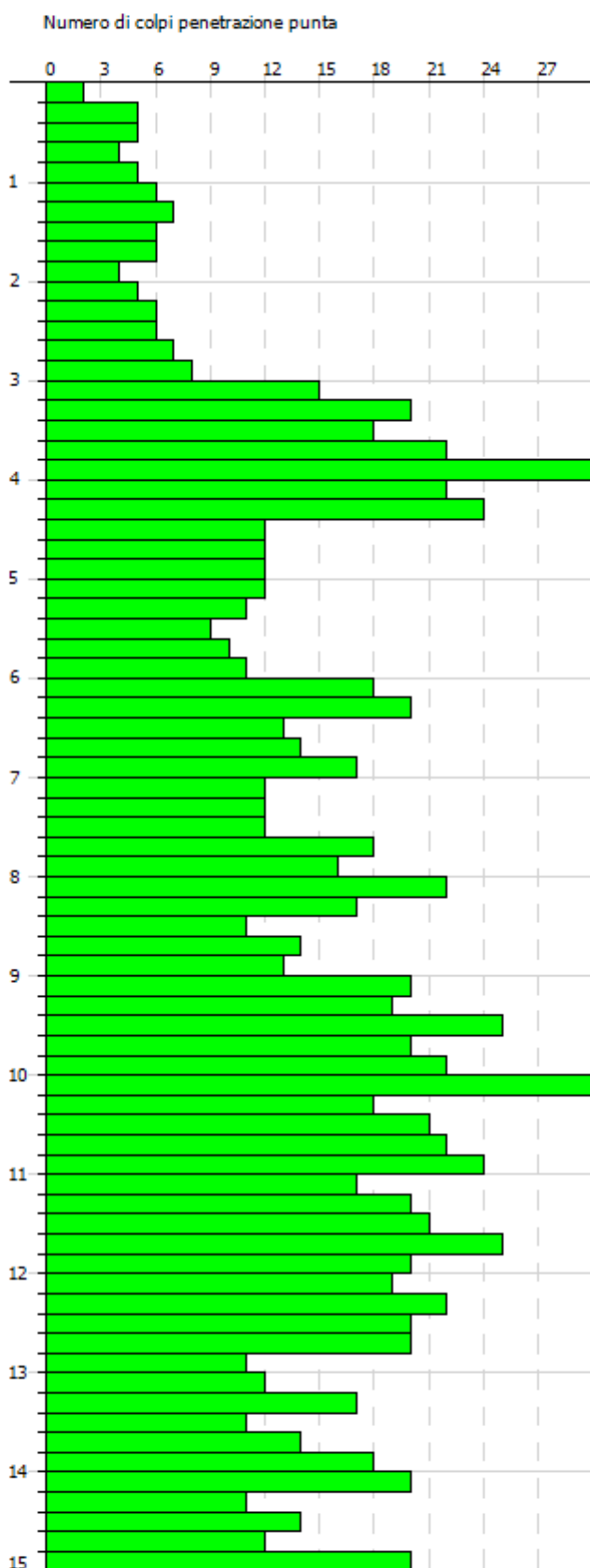
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
[1] - Sabbie da medie a fini limose, e silts, locali ciottoli	7	3.00	7	Terzaghi-Peck 1948	1.90
[2] - Sabbie e ghiaie con matrice fine limosa o eventualmente argillosa	25	15.00	20	Terzaghi-Peck 1948	1.99

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Sabbie da medie a fini limose, e silts, locali ciottoli	7	3.00	7	404.86	410.45
[2] - Sabbie e ghiaie con matrice fine limosa o eventualmente argillosa	25	15.00	20	1086.13	779.54

Rilevanze idriche orientativamente intorno ai 3÷3.6mt

Scala 1:71



COMUNE DI **DAVOLI**

PROVINCIA DI CATANZARO

PROGETTO PER LA SISTEMAZIONE URBANISTICA IN Via
CRISTOFORO COLOMBO DENOMINATA “TINO” sito nel comune di
Davoli Marina

RAPPORTO INDAGINI IN SITO:

**PROSPEZIONE SISMICA COMBINATA
MASW - SISMICA A RIFRAZIONE**

COMMITTENTE: TINO Giovanni

Ottobre 2024

INDICE
PREMESSA
INDAGINE SISMICA DI SUPERFICIE "MASW"
CARATTERISTICHE DELLO STENDIMENTO SISMICO MASW E STRUMENTAZIONE TECNICA UTILIZZATA
QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO
EASY REFRACT (SISMICA A RIFRAZIONE)
PRINCIPALI ELABORATI GRAFICI SISMICA A RIFRAZIONE
ELABORATI GRAFICI SISMICA MASW
CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI
RISULTANZE FINALI VALORE DI V_s ,eq

PREMESSA

E' stato eseguito n. 1 stendimento sismico combinato "Rifrazione - MASW *Multichannel Analysis Of Surface Waves*" per PROGETTO PER LA SISTEMAZIONE URBANISTICA IN Via CRISTOFORO COLOMBO DENOMINATA "TINO" sito nel comune di Davoli Marina.

Riguardo a considerazioni sul contesto litostratigrafico è sempre raccomandabile combinare i dati ottenuti delle indagini svolte con accertamenti diretti.

L'obiettivo del presente lavoro è quello di fornire le risultanze dell' interpretazione sismica a rifrazione, nonché di definire il profilo verticale delle velocità di taglio "Vs" alle varie profondità dedotte nella verticale sismica MASW. L'indagine sismica MASW è stata eseguita mediante sismografo della Sara electronic instruments s.r.l. di Perugia, con convertitore digitale a 16 bit reali, e geofoni verticali della Geospace da 4.5 Hz. L'interpretazione stessa MASW è stata condotta a 32 tracce con geofoni ad interdistanza di 1 m, ed energizzazioni (battute) poste ad una distanza dallo stendimento a partire dai 5m ai 9÷10m (dal primo geofono). Il software utilizzato per l'interpretazione dei dati è "Software MASW".

L'indagine sismica a Rifrazione è stata eseguita con lo stesso sismografo della sismica MASW, ma con acquisizione a 12 canali di registrazione con geofoni disposti ad interdistanza di 2 m, ed energizzazioni (battute) poste ad una distanza dallo stendimento di 5 m (dal primo geofono) sia in andata che in ritorno, e battuta all'interno dello stendimento stesso. Il software utilizzato per l'interpretazione dei dati è Easy Refract della GeoStru Software.

Le caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata, le modalità di esecuzione delle prove, l'interpretazione dei risultati ed i relativi elaborati e grafici sono riportati nei paragrafi successivi.

L'indagine sismica combinata Rifrazione-MASW è stata stesa lungo la una superficie omogenea, la cui ubicazione in pianta è illustrata nello stralcio cartografico allegato al presente elaborato, e nella foto allegata.

INDAGINE SISMICA DI SUPERFICIE "MASW"

L'indagine sismica con metodologia MASW "*Multichannel Analysis Of Surface Waves*", consiste in una tecnica di superficie non invasiva, che permette di individuare i profili delle velocità delle onde di taglio "Vs" (in relazione alla misurazione delle onde superficiali in corrispondenza dei diversi sensori utilizzati "geofoni verticali").

L'indagine sismica con tecnica MASW si fonda sull'apprendimento della dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di tipo Rayleigh, che danno il contributo preponderante alle onde superficiali, la cui velocità è correlata alla rigidità degli spessori di terreno interessati alla propagazione delle stesse onde; in mezzi non omogenei le velocità delle onde Vs variano con la profondità. Come specificato, infatti, nella letteratura tecnica proposta da svariati autori, in mezzi stratificati le onde di Rayleigh sono dispersive, in quanto si hanno onde con differenti lunghezze d'onda che si propagano con diverse velocità di fase, e ciò sta ad indicare, che, le velocità di fase apparenti delle onde di Rayleigh dipendono dalla frequenza di propagazione; pertanto, si hanno velocità differenti per differenti valori di frequenza. In mezzi eterogenei, le onde superficiali hanno velocità di fase che sono in funzione della frequenza. La condizione specificata è in relazione alla distribuzione spaziale delle caratteristiche sismiche dei substrati litologici, e la relazione che associa la frequenza alla velocità di fase è rappresentata dalla curva di dispersione. Alle alte frequenze la velocità di fase corrisponde con la velocità delle onde di Rayleigh dello strato più superficiale, mentre alle basse frequenze con la velocità dello strato più profondo. La curva di dispersione risulta essere importante nel caso delle onde di Rayleigh per la caratterizzazione dei terreni, in quanto è in relazione alle caratteristiche di rigidità.

La propagazione delle onde di Rayleigh in un mezzo verticalmente eterogeneo è un fenomeno multimodale, poiché in corrispondenza di una certa frequenza possono esserci diverse lunghezze d'onda. Ad una specificata frequenza possono infatti coincidere differenti velocità di fase ad ognuna delle quali corrisponde un modo di propagazione, e diversi modi di vibrazione possono mostrarsi nello stesso tempo. La curva di dispersione che scaturisce è una curva apparente, che deriva dalla sovrapposizione delle curve attinenti ai vari modi di vibrazione, e non per forza corrisponde con singoli modi negli intervalli di frequenza.

I dati acquisiti vengono sottoposti ad un'analisi spettrale f-k (frequenza-numero d'onda) al fine di stimare la curva di dispersione caratteristica dei terreni investigati, e cioè le caratteristiche dispersive; i valori numerici delle misure tempo-ampiezza del segnale sismico vengono convertiti nello spettro f-k, che permette di ottenere una curva di dispersione per le onde di Rayleigh, rispettando l'ipotesi, che, quest'ultime si propagano con una

maggior energia nell'intervallo di frequenze considerato, e che la loro velocità è associata ai massimi dello spettro f-k. Prima di procedere con l'inversione è indispensabile una caratterizzazione del sottosuolo; quest'ultimo, generalmente viene attribuito ad un mezzo elastico a stratificazione piano-parallela, omogeneo isotropo, ed eterogeneo per le differenti caratteristiche meccaniche.

CARATTERISTICHE DELLO STENDIMENTO SISMICO MASW E STRUMENTAZIONE TECNICA UTILIZZATA

L'acquisizione MASW è stata interpretata a 32 tracce con geofoni ogni 1.00 m, derivante da più energizzazioni sismiche con distanza dallo stendimento a partire dai 5 m ai 9÷10m dallo stendimento stesso. Le tracce sismiche sono state confrontate, ed interlacciate, ed alla fine sono state considerate sempre le tracce più affidabili e cautelative.

L'elaborazione dei dati è stata eseguita col software "MASW". Le tracce sismiche sono rappresentate sul diagramma "frequenze - velocità di fase", individuando come zone di massima ampiezza gli allineamenti attribuibili alle onde di Rayleigh, da cui scaturisce la variazione di tali velocità al variare della loro frequenza o lunghezza d'onda. Successivamente, con un processo d'inversione, sono state dedotte i profili verticali delle velocità. I risultati ottenuti sono rappresentativi dell'estensione di terreno interessato dallo stendimento, da cui scaturisce una migliore definizione dei profili verticali delle velocità al centro dello stesso. Tuttavia, la curva apparente viene calcolata combinando insieme tutti i modi superiori; ciò può essere indispensabile nel caso di siti inversamente dispersivi, ovvero nel caso di litologie con strati soffici o rigidi o anche con forti contrasti di rigidità. Il profilo del terreno viene suddiviso in più strati, ciascuno dei quali contraddistinto da valori di Vs, da valori orientativi delle velocità delle onde longitudinali "Vp", della Densità e del Coefficiente di Poisson. Risultati accettabili dell'elaborazione finale si hanno sempre a seguito di una sovrapposizione ottimale tra la curva di dispersione sperimentale e quella teorica.

Per quanto riguarda la strumentazione adoperata è costituita, prima di tutto, da un sistema di energizzazione composto da una mazza del peso di 12 kg, battente verticalmente su una piastra circolare in acciaio sistemata sul p.c. Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismografo della Sara electronic instruments s.r.l. di Perugia, con convertitore digitale a 16 bit reali, e geofoni verticali della Geospace da 4.5 Hz.

La strumentazione è composta inoltre da un cavo sismico lungo il quale sono disposti i digitalizzatori, con relative prolunghie dotate di connettori XLR a quattro poli, il tutto collegati ad una unità d'interfaccia "DoReMi master". I dati arrivano direttamente sul pc con frequenze da 200 a 20000 campioni al secondo.

QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Per la definizione dell'azione sismica è necessario individuare la classe di suolo, come specificato nel Paragrafo **3.2.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE** (D.M. 17/01/2018), di seguito riportato nelle parti salienti:

Categorie di sottosuolo:

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio (Tab. 3.2.II).

Tabella 3.2.II - Categorie di sottosuolo

Tab. 3.2.II - Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

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

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

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

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

Con:

h_i spessore dell' i -esimo strato;

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

N numero di strati;

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

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

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

I valori di $V_{S,eq} = V_{S,30}$ dedotti dalle risultanze MASW e riportati a fine della presente documentazione, illustrano ipotesi di calcolo. Nello spettro della curva di dispersione dell'interpretazione MASW si notano variazioni di velocità di fase specie alle frequenze \geq ai 35Hz circa, come riferimento di potenziali variazioni del moto sismico, riferite presumibilmente a variazioni stratigrafiche (lateralmente e/o verticalmente) e/o in termini di compattezza dei terreni investigati, da cui potrebbero derivare modi superiori o eventuali inversioni. Nelle elaborazioni finali non sono stati considerati spettri di velocità differenti, per risultati non del tutto chiari, ma è stato considerato come ipotesi solo lo spettro principale. In virtù di quanto dedotto, si consiglia sempre di equiparare i dati ottenuti con raffronti di altre possibili analisi investigative. Per quanto riguarda i valori di $V_{S,eq} = V_{S,30}$ possono essere sempre ricalcolati sulla base degli andamenti, degli spessori e dei valori di V_S stimati alle varie profondità di seguito riportate (vedi elaborati MASW), come indicato dalla normativa tecnica, in quanto la Categoria di Sottosuolo deve essere dedotta dal piano di posa delle fondazioni della struttura prevista nell'area investigata, con particolare riferimento alle classificazioni e definizioni della Tabella 3.2. Il Paragrafo 3.2.2 "Categorie di Sottosuolo" delle NTC 2018, da cui possono scaturire stime differenti sul coefficiente di amplificazione stratigrafica, in funzione proprio della profondità d'imposta, e delle condizioni stratigrafiche-idrogeologiche (in presenza idrica).

EASY REFRACT (SISMICA A RIFRAZIONE)

Le indagini di sismica a rifrazione consentono di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio). La condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione è quella per cui la successione di strati da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità. In questo modo si possono valutare fino a 4 o 5 orizzonti rifrattori differenti. Le prove si basano sulla misura dei tempi di percorso delle onde elastiche per le quali, ipotizzando le superfici di discontinuità estese rispetto alla lunghezza d'onda o, comunque, con deboli curvature, i fronti d'onda sono rappresentati mediante i relativi raggi sismici. L'analisi si avvale, poi, del principio di Fermat e della legge di Snell. Il principio di Fermat stabilisce che il raggio sismico percorre la distanza tra sorgente e rilevatore seguendo il percorso per cui il tempo di tragitto è minimo. Per tale principio, dato un piano che separa due mezzi con caratteristiche elastiche diverse, il raggio sismico è quello che si estende lungo un piano perpendicolare alla discontinuità contenente sia la sorgente che il ricevitore. La legge di Snell è una formula che descrive le modalità di rifrazione di un raggio sismico nella transizione tra due mezzi caratterizzati da diversa velocità di propagazione delle onde o, equivalentemente, da diversi indici di rifrazione. L'angolo formato tra la superficie di discontinuità e il raggio sismico è chiamato angolo di incidenza θ_i mentre quello formato tra il raggio rifratto e la superficie normale è detto angolo di rifrazione θ_r . La formulazione matematica è:

$$v_2 \sin \theta_i = v_1 \sin \theta_r$$

Dove v_1 e v_2 sono le velocità dei due mezzi separati dalla superficie di discontinuità.

Per $v_1 > v_2$ si ha che $\theta_i > \theta_r$ e la sismica a rifrazione non è attuabile poiché il raggio rifratto andrebbe ad inclinarsi verso il basso. Per $v_1 < v_2$ si ha che $\theta_i < \theta_r$ ed esiste un angolo limite di incidenza per cui $\theta_r = 90^\circ$ ed il raggio rifratto viaggia parallelamente alla superficie di discontinuità. L'espressione che definisce l'angolo limite è:

$$\theta_i = \arcsin(v_1 / v_2)$$

Il modo più semplice per analizzare i dati di rifrazione è quello di costruire un diagramma tempi-distanze in cui l'origine del sistema di riferimento è posto in corrispondenza della sorgente di generazione delle onde elastiche. In ascissa sono rappresentate le posizioni dei geofoni ed in ordinata i tempi dei primi arrivi. Ai geofoni più vicini alla sorgente giungono per primi gli impulsi che hanno seguito il percorso diretto in un tempo T dato dalla relazione

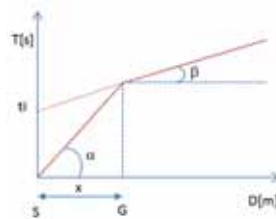
$$T = x_i / V_1$$

dove x_i è la distanza tra il punto di energizzazione e il punto di rilevazione.

L'equazione precedente rappresenta una retta che passa per l'origine degli assi tempi-distanze e il suo coefficiente angolare consente di calcolare la velocità V_1 del primo mezzo come

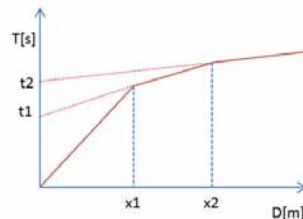
$$V_1 = 1 / \tan \alpha$$

I tempi di arrivo dei raggi rifratti, nel diagramma tempi-distanze, si dispongono secondo una retta che avrà pendenza minore di quella delle onde dirette.



La curva tempi-distanze tende ad avere un andamento regolare secondo una spezzata i cui vertici sono i chiamati *punti di ginocchio* e rappresentano, fisicamente, la condizione in cui si verifica l'arrivo contemporaneo delle onde dirette e rifratte. Per ciascuno di segmenti individuati si determina, dunque, il tempo di ritardo t_i che rappresenta la differenza tra il tempo che il raggio sismico impiega a percorrere un tratto alla velocità propria dello strato in cui si trasmette ed il tempo che impiegherebbe a viaggiare lungo la componente orizzontale di quel tratto alla massima velocità raggiunta in tutto il percorso di rifrazione.

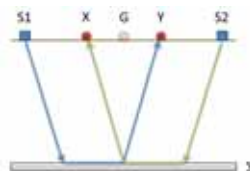
Graficamente il tempo di ritardo è dato dall'intersezione della retta che comprende un segmento della curva tempi-distanze con l'asse dei tempi.



Infine, dalla conoscenza dei tempi t_i è possibile ricavare gli spessori dei rifrattori mediante la relazione:

$$h_{(i-1)} = \frac{V_{(i-1)} V_i}{2\sqrt{V_i^2 - V_{(i-1)}^2}} \left(t_i - \frac{2h_i \sqrt{V_i^2 - V_1^2}}{V_i V_1} - \dots - \frac{2h_{(i-2)} \sqrt{V_i^2 - V_{(i-2)}^2}}{V_i V_{(i-2)}} \right)$$

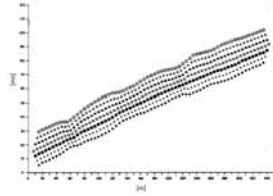
In situazioni morfologiche complesse può essere utilizzato come metodo di elaborazione il Metodo Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method) discusso da Palmer nel 1980. Il metodo è basato sulla ricerca di una distanza intergeofonica virtuale XY tale che i raggi sismici che partono da punti di energizzazione simmetrici rispetto allo stendimento, arrivino al geofono posto in posizione X e a quello posto in posizione Y provenendo da un medesimo punto del rifrattore.



Il primo passo operativo è quello di costruire un diagramma tempi-distanze individuando nei sismogrammi ottenuti dai dati di campagna i primi arrivi delle onde sismiche. Per determinare la distanza XY ottimale è necessario considerare più punti di energizzazione tanto agli estremi quanto all'interno dello stendimento. Ciò permette di individuare con maggiore accuratezza i tempi relativi ad un medesimo rifrattore utili a caratterizzare le dromocrone, fondamentali all'interpretazione. Nelle interpretazioni multi strato, la generazione delle dromocrone può sfruttare tecniche di phantoming per sopperire alla mancanza dei dati per alcuni rifrattori.

Dalla costruzione delle dromocrone è possibile determinare **la funzione velocità** secondo l'equazione

$$T_v = \frac{T_{S_1 Y} - T_{S_2 X} + T_{S_1 S_2}}{2}$$

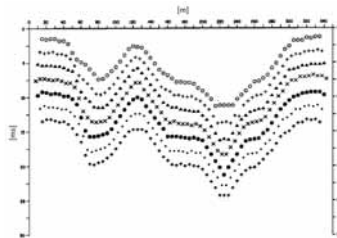


dove T_{S1Y} e T_{S2X} sono i tempi di percorrenza dei raggi sismici per giungere, rispettivamente, dalla sorgente S1 ad X e dalla sorgente S2 ad Y mentre T_{S1S2} è il tempo di tragitto tra i due punti di scoppio S1 ed S2, esternamente simmetrici rispetto allo stendimento. T_V è il tempo calcolato su un geofono G posto tra X ed Y, non necessariamente coincidente con la posizione di un geofono dello stendimento.

Il calcolo della funzione T_V viene eseguito per ogni valore di XY compreso tra zero e metà dello stendimento con variazione pari alla distanza reale tra i geofoni dello stendimento. La migliore retta di regressione delle funzioni velocità ottenute, permette di determinare l'XY ottimo e la velocità del rifratore che è ricavata dal coefficiente angolare. Per mezzo della **funzione tempo-profondità** è possibile trovare la profondità del rifratore espressa in unità di tempo. L'espressione di tale funzione è:

$$T_G = \frac{T_{S1} + T_{S2} - \left(T_{S1S2} + \frac{XY}{V_n} \right)}{2}$$

Dove V_n è la velocità del rifratore.



Analogamente a quanto avviene per la funzione velocità si determinano diverse funzioni tempo-profondità per l'insieme dei valori XY di studio. Tra le funzioni trovate, quella che presenta la maggiore articolazione compete al valore di XY ottimo. Infine, è possibile determinare lo spessore del rifratore in corrispondenza delle posizioni dei geofoni G mediante la relazione:

$$h = T_G \sqrt{\frac{V_n XY}{2T_G}}$$

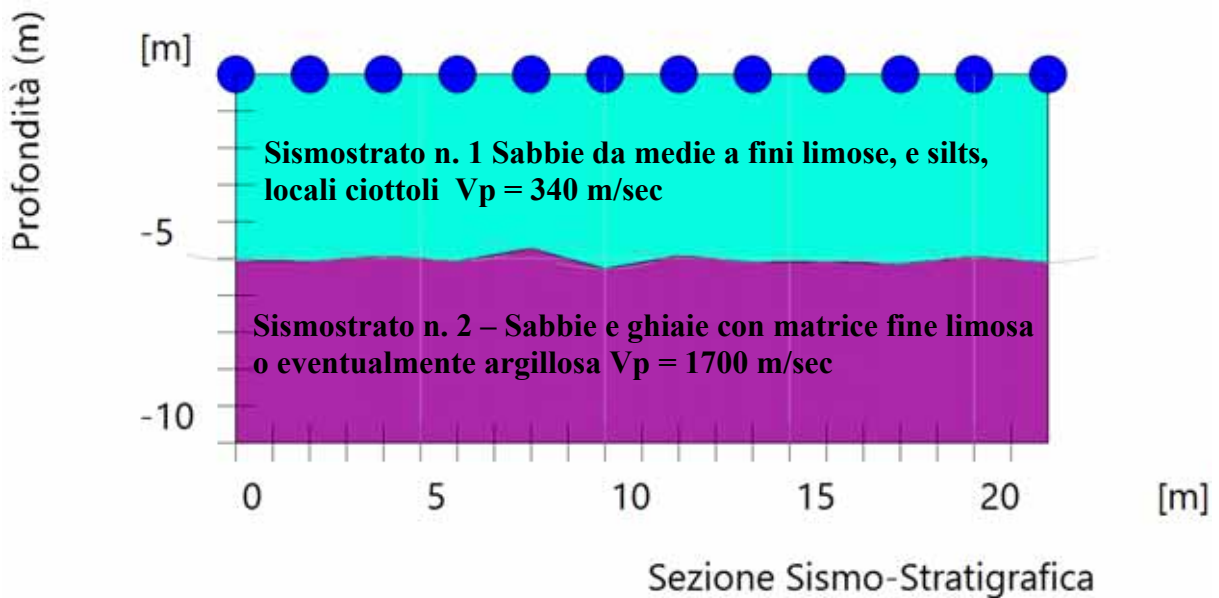
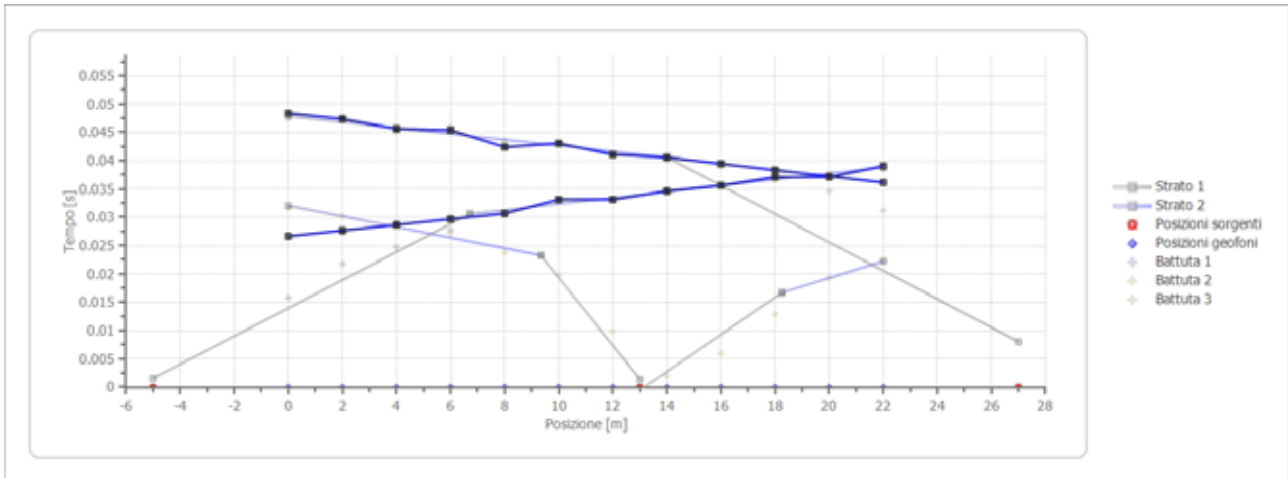
h rappresenta la profondità minima dal geofono G dunque la morfologia del rifratore è definita dall'involuppo delle semicirconferenze di raggio h. Uno dei principali vantaggi del G.R.M. è che il fattore di conversione della profondità è relativamente insensibile alle inclinazioni fino a circa 20°



Foto allegata: **Prospezione sismica combinata Rifrazione e Masw**

PRINCIPALI ELABORATI GRAFICI SISMICA A RIFRAZIONE

Dromocrone traslate

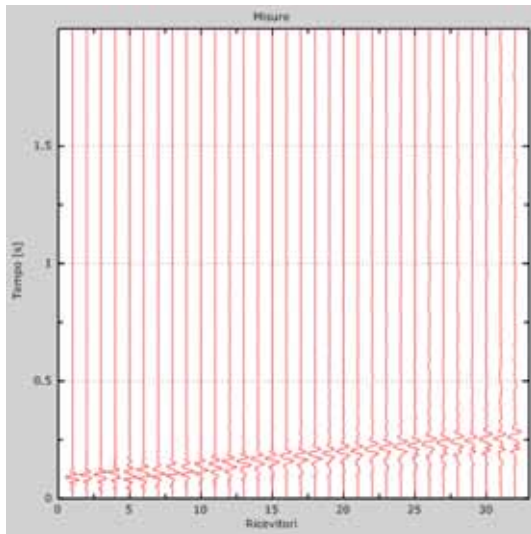


Parametri elastico-dinamici medio-orientativi

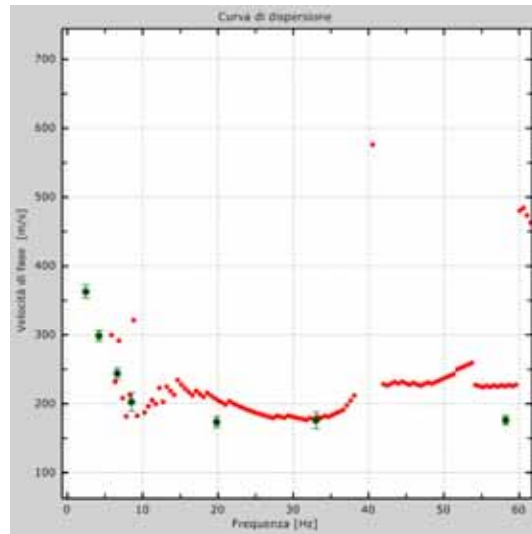
Stendimento Rifrazione - MASW	Sismostrato n. 1	Sismostrato n. 2
Coefficiente di Poisson	0,30	0,48
Velocità onde longitudinali V_p (m/sec)	340 m/sec	1700 m/sec
Velocità onde trasversali V_s (m/sec)	180 m/sec	235 m/sec
Peso di volume γ (KN/m ³)	15,5 KN/m ³	16,5 KN/m ³
Modulo di Young Edin (Mpa)	133 Mpa	276 Mpa
Modulo di Rigidity G (Mpa)	51 Mpa	92 Mpa

ELABORATI GRAFICI SISMICA MASW

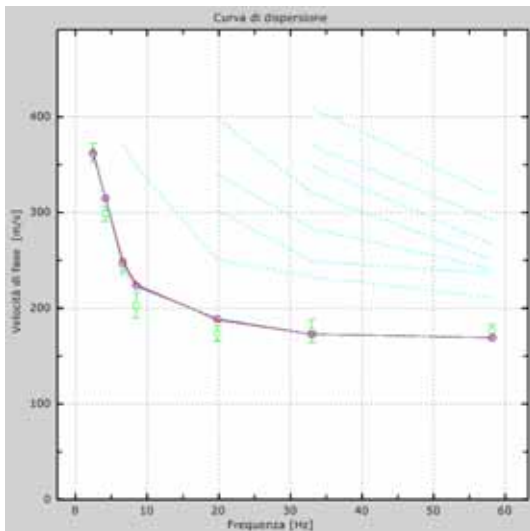
Numero di ricevitori: 32; Distanza tra i sensori: 1m; Numero di campioni temporali: 2000
 Passo temporale di acquisizione: 1ms



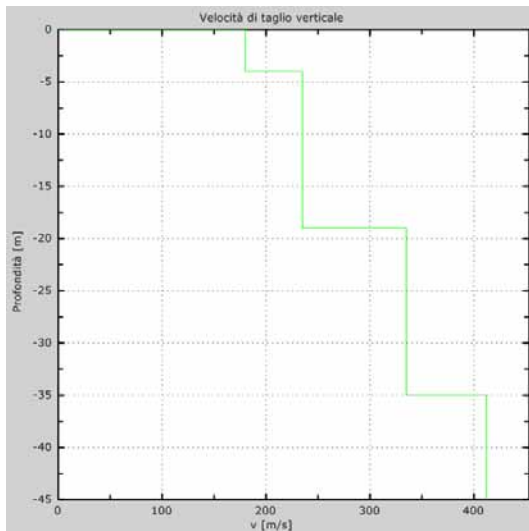
Tracce sperimentali



Curva di dispersione



Velocità numeriche –punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)



Profilo Vs numerico

Sintesi profondità-VS

Profondità dal p.c. (al centro della stesa sismica)	Velocità delle onde di taglio VS
- 4,00 m	180 m/sec
- 19,0 m	235 m/sec
- 35,0 m	335 m/sec
- ∞	412 m/sec

CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI

INTERPRETAZIONE SISMICA MASW

A partire dal piano campagna e fino ai 4 m di profondità le velocità delle onde di taglio VS sono di 180 m/sec, e mostrano la parte superiore poco compatta dei sedimenti che caratterizzano l'area investigata, presumibilmente con sabbie da medie a fini limose, e silts, locali ciottoli, alterate.

Al di sotto dei 4 m è stato dedotto graduale aumento delle velocità di taglio, in cui le stesse VS sono dapprima di 235 m/sec fino ai 19 m, e di 335 m/sec fino a circa 35 m, dovute ad aumento moderato presumibilmente in sabbie e ghiaie con matrice fine limosa o eventualmente argillosi, da teneri a moderatamente compatti, la cui compattezza tende ad aumentare verosimilmente in velocità di taglio sempre più alte, specie laddove sono di 412 m/sec nelle profondità successive.

INTERPRETAZIONE SISMICA A RIFRAZIONE:

Nell'interpretazione sismica a rifrazione si ipotizzano due sismostrati.

A partire dal piano campagna e fino a profondità intorno ai 5 m si evidenzia un primo sismostrato (sismostrato n. 1) caratterizzato da velocità delle onde di taglio VP di circa 340 m/sec, e sono riferite alla parte superiore poco compatta dei sedimenti che caratterizzano l'area investigata, presumibilmente con sabbie da medie a fini limose, e silts, locali ciottoli, alterate.

Sotto i 5 m circa si nota secondo sismostrato (sismostrato n. 2) in corrispondenza del quale le velocità delle onde longitudinali VP ipotizzate sono di circa 1700 m/sec, presumibilmente in sabbie e ghiaie con matrice fine limosa o eventualmente argillosa, da teneri a moderatamente compatti. Tuttavia, nel sismostrato 2 resta l'incertezza se l'aumento delle VP ipotizzate di 1700 m/sec sia dovuto all'aumento progressivo della compattezza, oppure tali velocità VP siano sovrastimate a causa delle saturazioni idriche negli strati investigati. In virtù di ciò, si consiglia sempre di equiparare i dati ottenuti con raffronti diretti.

RISULTANZE FINALI VALORE DI Vs,eq

Categoria di Sottosuolo:

Dall'indagine sismica MASW, impostando ipotesi di calcolo, si riportano i valori di Vs,eq dedotti:

Sismica MASW:

Vs,eq = Vs,30 = 252 m/sec (Ipotesi 1 – profondità a partire dal piano campagna)

Vs,eq = Vs,30 = 257 m/sec (Ipotesi 2 – profondità a partire 1.0 m dal p.c.)

Vs,eq = Vs,30 = 263 m/sec (Ipotesi 3 – profondità a partire 2.0 m dal p.c.)

Vs,eq = Vs,30 = 269 m/sec (Ipotesi 4 – profondità a partire 3.0 m dal p.c.)

Vs,eq = Vs,30 = 276 m/sec (Ipotesi 5 – profondità a partire 4.0 m dal p.c.)

Vs,eq = Vs,30 = 279 m/sec (Ipotesi 6 – profondità a partire 5.0 m dal p.c.)

(vedi riferimento Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo* - NTC 2018)



STRALCIO ORTOFOTO GOOGLE MAPS CON UBICAZIONE SISMICA RIFRAZIONE-MASW

INDAGINI GEOGNOSTICHE

COMUNE di DAVOLI (CZ)



Carotaggi con prelievo campioni e prove in foro

Comm.te: **Dott. Geol. Massimiliano Lettieri**



INDAGINI DEL SOTTOSUOLO - RICERCHE IDRICHE
CAROTAGGI, PENETROMETRIE, PROSP. GEOFISICHE

P.zza P. Nenni n°6 Serra S. Bruno (VV) Tel. 0963/71770-0962/22525
P. IVA 00940410798



P R E M E S S A

Relativamente alla commessa, in ottemperanza del Decreto Ministeriale dell'11 marzo 1988 (Norme tecniche riguardo le indagini su terreni e rocce.....) e del Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 (Nuove norme tecniche per le costruzioni), la sottoscritta Ditta "GEO.MIN di Bellezza Dott. Mariano" (sede in Serra San Bruno, P.zza Nenni 6 - P. iva 00940410798 - Reg. Imprese n°136448), ha eseguito una campagna d'indagini geognostiche all'interno del comprensorio comunale di Davoli, piu' precisamente in localita' Marina - Viale Kennedy.

Lo scopo è stato quello di accertare la successione stratigrafica dei terreni sostanti nel sottosuolo del sito nonche' le caratteristiche geomeccaniche di essi.

In sintesi, i tipi di indagini effettuate sono consistite in:

- N° 1 sondaggi a rotazione e carotaggio continuo;*
- N° 3 prove penetrometriche dinamiche di tipo S.P.T.;*
- N° 1 prelievi di campioni di terreno;*
- N° 4 misure freaticometriche.*

Le risultanze sono leggibili sugli allegati grafici riportati nelle pagine a seguire.

METODOLOGIA E TIPOLOGIA D'INDAGINE

Il sondaggio del terreno (in tal caso denominato S1) e' stato eseguito con attrezzatura a rotazione e carotaggio continuo (diametro del carotiere di 101 mm), spinto fino a profondita' di un massimo di mt.12,00 dal piano campagna ed ubicato, per quanto possibile compatibilmente con lo stato dei luoghi, in posizione tale da corrispondere con i punti opportunamente segnalati dal Direttore Dei Lavori ovvero in modo da ottenere il maggior numero di informazioni possibile riguardo gli intenti programmatici.

Come macchina operatrice e' stata utilizzata una sonda a rotazione cingolata modello "DTC Mk 420" aventi le seguenti principali caratteristiche tecniche:

"DTC Mk 420"

- Coppia torcente di rotazione pari a 420 Kgxm*
- Motore Diesel di CV 65*
- Corsa di avanzamento della testa di rotazione di 3000 mm*
- Pompa di circolazione fanchi a pistoni*
- Aste di perforazione in acciaio con diametro esterno di 76 mm e lunghezza di 2500 mm.*
- Carotiere semplice di lunghezza pari a 1800 mm*
- Corona di tipo incastonato con prismi in Widia.*

Al termine della perforazione, previo freatometro dotato di opportuno segnalatore acustico (freatometro SUNDA da 100 mt), sono state effettuate alcune misure freatimetriche (anche dopo un intervallo di oltre 24 ore) che

hanno confermato la presenza idrica nel sottosuolo alla profondita' di 4.6 mt dall'attuale piano campagna.

Ai fini di una caratterizzazione fisico-meccanica in situ, nel corso del sondaggio, sono state eseguite un totale di N°3 prove penetrometriche dinamiche in foro di tipo S.P.T. (Standard Penetration Test).

Per le penetrometrie si e' utilizzata attrezzatura modello "Nenzi" con peso del maglio di 63,5 Kg ed altezza di caduta libera di esso di 76 cm .

In tal caso, la scarpa del campionatore anziche' aperta (campionatore Raymond), e' stata sostituita con punta conica dal diametro esterno di 51 mm ed apertura a 60 gradi .

Inoltre, in virtu' della litologia riscontrata, sempre nel corso del sondaggio, sono stati anche prelevati N° 1 campioni da considerare "semi-indisturbato" alla profondita' di 2.5 metri dal piano campagna (vedi illustrazione sullo schema stratigrafico).

Il campione e' stato trasportati dalla committenza presso opportuno laboratorio specialistico e sottoposto a prove di natura geotecnica.

Serra San Bruno, li'

LA DITTA

GEO.MIN di Bellezza Dott. Mariano



ALLEGATI

Stratigrafie e risultati SPT



PROVE S.P.T. IN FORO SONDAGGIO S1

Per effettuare le prove S.P.T. (Standard Penetration Test), è stata utilizzata un'attrezzatura modello "Nenzi" che consente di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di una punta infissa dal fondo del sondaggio. La resistenza è funzione proporzionale delle caratteristiche meccaniche del terreno. Le prove S.P.T. sono state eseguite seguendo le modalità standard suggerite dall'A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana), ed hanno fornito i dati necessari per determinare le caratteristiche meccaniche dei terreni investigati.

La prova consiste nel fare cadere un maglio, del peso di 63.5 kg, da un'altezza di 760 mm, su una testa di battuta fissata alla sommità di una batteria d'aste alla cui estremità inferiore è avvitata la punta di dimensioni standardizzate. Il numero di colpi (N_{30}), necessario per la penetrazione della punta pari a 300 mm (dopo l'eventuale penetrazione quasi statica per gravità e dopo 150 mm d'immissione dinamica per il posizionamento), è il dato assunto come indice di resistenza alla penetrazione.

Dando uno sguardo all'elaborato nel sondaggio S1 si è registrato, nel test penetrometrico più superficiale eseguito ad una profondità di 3,5 m, un numero di colpi N_{spt} pari a 29;

Nel secondo test eseguito ad una profondità di 7,0 m si è registrato un numero di colpi N_{spt} pari a 39;

Nel terzo test eseguito ad una profondità di 11,5 m si è registrato un RIF.: 8 cm.

La stima dei parametri fisici e di resistenza meccanica delle prove SPT sopra descritte è stata realizzata mediante il programma di calcolo Dynamic Probing della GeoStru software di Bianco (RC).

Il programma presuppone che vengano messi dei valori, pertanto nella terza SPT, andata a rifiuto nei primi 15 cm di avanzamento, si sono ipotizzati i valori

SPT 3: 17 – 19 – 50;

Segue la descrizione dei differenti test eseguiti.

PROVE SPT in FORO

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: PROVE SPT IN FORO

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,76 m
Peso sistema di battuta	4,2 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	7 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	0,997
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

(DYNAMIC PROBING)

DPSH – DPM (... scpt ecc.)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α);
- avanzamento (penetrazione) δ ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente $M = 30$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha=60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H=0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha= 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)

massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A=20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)

massa battente $M=63.5$ kg, altezza caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt}. Il passaggio viene dato da:

$$N_{SPT} = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

- M peso massa battente.
- M' peso aste.
- Haltezza di caduta.
- Aarea base punta conica.
- δ passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd}

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

- R_{pd} resistenza dinamica punta (area A).
- e infissione media per colpo (δ/ N).
- M peso massa battente (altezza caduta H).
- P peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di (N₁)₆₀

(N₁)₆₀ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa/\sigma_{v0})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_s \cdot C_r \cdot C_d$$

- ER/60 rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
- C_s parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).

- C_d funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
 C_r parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981). Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (+ s)

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (- s)

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $\sigma_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito $< 38^\circ$.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie D_r viene sovrastimato, per limi sottostimato.

- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso; Terzaghi-Peck 1948.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.

Modulo Edometrico-Confinato (Mo)

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità (IP < 20), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità (IP < 20) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato -Mo (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto Qc/Nspt=1.5-2.0).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte (Nspt < 30) medie e molli (Nspt < 4) e argille sabbiose (Nspt = 6-12).

Modulo Di Young (E_y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15.
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data

PROVE SPT IN FORO
 29/05/2023

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
3,65	7
3,80	13
3,95	16
7,15	12
7,30	11
7,45	28
11,65	17
11,80	19
11,95	50

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	28,913	3,95	49,56	90,7	89,18	62,38
[2] -	38,883	7,45	44,95	82,33	84,05	71,47
[3] -	68,793	11,95	48,98	90,67	97,08	100

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza di falda	Mitchell & Katti (1981)
[1] -	28,913	3,95	28,913	27
[2] -	38,883	7,45	38,883	30
[3] -	68,793	11,95	68,793	30 - 33

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	28,913	3,95	28,913	383.81	231.30	341.87	396.85	219.57
[2] -	38,883	7,45	38,883	445.09	311.06	459.52	471.62	269.42
[3] -	68,793	11,95	68,793	592.03	550.34	812.46	695.95	418.96

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza di falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	28,913	3,95	28,913	173.48	86.85	205.28	166.95
[2] -	38,883	7,45	38,883	233.30	107.33	276.07	211.42
[3] -	68,793	11,95	68,793	412.76	168.77	488.43	344.82

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza di falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	28,913	3,95	28,913	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] -	38,883	7,45	38,883	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
[3] -	68,793	11,95	68,793	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza di falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] -	28,913	3,95	28,913	Terzaghi-Peck 1948	1,65
[2] -	38,883	7,45	38,883	Terzaghi-Peck 1948	1,7
[3] -	68,793	11,95	68,793	Terzaghi-Peck 1948	1,8

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza di falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[1] -	28,913	3,95	28,913	Terzaghi-Peck 1948	2,05
[2] -	38,883	7,45	38,883	Terzaghi-Peck 1948	2,0
[3] -	68,793	11,95	68,793	Terzaghi-Peck 1948	2,2

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza di falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[3] -	68,793	11,95	68,793	3469.01	1658.25

E' necessario puntualizzare che le prove SPT eseguite sono prove puntuali che non caratterizzano con assoluta certezza l'intera superficie sulla quale verranno impostate le opere previste in progetto.

Cassetta carote
0 mt - 5 mt



Cassetta carote
6 mt - 10 mt



Cassetta carote
11 mt - 15 mt



Prelievo campione
indisturbato 2,50 - 3,0 mt



Campione - 2,5 - 3,0 mt



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA: CAROTE

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2015**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

**Indagine: Carotaggio inerente al piano di lottizzazione
in viale J F Kennedy Davoli Marina - Prove
di laboratorio**

Committente: Geologo Lettieri Massimiliano

ORIGINALE



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2015	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>APERTURA CAMPIONE</u>	
Data arrivo campione:	06/06/2023	Data esecuzione prova:	06/06/2023
Verbale Accettazione:	303	Certificato numero :	9638
		Pagine Certificato :	1 di 8
		Data Certificato :	06/07/2023
INDAGINE : Carotaggio inerente al piano di lottizzazione in viale J F Kennedy Davoli Marina - Prove di laboratorio			
COMMITTENTE : Geologo Lettieri Massimiliano			
SONDAGGIO	1	Campione :	1
		PROFONDITA' :	m 2,50 - 3,00
NORMA DI RIFERIMENTO : UNI EN ISO 14688-1 : Gennaio 2003 - UNI EN ISO 14688-2 : Novembre 2004			

Caratteristiche del campione		Contenitore			Stato del campione		
Diametro (mm):	84	<input type="checkbox"/>	Fustella		<input type="checkbox"/>	Disturbato o Rimaneggiato	
Lunghezza dichiarata (mm):	500	<input type="checkbox"/>	PVC		<input checked="" type="checkbox"/>	Disturbo limitato	
Lunghezza effettiva (mm):	500	<input checked="" type="checkbox"/>	Busta		<input type="checkbox"/>	Indisturbato	
Caratteristiche determinabili							
Classe di qualità dichiarata : (Q1-Q5)	Q4	Qualità del campione effettiva :					
		Disturbato o Rimaneggiato			Disturbo limitato	Indisturbato	
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	
Profilo stratigrafico							
Composizione granulometrica					<input checked="" type="checkbox"/>		
Contenuto d'acqua naturale					<input checked="" type="checkbox"/>		
Peso dell'unità di volume					<input checked="" type="checkbox"/>		
Caratteristiche meccaniche					<input checked="" type="checkbox"/>		
Prove non eseguibili							
Parte Bassa		Prelievo dei Pr ovini – Prova Vane Test – Penetrometro Pocket					Parte Alta
		Pr	Pr	Pr	Pr	Pr	
4,5	9,0	13,5	18,0	22,5	27,0	31,5	
		Pr	Pr	Pr	Pr	Pr	
		36,0	40,5	45,0	49,5		
cm							
						cm	
Descrizione visiva del campione							
Sabbia Argillosa Limosa debolmente Ghiaiosa moderatamente addensata di colore marrone chiaro.							
Note							

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

Massimiliano Valenza

Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2015	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA	
Data arrivo campione:	06/06/2023	Data esecuzione prova:	06/06/2023
Verbale Accettazione:	303	Certificato numero:	9638
		Pagine Certificato:	2 di 8
		Data Certificato:	06/07/2023
INDAGINE: Carotaggio inerente al piano di lottizzazione in viale J F Kennedy Davoli Marina - Prove di laboratorio			
COMMITTENTE: Geologo Lettieri Massimiliano			
SONDAGGIO	1	Campione:	1
		PROFONDITA':	m 2,50 - 3,00

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 1 : Febbraio 2005

DATI SPERIMENTALI

Tara numero	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	1		2	
Massa Tara	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	48,30	g	48,50	g
Massa Terreno Umido + Tara	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	637,60	g	542,30	g
Massa Terreno Secco + Tara	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	568,10	g	485,50	g
Contenuto d'acqua w	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	13,37	%	13,00	%
Media delle misurazioni w	13,18		%	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Massimiliano Valenza

ORIGINALE



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2015	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME</u>	
<i>Data arrivo campione:</i>	06/06/2023	<i>Data esecuzione prova:</i>	06/06/2023
		<i>Pagine Certificato :</i>	3 di 8
<i>Verbale Accettazione:</i>	303	<i>Certificato numero :</i>	9638
		<i>Data Certificato :</i>	06/07/2023
<i>INDAGINE :</i> Carotaggio inerente al piano di lottizzazione in viale J F Kennedy Davoli Marina - Prove di laboratorio			
<i>COMMITTENTE :</i> Geologo Lettieri Massimiliano			
<i>SONDAGGIO</i>	1	<i>Campione :</i>	1
		<i>PROFONDITA' : m</i>	2,50 - 3,00

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 2 : Febbraio 2005

<i>METODO UTILIZZATO</i>	Metodo con misurazioni lineari
--------------------------	--------------------------------

DATI SPERIMENTALI

Massa del campione utilizzato	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	159,9	g	159,5	g
Volume del campione	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	72	cm ³	72	cm ³
Peso dell'Unità di Volume	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	21,779	(kN/m ³)	21,724	(kN/m ³)
Media delle misurazioni γ	21,752		(kN/m ³)	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Massimiliano Valenza

ORIGINALE



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

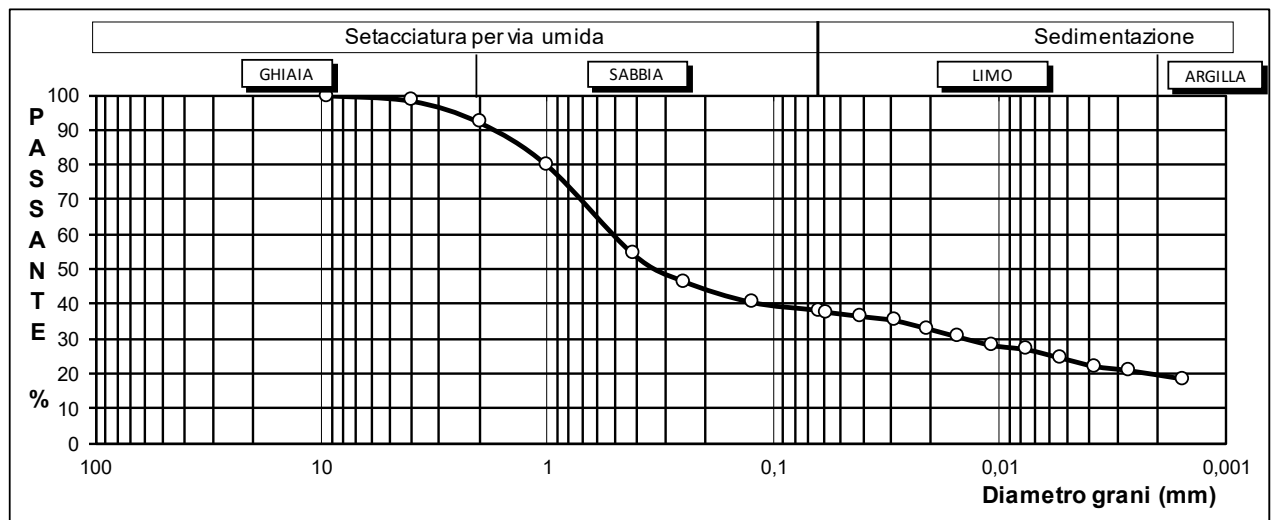
Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it	AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2015
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)	ANALISI GRANULOMETRICA mediante setacci e/o crivelli e per sedimentazione

Data arrivo campione:	06/06/2023	Data esecuzione prova:	09/06/2023	Pagine Certificato:	5 di 8
-----------------------	------------	------------------------	------------	---------------------	--------

Verbale Accettazione:	303	Certificato numero:	9638	Data Certificato:	06/07/2023
-----------------------	-----	---------------------	------	-------------------	------------

INDAGINE:	Carotaggio inerente al piano di lottizzazione in viale J F Kennedy Davoli Marina - Prove di laboratorio				
COMMITTENTE:	Geologo Lettieri Massimiliano				
SONDAGGIO	1	Campione:	1	PROFONDITA':	m 2,50 - 3,00



SEDIMENTAZIONE

Tempo Δt (min)	Densità miscela	Diametro grani (mm)	Percentuale %	Tempo Δt (min)	Densità miscela	Diametro grani (mm)	Percentuale %	Massa del campione utilizzata:
0,5	1,015	0,082772	40,1	60	1,0095	0,007587	27,0	27 g
1	1,014	0,058573	37,8	120	1,0085	0,005369	24,6	Qualità del campione
2	1,0135	0,041433	36,6	240	1,0075	0,003799	22,2	Q1
4	1,013	0,029309	35,4	480	1,007	0,002688	21,0	Q2
8	1,012	0,02074	33,0	1440	1,006	0,001553	18,6	Q3
15	1,011	0,015158	30,6					Q4
30	1,01	0,010726	28,2					Q5

DATI SETACCIATURA

Diametro (mm)	Massa tratt. gr.	Trattenuto %	Passante %	Diametro (mm)	Massa tratt. gr.	Trattenuto %	Passante %	Massa del campione utilizzata:
0	0	0	100,0	1	104	20,2	79,8	515 g
0	0	0,0	100,0	0,420	234	45,4	54,6	Qualità del campione
0	0	0,0	100,0	0,250	275	53,4	46,6	Q1
0	0	0,0	100,0	0,125	306	59,4	40,6	Q2
9,5	0	0,0	100,0	0,063	318	61,7	38,3	Q3
4	8	1,6	98,4					Q4
2	40	7,8	92,2					Q5

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 4 : Febbraio 2005

Classificazione UNI CEN ISO/TS 14688 - 1 :	Sabbia Argillosa Limosa debolmente Ghiaiosa			grsicSa				
Percentuali classi granulometriche:	Ghiaia	7,8%	Sabbia	54,0%	Limo	18,4%	Argilla	19,8%

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Massimiliano Valenza

ORIGINALE



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2015	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>PROVA DI TAGLIO DIRETTO</u> (Pagina 1 di 3)	
Data arrivo campione:	06/06/2023	Data esecuzione prova:	06/06/2023
		Pagine Certificato :	6 di 8
Verbale Accettazione:	303	Certificato numero :	9638
		Data Certificato :	06/07/2023
INDAGINE : Carotaggio inerente al piano di lottizzazione in viale J F Kennedy Davoli Marina - Prove di laboratorio			
COMMITTENTE : Geologo Lettieri Massimiliano			
SONDAGGIO	1	Campione :	1
		PROFONDITA' :	m 2,50 - 3,00

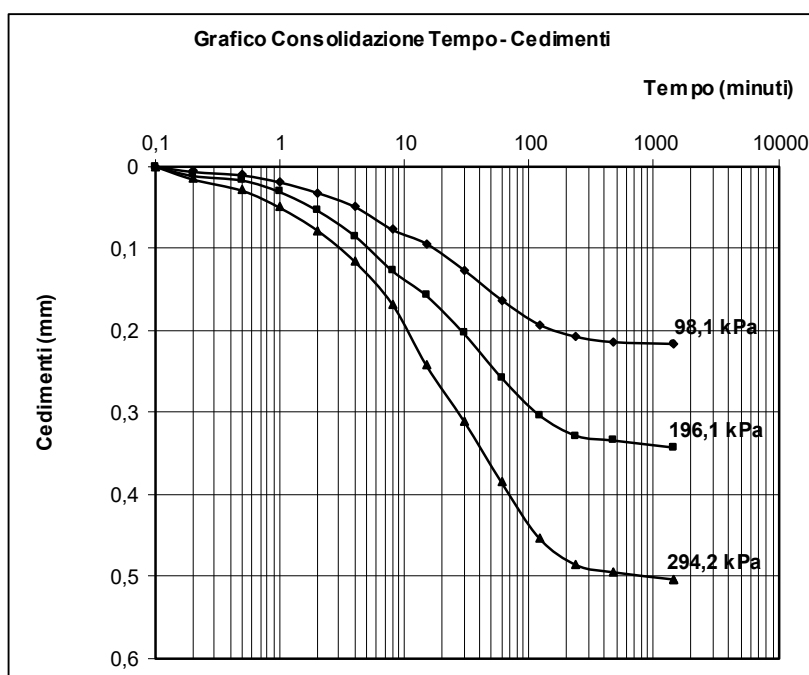
NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 10 : Febbraio 2005

METODO UTILIZZATO	PROVA ESEGUITA CON SCATOLA DI CASAGRANDE 6 cm X 6 cm X 2 cm
--------------------------	---

CONDIZIONI INIZIALI DEI PROVINI				CONDIZIONI FINALI DEI PROVINI			
Provino n°	1	2	3	Provino n°	1	2	3
Condizioni del provino	Disturbo Lim	Disturbo Lim	Disturbo Lim	Massa provini Finale (g)	159,3	159,1	159,6
Massa provini Iniziale (g)	159,50	159,30	159,80	Massa secca provini (g)	140,4	140,3	140,9
Peso di Volume (kN/m ³)	21,72	21,70	21,77	Cont. d'acqua Fin.(%)	13,46	13,40	13,27
Cont. d'acqua Iniz.(%)	13,60	13,54	13,41				
Carico applicato (kPa)	98,07	196,13	294,20				
t ₁₀₀ (min)	480	480	480	Vel. di scorr. mm/min	0,003		

DATI SPERIMENTALI REGISTRATI IN FASE DI CONSOLIDAZIONE

Tempo minuti	Cedimenti in fase di Consolidazione (mm)		
	Provino 1	Provino 2	Provino 3
0,2	0,006	0,011	0,016
0,5	0,011	0,017	0,030
1	0,019	0,031	0,050
2	0,032	0,054	0,078
4	0,049	0,085	0,117
8	0,077	0,128	0,169
15	0,095	0,158	0,243
30	0,127	0,204	0,311
60	0,163	0,258	0,386
120	0,194	0,304	0,454
240	0,209	0,329	0,487
480	0,215	0,335	0,496
1440	0,217	0,343	0,504
-			
-			
-			



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Massimiliano Valenza

ORIGINALE

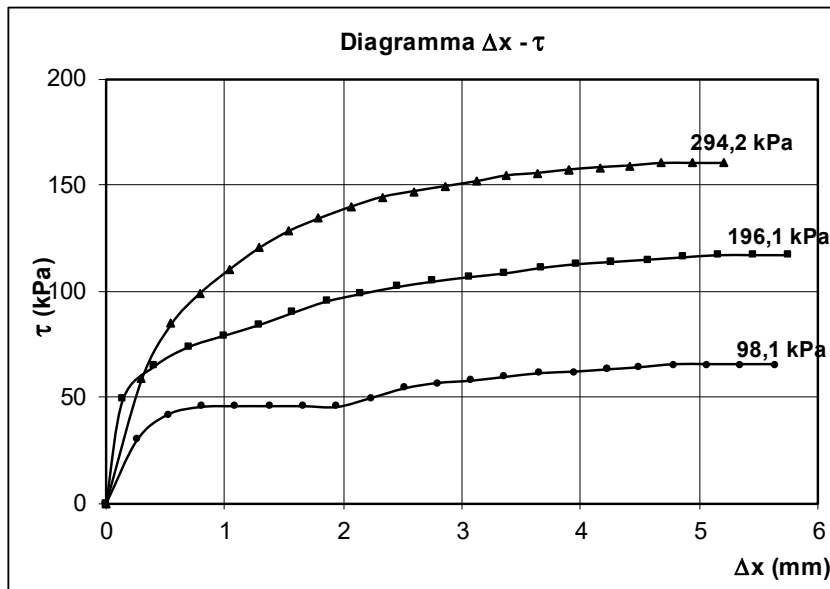
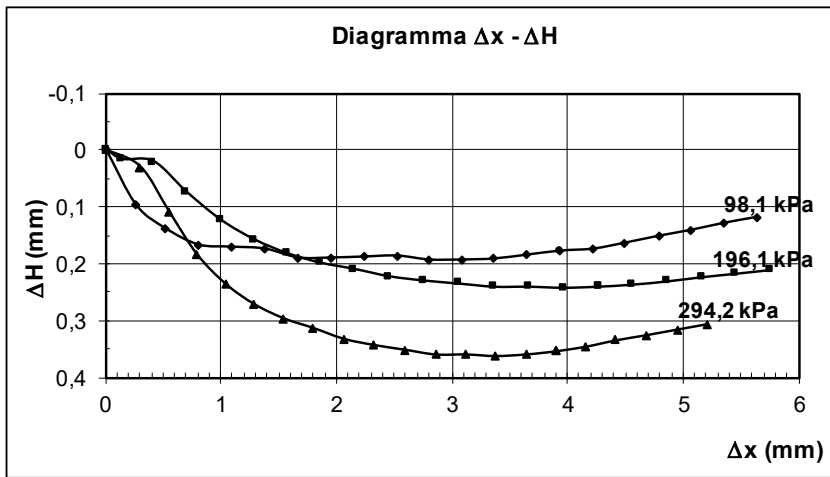


Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>PROVA DI TAGLIO DIRETTO</u> (Pagina 3 di 3)	
Data arrivo campione:	06/06/2023	Data esecuzione prova:	06/06/2023
Verbale Accettazione:	303	Certificato numero:	9638
		Pagine Certificato:	8 di 8
		Data Certificato:	06/07/2023
INDAGINE: Carotaggio inerente al piano di lottizzazione in viale J F Kennedy Davoli Marina - Prove di laboratorio			
COMMITTENTE: Geologo Lettieri Massimiliano			
SONDAGGIO	1	Campione:	1
		PROFONDITA':	m 2,50 - 3,00

DIAGRAMMI DELLA FASE DI ROTTURA



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Massimiliano Valenza

ORIGINALE



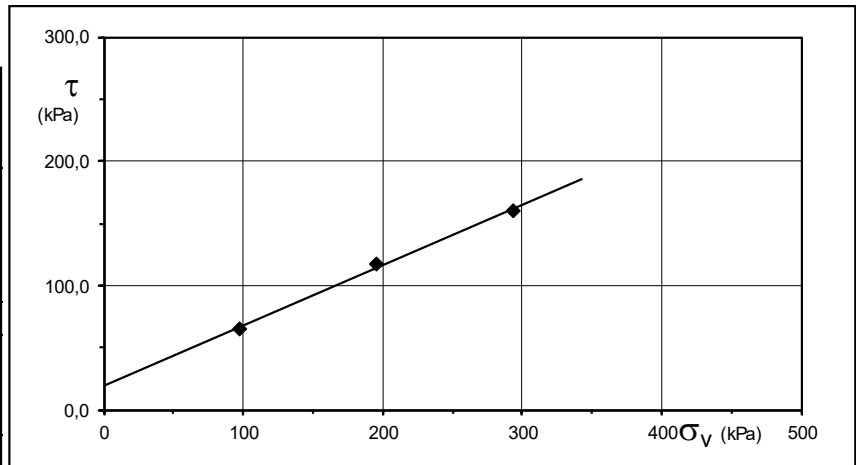
Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

Domenico Celia

S1 C1 da m 2.50 – 3.00
Prova di taglio diretto – Valori di Picco

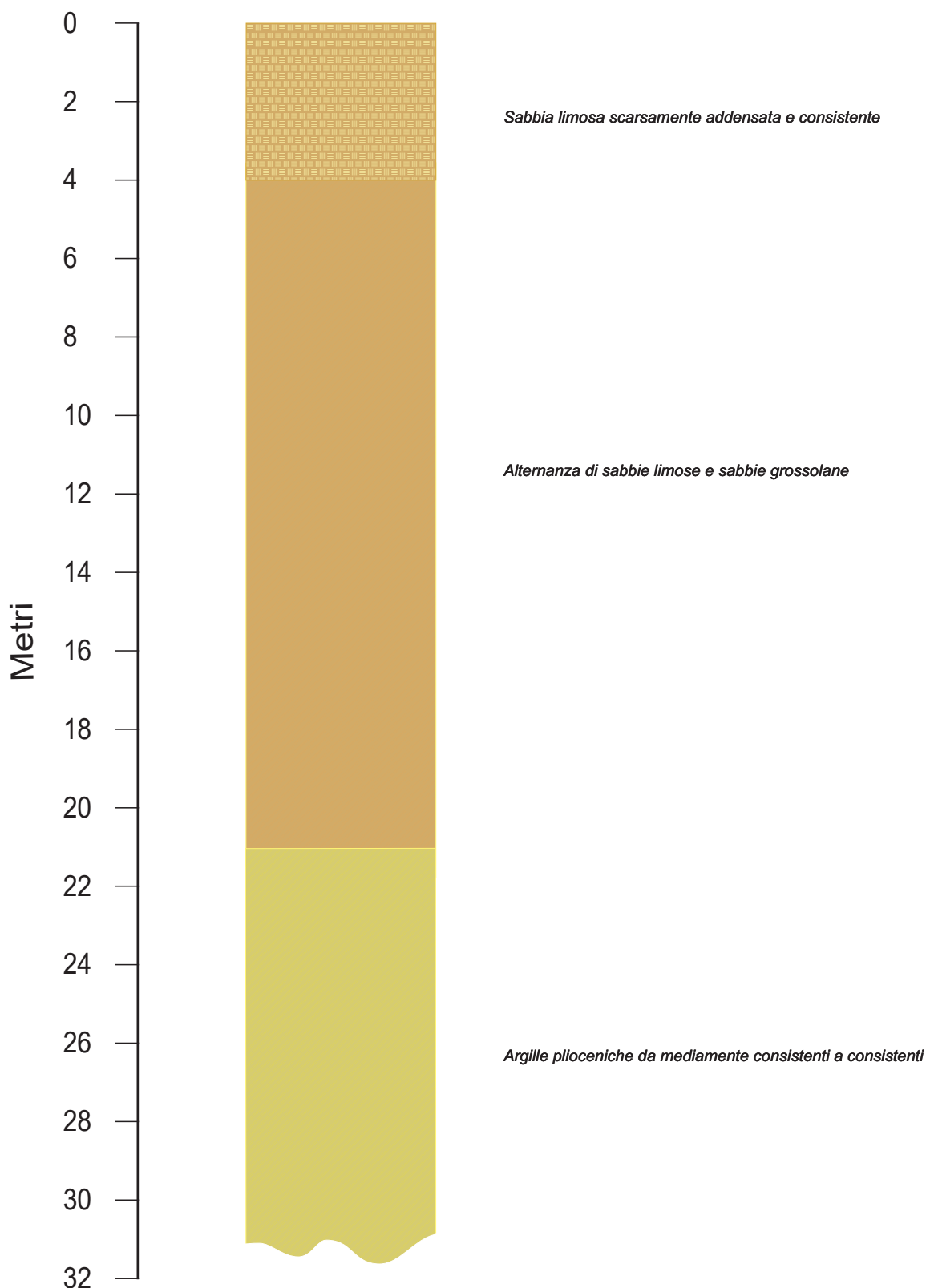
Carico applicato (kPa)	98.07	196.13	294.20
Tensione a rottura (kPa)	65,21	116,86	160,17
Spost. Oriz. A rottura (mm)	4,79	5,16	4,69

Norma UNI CEN ISO/TS 17892 - 10 : Febbraio 2005
DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale
Coesione (kPa) : 19,115
Angolo d'attrito (°) : 25,84



Cantiere: Via Cristoforo Colombo	Geol.: <i>Dott. Massimiliano LETTIERI</i>
Comune: Davoli	Data: Ottobre 2024
Committente: <i>TINO Giovanni</i>	Quota s.l.m.: 5 m s.l.m.
Coordinate: Long.: 16,659111 - Lat.: 38,550885	N° sondaggio: 1 penetrometrica, 1 Sismica; 1 Masw;

Stratigrafia di riferimento



Sezione Geologica

