REGIONE SICILIA

CITTA DI MILAZZO

(Citta' Metropolitana di Messina)

4[0] SETTORE Ambiente e Territorio

Servizio Politica del Territorio

Esecuzione Sentenza T.A.R. Sicilia - Sezione staccata di Catania (Sezione Prima) n. 729/2023 relativa al ricorso n°1863/2022, proposto dalla sig.ra TORRE Natala contro il Comune di Milazzo.

DITTA: TORRE Natala

ALLEGATO 6

RELAZIONE GEOMORFOLOGICA
Dott. Salvatore MAIO

DATA

MILAZZO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENENTO
Arch. Ferdinando TORRE

Firmato digitalmente da
FERDINANDO TORRE
CN = FERDINANDO TORRE
C = IT

Visto: IL COMMISSARIO AD ACTA
Arch. Massimo ALEO

arch. Massimo G. Aleo

Firmato digitalmente da arch. Massimo G. Aleo
Data: 2024.05.27 12:01:26 +02'00'

Allegato alla Deliberazione del Commissario ad acta n .....del.....

IL SEGRETARIO GENERALE

IL COMMISSARIO AD ACTA

COMUNE DI MILAZZO

CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA

OGGETTO: VARIANTE AL PIANO REGOLATORE GENERALE IN ESECUZIONE DELLA SENTENZA DEL TAR DI CATANIA N. 729/2023

RELAZIONE

GEOMORFOLOGICA

IL GEOLOGO
Dott. SALVATORE MAIO

Firmato digitalmente da:
maio salvatore
Firmato il 04/03/2024 11:59
Seriale Certificato: 3025890
Valido dal 29/11/2023 al 29/11/2026
InfoCamere Qualified Electronic Signature CA

COMUNE DI MILAZZO
CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA

VARIANTE AL PIANO REGOLATORE GENERALE IN ESECUZIONE DELLA SENTENZA DEL TAR DI CATANIA N. 729/2023

RELAZIONE GEOMORFOLOGICA

I N D I C E

- Premessa…….. pag. 1
- Caratteristiche morfologiche…… pag. 2
- Caratteristiche geologiche…… pag. 3
- Sismicità del territorio…… pag. 6
- Osservazioni macrosismiche…… pag. 7
- Disaggregazione magnitudo-distanza e stima della magnitudo attesa …… pag. 11
- Rischio tsunami…….. pag. 16
- Stratigrafia locale…….. pag. 18
- Caratteristiche idrogeologiche e modalità della circolazione idrica sotterranea…… pag. 18
- Valutazione di compatibilità idraulica…… pag. 19
- Caratterizzazione fisico-meccanica del terreno di fondazione pag. 21
- Categoria del sottosuolo di fondazione…… pag. 21
- Condizioni topografiche…… pag. 22
- Valutazione del potenziale di liquefazione…… pag. 22
- Pericolosità geologiche ed aree a maggiore pericolosità sismica locale…… pag. 25
- Considerazioni conclusive…… pag. 26

A L L E G A T I

- estratto P.A.I.
- carta geomorfologica
- carta geologica e sezione geolitologica
- carta e sezione idrogeologica
- stralcio P.R.G. degli acquedotti
- carta e sezione litotecnica
- carta delle prescrizioni ed indicazioni esecutive

PREMESSA

Su incarico del Comune di Milazzo, si è provveduto ad effettuare uno studio geomorfologico finalizzato alla eventuale riqualificazione urbanistica del terreno interessato dalla ***"Variante al Piano Regolatore Generale in esecuzione della sentenza del TAR di Catania n. 729/2023"*** relativa al ricorso n. 1863/2022 presso il medesimo TAR di Catania.

Come previsto dalle vigenti disposizioni in materia, con particolare riguardo al D.A. n° 120/GAB del 14.07.2021 emanato dall'Assessorato del Territorio e dell'Ambiente della Regione Sicilia[1] relativo all'approvazione del documento recante le modalità di esecuzione degli *"Studi geologici per la redazione degli strumenti urbanistici"*; il § 6.12 del D.M.I.T. 17 gennaio 2018 e art. 15 della L.R. n. 16/2016, vengono di seguito descritte le condizioni morfologiche, litologiche, geologico-strutturali, idrogeologiche e geotecniche del territorio esaminato.

In particolare, le condizioni locali sono state valutate tramite un accurato rilievo geologico di superficie, opportunamente esteso al di fuori dell'area di stretto interesse progettuale e proporzionato alle dimensioni, alle caratteristiche ed all'importanza dell'area oggetto di eventuale rideterminazione urbanistica; alla complessità della situazione geologica locale ed allo stato delle conoscenze della zona oggetto di indagine.

A tal proposito, il rilevamento di superficie ha permesso di ricostruire la serie litostratigrafica locale ed attenzionare l'eventuale presenza di criticità geomorfologiche ed idrogeologiche che possano interagire con il territorio esaminato.

In relazione alla complessità del contesto geologico in cui si inserisce il l'area in esame, si è altresì provveduto alla determinazione del modello geologico dell'area di intervento e alla valutazione preliminare delle caratteristiche fisico-meccaniche del terreni affioranti, attraverso i risultati scaturiti da precedenti studi ed indagini geognostiche eseguite, su terreni ad analoghe caratteristiche litologiche, presenti in aree limitrofe quella di interesse progettuale.

Alla presente relazione geomorfologica, si allegano i seguenti elaborati:

- estratto P.A.I.;
- carta geomorfologica;
- carta e sezione geolitologica;
- carta e sezione idrogeologica;
- stralcio P.R.G. degli acquedotti;
- carta e sezione litotecnica;
- carta delle prescrizioni ed indicazioni esecutive.

[1] Pubblicato in G.U.R.S. parte I n° 35 del 13.08.2021

CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE

L'area oggetto di studio ricade nella tavoletta in scala 1:25000 "Milazzo" I° S.O. del foglio n° 253 della Carta d'Italia edita dall'I.G.M. e mediante software *"Acca Edilus MS"* risulta localizzabile attraverso le seguenti coordinate geografiche (sistema di riferimento ED50):

Lat. 38.206877°
Long. 15.233664°

Dal punto di vista morfologico, l'area esaminata risulta totalmente pianeggiante e priva di discontinuità altimetriche ricadendo (ad una quota prossima a mt. 7,0 s.l.m.) sui depositi alluvionali recenti che caratterizzano l'estesa pianura costiera su cui sorge buona parte dell'abitato del Comune di Milazzo.

Sotto l'aspetto strutturale non si evidenziano fratture, faglie o cavità che possano essere di pregiudizio alle condizioni di stabilità.

Per quanto riguarda i caratteri idrografici, non sono stati rilevati solchi di erosione o linee di impluvio preferenziali allo scorrimento delle acque meteoriche che possano arrecare effetti morfologicamente apprezzabili nell'area indagata.

In particolare, gli elementi morfogenetici possono considerarsi assenti in quanto le acque di precipitazione meteorica, unico elemento morfologicamente attivo, raggiunta la superficie topografica, tendono ad infiltrarsi nel sottosuolo grazie alla morfologia pianeggiante e alla litologia permeabile dell'area stessa.

Il reticolo di drenaggio del territorio risulta costituito dal Torrente Mela e dal Torrente Floripotema-Corriolo che scorrono, entro i rispettivi alvei di magra, a distanze tali dal sito in esame da escludere eventuali fenomeni di erosione e/o esondazione a carico dell'area di interesse progettuale.

Le superfici oggetto di eventuale riqualificazione urbanistica ricadono al di fuori delle aree soggette a dissesto "*reale o potenziale*" di natura geomorfologica/idrogeologica e delle fasce di rispetto di cui al D.P.R.S. n° 109 del 15.04.2015, come individuato nel f. 587150 ("*carta della pericolosità e del rischio geomorfologico"*) della carta tecnica regionale relativa al P.A.I. dell'area territoriale compresa tra il bacino idrografico del T.te Corriolo e il bacino idrografico del T.te Mela.

Le strutture presenti in aree adiacenti, non evidenziano lesioni dovute a cedimenti differenziali del substrato di fondazione e/o segni di subsidenza,

evidenziando le buone condizioni di stabilità ed equilibrio geomorfologico in cui versa il territorio in esame.

La suddetta area non è stata altresì interessata dagli eventi alluvionali del 22 novembre 2011 e 10 ottobre 2015.

La carta geomorfologica in scala 1:2000 allegata alla presente relazione, evidenzia le peculiarità geomorfologiche del territorio oggetto di istanza di rideterminazione urbanistica e un suo intorno significativo.

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

Il rilevamento geologico è stato ampliato anche alle zone circostanti l'area di stretto interesse progettuale allo scopo di ottenere un inquadramento di questa in quella che è la geologia locale.

E' stato così possibile constatare come, nell'area in studio, affiori un unico termine litologico, costituito da sedimenti alluvionali ad andamento suborizzontale ascrivibili al ciclo sedimentario del Quaternario Recente e caratterizzati da notevole potenza ed estensione orizzontale.

Litologicamente si tratta di depositi clastici bene addensati, incoerenti, con una colorazione variabile dal marrone chiaro al marrone scuro e del tutto privi in fossili.

In particolare, il sedimento risulta caratterizzato da frequenti eteropie di facies, sia orizzontali che verticali, in quanto le caratteristiche granulometriche risultano variabili dal limo, alla sabbia, alla ghiaia, organizzate in sequenze metriche e decametriche provviste di scarsa continuità laterale, in cui la prevalenza dell'uno o dell'altro termine è imputabile alle condizioni locali delle correnti di trasporto durante i processi di sedimentazione.

La composizione mineralogica e le dimensioni granulometriche osservate sulle pareti di sbancamenti eseguiti per scopi diversi in tutta la fascia alluvionale costiera, testimoniano un'alta maturità mineralogica raggiunta dal sedimento.

Tale condizione, unitamente alla bassa maturità tessiturale dovuta alla matrice più o meno abbondante, dimostra come la morfologia locale sia

controllata da fenomeni prevalentemente deposizionali e, subordinatamente, da fattori strutturali.

In particolare, all'esame macroscopico, le sabbie risultano costituite da granuli di quarzo, feldspati e, in misura minore, minerali femici. Le ghiaie si presentano ben levigate, di forma allungata e risulta facilmente riconoscibile la natura metamorfica dei tipi litologici dalla cui erosione derivano.

I ciottoli presentano elementi cristallini di varia natura: granitico-pegmatitica, gneiss; anfiboliti e/o calcari cristallini dalla forma generalmente allungata e dagli spigoli arrotondati.

Tali sedimenti alluvionali si sono accumulati successivamente all'ultima fase regressiva legata alla glaciazione würmiana la quale, determinando l'abbassamento del livello marino fino ad una quota di circa 120 mt inferiore rispetto quella attuale, avrebbe consentito il ringiovanimento del reticolo idrografico con accentuazione dei processi erosivi a carico della retrostante dorsale peloritana.

Gli apporti solidi dovuti all'azione erosiva delle acque selvagge, nel corso del tempo geologico, sono andati ad accumularsi allo sbocco delle valli alimentando, man mano che il mare regrediva, conoidi di deiezione variamente orientati ed estesi.

La successiva trasgressione, denominata "*Flandriana*" o "*Versiliana*", con la risalita del livello del mare, avrebbe invece favorito i processi gradazionali con colmamento delle paleovalli formatesi durante la precedente fase regressiva.

L'attuale pianura alluvionale sarebbe infine emersa negli ultimi 5000 anni (Olocene: cronozona Sub Boreale - Sub Atlantica) fino a raggiungere la sua conformazione attuale in seguito alle fasi di sollevamento regionale tuttora in corso, mantenendo una leggerissima pendenza (1% circa) verso il mare, spessore valutabile in 70 mt. circa e giacitura trasgressiva rispetto alle sottostanti argille azzurre pleistoceniche.

Nella sua formazione, un ruolo importante sarebbe stato svolto dal promontorio di Capo Milazzo (costituito da un rilievo isolato di rocce cristalline di genesi e litologia analoga a quelle affioranti sul versante nord-orientale della Catena dei Peloritani) il quale, con la sua caratteristica di "alto strutturale" costituisce una barriera contro cui le correnti marine diminuiscono la velocità di trasporto favorendo la deposizione e l'accumulo dei clasti trasportati a mare dalle fiumare.

In particolare, dal punto di vista paleoambientale, la genesi del sedimento alluvionale in esame risulta attribuibile ad una alternanza di ambienti provvisti di *"elevata energia"* deposizionale durante i quali avveniva la

deposizione di materiale a granulometria grossolana in occasione delle fasi di piena del *"Ramo di Levante del T.te Mela"* (Fig. 1) il quale, tra la fine dell'ultima era glaciale e il XVI° secolo, sfociava nel Golfo di Milazzo.

In tale arco temporale e prima che nel 1581 si verificasse l'abbandono dell'asta fluviale a seguito degli interventi operati sulle arginature dal Vicerè Marco Antonio Colonna per conto del Governo Spagnolo (costringendo, in tal modo, il Torrente Mela, ad incanalarsi totalmente nel *"Ramo di Ponente"* e sfociare nel Golfo di Patti, *"risolvendo"* i problemi di insabbiamento dell'area

Fig. 1: Ricostruzione paleoambientale tratta dal convegno *"La Fiumara del Mela"* dall'emergenza alla salvaguardia del territorio. Italia Nostra, Milazzo, 17 dicembre 2016 . Autore Arch. C. Terranova. (in rosso ubicazione dell'area interessata dai lavori in oggetto).

portuale che ostacolavano l'operatività della flotta spagnola) si vennero a creare condizioni favorevoli alla deposizione di spessori decametrici di materiale a prevalente componente ghiaio-ciottolosa trascinati dalla corrente fluviale.

L'ambiente deposizionale di *"elevata energia"* veniva temporaneamente sospeso durante le fasi di "magra" del corso d'acqua, attraverso la deposizione di materiale a granulometria "fine" portato in sospensione dai diversi rivoli della corrente fluviale.

In relazione alle caratteristiche sedimentologiche, la genesi e deposizione del deposito alluvionale in esame, oltre che essere attribuita a fenomeni di straripamento, in ambiente di piana alluvionale, del suo canale fluviale, può anche essere riferita a migrazioni laterali del paleoalveo del medesimo T.te Mela e/o abbandono di un eventuale meandro.

SISMICITA' DEL TERRITORIO

Le ricerche sulla sismicità della Sicilia Orientale ed altri studi sui maggiori terremoti degli ultimi mille anni *(Barbano e Cosentino, 1981; Lombardo, 1984)* hanno dimostrato come il 48% circa del territorio siciliano abbia subito, almeno una volta, una scossa sismica di intensità superiore al 9° M.S.K.-64.

La distribuzione degli epicentri e l'attività sismica *(Riznichenko, 1964)* individuano la fascia orientale della Sicilia tra le aree ad elevata pericolosità sismica, con rischio sismico molto più alto nelle zone maggiormente popolate.

Il "rischio sismico" del territorio in esame è legato ai grossi eventi sismici a carattere regionale, come quelli del 1908; del 1693 e del 1169.

Barbano, Carrozzo, Cosentino et al. (1984), in accordo con la teoria di Gumbel, forniscono una tabella che lega la magnitudo (magnitudo = misura quantitativa della dimensione di un terremoto) al periodo di ritorno, considerato come intervallo di tempo per il quale è probabile che si verifichi l'evento sismico.

Per la parte Nord della Sicilia Orientale, forniscono i seguenti dati:

Magnitudo	*Periodo di ritorno*
3,0	4.0
4,0	12
5,0	39
6,0	123

per piccoli valori di magnitudo, si hanno quindi periodi di ritorno di circa quattro anni.

Nel territorio in esame e nell'entroterra tirrenico esistono però delle configurazioni tettoniche e strutturali (faglie) che possono modificare la risposta locale all'input sismico.

Lo studio del comportamento di una faglia, con particolare riferimento alla sua "*attività*" (intendendo con tale termine la possibilità di movimento in condizioni di sollecitazioni sismiche) esula dagli scopi del presente lavoro richiedendo tempi di osservazione particolarmente lunghi.

In linea generale si può comunque affermare che la zona dei Peloritani, così come quella dei Nebrodi e delle Madonie (che, nel complesso, formano la "Catena Costiera") costituisce un'area "sismicamente attiva" e risente della sismicità dell'area del Mar Tirreno.

Le caratteristiche strutturali, tettoniche e geologiche di tale area

confermano tale definizione e i più recenti terremoti, come quello di Caronia del 1967 (intensità 6°÷7°); di Mistretta del 1977 (intensità 6°) e quelli del Golfo di Patti del 15.04.1978 e 14.02.1999 (9° e 6° rispettivamente) unitamente ai recenti eventi sismici registrati all'interno della regione sismica dei M.ti Peloritani (eventi del 22.10.2004; 03.12.2004 e 10.03.2008 con magnitudo 3.5; 3.1 e 3.2 rispettivamente); costa settentrionale siciliana (eventi del 15.08.2013 con magnitudo 4.5 e 4.4) e M.ti Nebrodi (evento sismico del 08.03.2014 di magnitudo 4.0 con epicentro Floresta) forniscono esempi storici sulla pericolosità sismica di tale parte del territorio siciliano.

Da segnalare infine come, nel periodo gennaio 2003 ÷ novembre 2023, nell'ambito della zona sismica *"Costa siciliana Nord-orientale"*, siano stati registrati n° 1018 eventi sismici (l'ultimo dei quali in data 25.11.2023 con M=2.2) aventi profondità ipocentrali comprese tra 1,0 e 240 Km e valori di magnitudo variabili da 1.9 a 4.5.

OSSERVAZIONI MACROSISMICHE

L'individuazione e la caratterizzazione di strutture sismogenetiche nella Sicilia Orientale rappresenta un problema aperto a causa della complessità geologico-strutturale dell'intero Arco Calabro-Peloritano.

Allo scopo di considerare l'influenza dei terremoti capaci di dare un contributo significativo alla pericolosità sismica del settore in studio, occorre considerare i terremoti locali e regionali e quindi le zone sismogenetiche di un'area più vasta.

Azzaro R.; Barbano M.S.; Rigano R.; Antichi B. in "*Contributo alla revisione delle zone sismogenetiche della Sicilia"* hanno individuato, in Sicilia Orientale, alcune zone caratterizzate da sismicità omogenea, i cui terremoti sono stati avvertiti all'interno del territorio comunale di Milazzo.

In particolare, il territorio in esame risulta classificato in zona 2 ai sensi del D.D.G. n° 64/S.03 del 11.03.2022 *("Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale della Sicilia. Applicazione dei criteri dell'Ordinanza del*

Presidente del Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006, n° 3519. Deliberazione della Giunta Regionale 24 febbraio 2022 n° 81. Decreto di adozione della nuova classificazione sismica") e risulta compreso tra la zona sismogenetica 932 *("Strutture del Golfo di Patti"*) e la zona sismogenetica 929 *("Calabria-Stretto di Messina")* il cui areale viene indicato in Fig. 2.

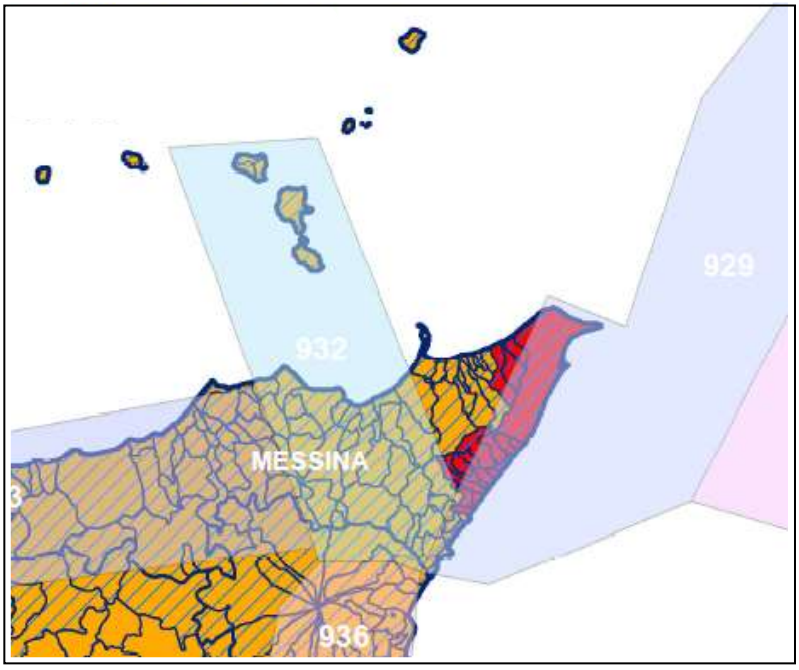


Fig. 2: Stralcio cartografia riportante la classificazione sismica regionale e zonazione sismogenetica ZS9

All'interno di tale area, la maggior parte dei terremoti risulta localizzata sul versante tirrenico lungo l'allineamento Patti-Vulcano-Salina ed in corrispondenza delle strutture sismogenetiche, subparallele alla costa ionica regionale, presenti all'interno dello Stretto di Messina.

In particolare, la sismicità del versante tirrenico è associabile alle strutture trascorrenti destre, orientate NO-SE, che costituiscono l'espressione più settentrionale della zona di taglio crostale rappresentata dalla linea Tindari-Giardini.

L'apparente mancanza di sismicità sul versante ionico, caratterizzato da minori evidenze morfotettoniche, non esclude che la "linea" possa essere attiva lungo tutta la sua estensione, presentando un gap sismico nella parte meridionale della stessa.

L'esame dei dati relativi al DBMI *("Data Base Macrosimico Italiano")* dall'anno 1000 all'anno 2020 reperibile sul sito www.ingv.it, permette di

individuare n° 50 eventi sismici accaduti tra il 1677 e il 2014 in un ampio intorno del Comune di Milazzo. L'elenco completo è indicato nella tabella seguente (Tab. A):

Is	Anno	Mese	Gior	Ora	Min	Sec	Epicentral area	Io	Mw
HD	1677		03				Milazzo		
7	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale	11	7,32
6-7	1715		03				Sicilia nord-orientale	6	4,63
F	1717	04	22				Monti Peloritani	6-7	4,91
6-7	1729	06	29	13			Golfo di Patti	6-7	4,86
5	1732	03	28				Monti Peloritani	5	4,16
F	1739	05	10	15	25		Monti Nebrodi	8	5,41
F	1743	02	20				Ionio settentrionale	9	6,68
7	1780	09	14				Golfo di Patti	7-8	5,33
7	1783	02	05	12			Calabria meridionale	11	7,1
6-7	1783	04	26	02	10		Sicilia nord-orientale	5-6	4,4
8-9	1786	03	10	14	10		Golfo di Patti	9	6,14
5	1823	03	05	16	37		Sicilia settentrionale	8	5,81
6-7	1831	01	28				Milazzo	5-6	4,4
4	1892	03	16	12	38		Alicudi	7	5,24
5-6	1893	04	22	03	20		Monti Nebrodi	6-7	4,83
6-7	1894	11	16	17	52		Calabria meridionale	9	6,12
5	1896	04	01	07	18	34	Calabria meridionale	5	4,27
5	1897	02	11	23	33	7	Ionio meridionale	5	5,03
4-5	1898	08	12				Sicilia nord-orientale	6-7	4,82
NF	1899	06	27	21	15		Salina	5	4,16
6	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	10-11	6,95
7	1908	12	28	04	20	27	Stretto di Messina	11	7,1
4	1926	08	17	01	42		Isole Eolie	7-8	5,28
5	1936	10	08	08	04		Patti	5-6	4,61
4	1939	01	27	20	10	13	Isole Eolie	7	5,1
NF	1941	05	22	06	16		Isola di Stromboli	7-8	5,33
4	1953	02	25	00	07	46	Vibonese	5-6	4,88
2-3	1968	01	15	02	01	9	Valle del Belice	10	6,41
F	1971	02	03	04	53	33.18	Tirreno meridionale		4,57
F	1975	01	16	00	09	45	Stretto di Messina	7-8	5,18
2	1977	06	05	13	59		Monti Nebrodi	6-7	4,61
3-4	1978	03	11	19	20	48.41	Aspromonte	8	5,22
7	1978	04	15	23	33	48.15	Golfo di Patti	8	6,03
3-4	1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	10	6,81
4-5	1990	12	13	00	24	25.68	Sicilia sud-orientale		5,61
NF	1995	07	23	18	44	22.95	Isole Eolie	6	4,63
4-5	1995	08	27	19	42	13.49	Golfo di Patti	4-5	4,11
4-5	1999	02	14	11	45	53.99	Golfo di Patti	6	4,66
NF	2000	05	29	14	25	32.48	Golfo di Patti	4-5	3,66
3	2001	05	17	11	43	057.9	Tirreno meridionale	4	4,97
4	2002	04	05	04	52	20.52	Isole Eolie	5-6	4,49
4	2002	09	06	01	21	27.25	Tirreno meridionale	6	5,92
NF	2004	05	05	13	39	42.93	Isole Eolie		5,42
NF	2005	11	21	10	57	40.23	Sicilia centrale		4,56
5	2006	02	27	04	34	01.83	Monti Peloritani	5	4,38
5	2010	08	16	12	54	47.89	Isole Eolie	5-6	4,68
3-4	2011	06	23	22	02	46.71	Monti Nebrodi	5-6	4,7
4	2013	08	15	23	06	51.2	Monti Peloritani	5-6	4,38
4	2014	01	14	03	43	42	Isole Eolie		4,1

Tab. A: Storia sismica del Comune di Milazzo

In essa, il parametro "*Is*" indica l'intensità macrosismica al sito; "*Io*" l'intensità macrosismica all'epicentro mentre con "Mw" viene indicata la magnitudo momento. Da essa si evince come, nel territorio comunale di Milazzo, il massimo valore dell'intensità macrosismica avvertito sia pari a 8-9.

Dalla comparazione dei dati macrosismici con quelli riportati nel catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 all'anno 2020 del CNR (integrato con il database parametrico e strumentale della sismicità ISIDe) appare evidente come la sismicità dell'area in studio sia dovuta a molti terremoti di bassa

magnitudo piuttosto che a pochi con alta magnitudo legati, questi ultimi, proprio al sistema di faglie che consente l'arretramento dell'arco calabro-peloritano e le strutture che segmentano il Golfo di Patti.

Il foglio di calcolo *"Spettr –NTC vers. 1.0.3"*, rilasciato dal Consiglio Superiore Lavori Pubblici, permette infine di inserire l'area di interesse progettuale all'interno di un quadrilatero delimitato da 4 dei 10751 nodi sismici in cui è suddivisa l'intera penisola italiana fino ad individuare il nodo sismico più vicino (Fig. 3) all'area di interesse progettuale (nel nostro caso il numero

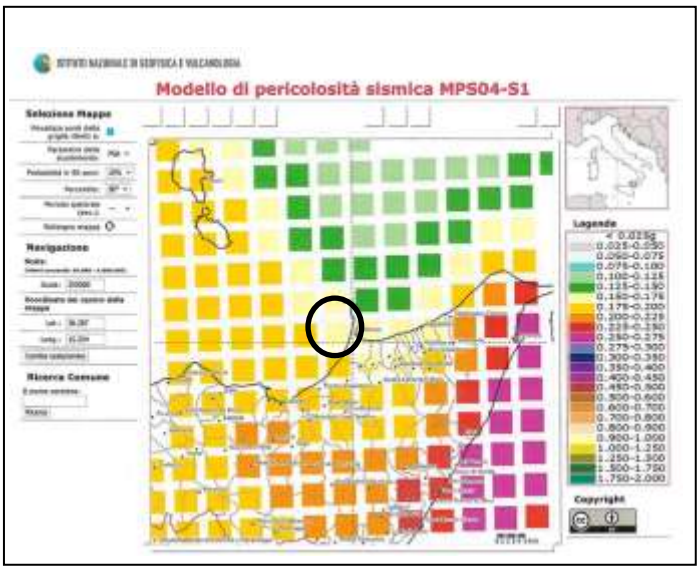


Fig. 3: modello di pericolosità sismica MPS04-S1 (da http://*esse1-gis.mi.ingv.it*) . Web Application Developed by F. Martinelli & C. Meletti, INGV · Progetto **S1**; a cura di INGV, Sezione di Pisa.

44761) fornendo i valori della pericolosità simica di base indicati in Tab. B riferite ai parametri a_g (accelerazione al sito); F_0 (Fattore di amplificazione spettro orizzontale); T^*_c (Inizio tratto a velocità costante spettro orizzontale) per i periodi di ritorno (T_R) di riferimento:

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,054	2,413	0,276
50	0,069	2,409	0,296
72	0,080	2,429	0,308
101	0,092	2,439	0,320
140	0,105	2,447	0,330
201	0,121	2,457	0,340
475	0,165	2,511	0,361
975	0,208	2,568	0,377
2475	0,274	2,622	0,408

Tab. B: Valori dei parametri sismici di riferimento per assegnato tempo di ritorno e per categoria di sottosuolo A

DISAGGREGAZIONE MAGNITUDO-DISTANZA E STIMA DELLA MAGNITUDO ATTESA

La presenza, all'interno di gran parte del territorio comunale di Milazzo, di estese coperture alluvionali rende difficile, se non impossibile, riscontrare evidenze superficiali legate al movimento di strutture tettoniche di recente attivazione.

Nonostante l'assenza superficiale di tali evidenze, risulta opportuno considerare l'eventuale presenza di faglie attive potenzialmente nascoste dalle coperture alluvionali quaternarie (o presenti in ambiente marino) la cui ultima attivazione sia avvenuta in epoca storica.

La consultazione del catalogo delle sorgenti sismogenetiche italiane DISS (*"Database of Individual Seismogenic Sources"*; Fig. 4) permette infatti di

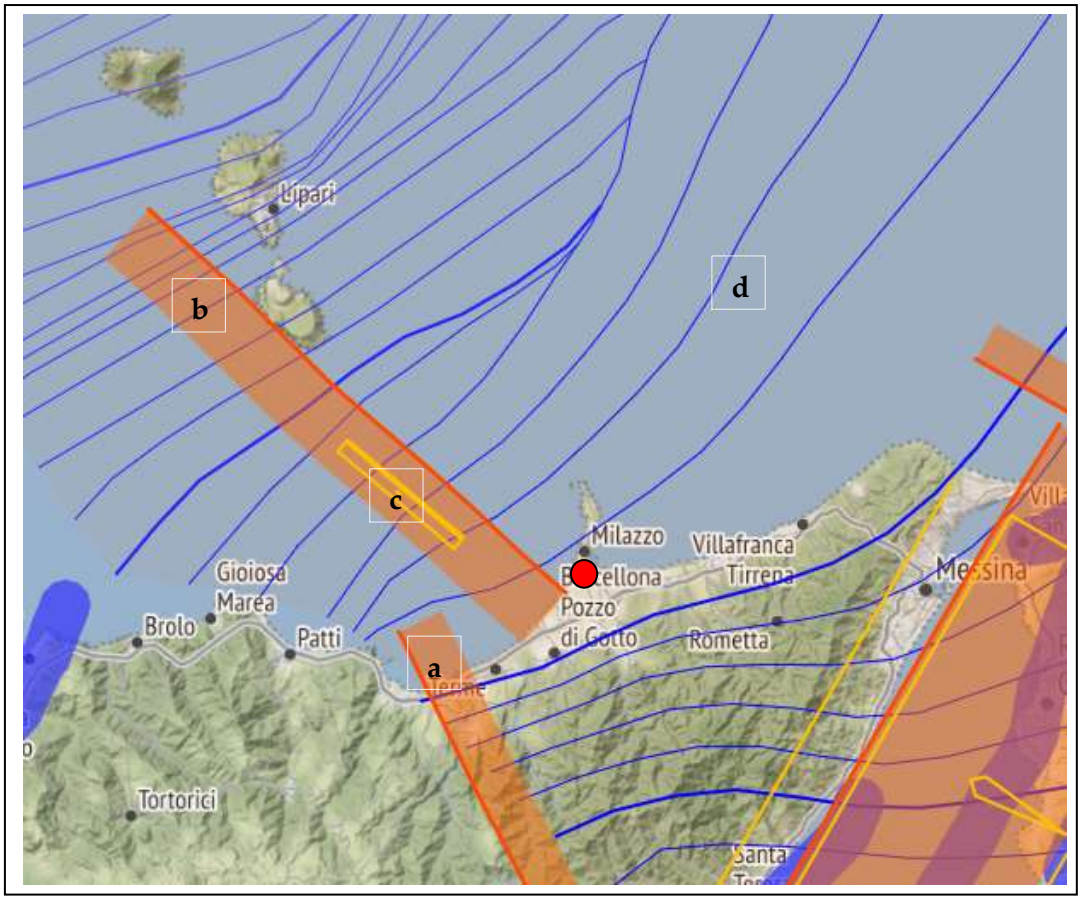


Fig. 4: Stralcio mappa sorgenti sismogenetiche italiane (Database of Individual Seismogenic Sources) da *www.ingv.it*.
● = area di interesse progettuale.

evidenziare come l'area di interesse progettuale si inserisca nel contesto geodinamico caratterizzato dalla presenza della faglia trascorrente che attraversa i M.ti Peloritani collegando l'arco eoliano con il versante ionico della provincia di Messina in corrispondenza di Giardini Naxos (sorgente sismogenetica *"Patti-Giardini";* lettera *"a"*; DISS-ID ITCS126; avente magnitudo massima attesa Mw = 6.1).

Ad essa si associa la sorgente sismogenetica composita *"Milazzo-Eolie"* (lettera *"b"* di Fig. 4; DISS-ID ITCS042) cui si sovrappone la sorgente sismogenetica individuale *"Golfo di Patti"* (lettera *"c"* di Fig. 4; DISS-ID ITIS045).

Il contesto geodinamico locale risulta ulteriormente complicato a causa dello sprofondamento e, successiva fusione in profondità, di porzioni di litosfera dal Mar Ionio al Tirreno meridionale (zona di subduzione DISS-ID ITSD001; lett. *"d"* di fig. 4) al di sotto dell'arco calabro-peloritano ed entro il mantello; con formazione di un piano di subduzione *("Piano di Benjoff")* inclinato di circa 50°÷60° con direzione WNW fino a circa 500 Km di profondità e una estensione laterale di circa 200 Km. Tale zona di subduzione (evidenziata dalla sismicità intermedia e profonda) risulta collocabile ad una profondità di Km 100 circa al di sotto del territorio comunale di Milazzo (Fig. 5).

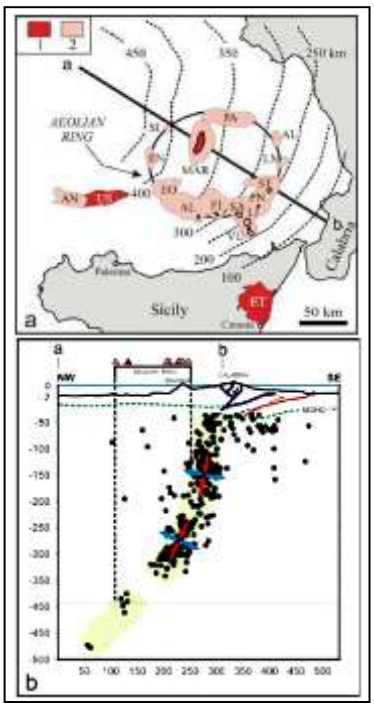


Fig. 5: Geometria del Piano di Benjioff nel Tirreno Meridionale. (da Bell K. et al. (2005). *Reasoning and beliefs about Italian geodynamics. Boll. Soc. Geol. It., 5, 119-127)*. Legenda: PA) Palinuro; AL) Alcione; LM) Lametini; ST) Stromboli; PN) Panarea; SA) Salina; LI) Lipari; VU) Vulcano; FI) Filicudi; AL) Alicudi; EO) Eolo; EN) Enarete; SI) Sisifo; MAR) Marsili; AN) Anchise; US) Ustica; ET Etna

In superficie, i confini strutturali ad orientazione NO-SE, che fungono da "*binari tettonici*", in corrispondenza dei quali avviene la subduzione della placca ionica, il sollevamento e la progressiva migrazione verso SE dell'arco Calabro-Peloritano, risultano identificabili attraverso i sistemi trascorrenti della "*Faglia di Crotone"* a Nord e il *"Sistema Eolie-Tindari-Letojanni"* a Sud (Neri et al., 2012: *"How lithospheric subduction changes along the Calabrian Arc in Southern Italy: Geophysical evidences". Int. J. Earth Science).*

La successiva Fig. 6, permette di evidenziare in dettaglio la geodinamica dell'area del Golfo di Patti, indicando le aree epicentrali relative ai principali eventi sismici, unitamente alla dislocazione laterale *("strike-slip")* presente nella faglia trascorrente che attraversa i M.ti Peloritani (collegando l'arco eoliano con il versante ionico della Provincia di Messina in corrispondenza di Giardini Naxos) dando vita alle predette sorgenti sismogenetiche *"Patti-Giardini"* (TNFZ= Tindari-Novara Fault Zone) e *"Milazzo-Eolie"* (VMFZ= Vulcano-Milazzo Fault Zone).

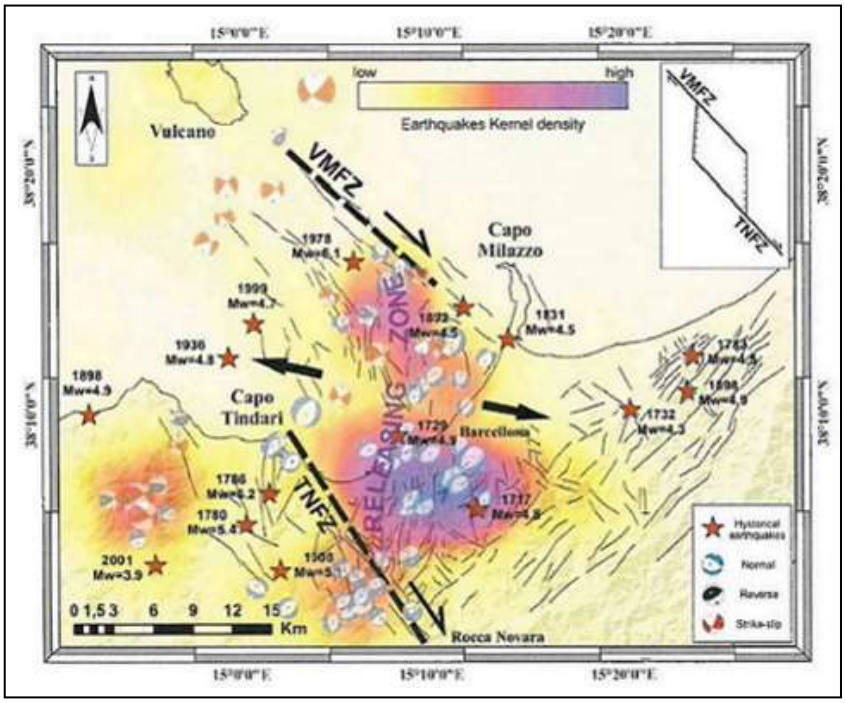


Fig. 6: Ricostruzione geodinamica del Golfo di Patti (da *Rovida et al., 2011)*

Le predette strutture tettoniche, in ambito *"off-shore"*, delimitano la *"Dorsale di Patti"* (il cui *"innalzamento"* rispetto alla circostante piattaforma continentale risulta probabilmente dovuto ad intrusioni magmatiche e alla risalita di gas) mentre, in corrispondenza della costa tirrenica, formano una

depressione strutturale *("Releasing Zone")* dovuta a fenomeni distensivi con conseguente assottigliamento crostale e risalita di CO_2 ed He provenienti dal mantello.

All'interno di tale contesto geodinamico e con riferimento alla Tab. A precedentemente indicata, è possibile evidenziare, per il territorio comunale di Milazzo eventi sismici a partire dal XVII secolo e i danni maggiori risultano attribuibili al sisma del 10 marzo 1786 (in concomitanza del quale è stata registrata la massima intensità macrosismica) e del 15 aprile 1978. Entrambi gli eventi risultano riferibili a sorgenti sismogenetiche localizzate nell'area del Golfo di Patti.

Danni minori sono stati registrati in occasione degli eventi sismici del 11 gennaio 1693; 05 febbraio 1783; 8 settembre 1905 e 28 dicembre 1908.

Si osserva altresì il verificarsi di due terremoti con area epicentrale nel territorio comunale di Milazzo ed aventi intensità oltre la soglia di danno (I≥5÷5.5 scala MCS) verificatesi il 26.04.1783 e il 28 gennaio 1831.

Ne deriva che, nel territorio comunale di Milazzo, nonostante la mancata evidenza superficiale di strutture tettoniche, non è possibile escludere a priori l'esistenza di faglie sismogenetiche potenzialmente attive, sebbene non individuabili dalle indagini di superficie.

Inoltre dall'analisi della suddetta Tab A, è possibile evidenziare come l'intero territorio comunale sia stato storicamente "*investito*" da *"treni d'onda sismici"* provenienti dall'attivazione di strutture tettoniche riferibili a zone sismogenetiche adiacenti.

Ai fini del presente lavoro, la valutazione delle diverse sorgenti sismiche in sito, viene stimata attraverso la procedura di disaggregazione proposta da *McGuire (1995)* e *Bazzurro-Cornell (1999).*

Attraverso tale procedura è possibile definire il contributo di sorgenti sismogenetiche poste a distanza R dal sito oggetto di indagine e capaci di generare terremoti di magnitudo M.

Nella figura di pagina seguente (Fig. 7) viene riportato il grafico di disaggregazione per l'area in esame facendo riferimento a tempi di ritorno dell'evento atteso pari a 475 anni (SLV).

In particolare, dal suddetto grafico si evince come, la pericolosità sismica dell'area oggetto di intervento, sia determinata dalla probabilità del verificarsi di un evento sismico di Magnitudo 4.0 ÷ 7.5 entro 50 km di distanza con la probabilità massima del verificarsi di un evento sismico (*"terremoto di scenario")* avente il valore di magnitudo, distanza epicentrale (Km) e deviazione standard riportato nella successiva Tab. C.

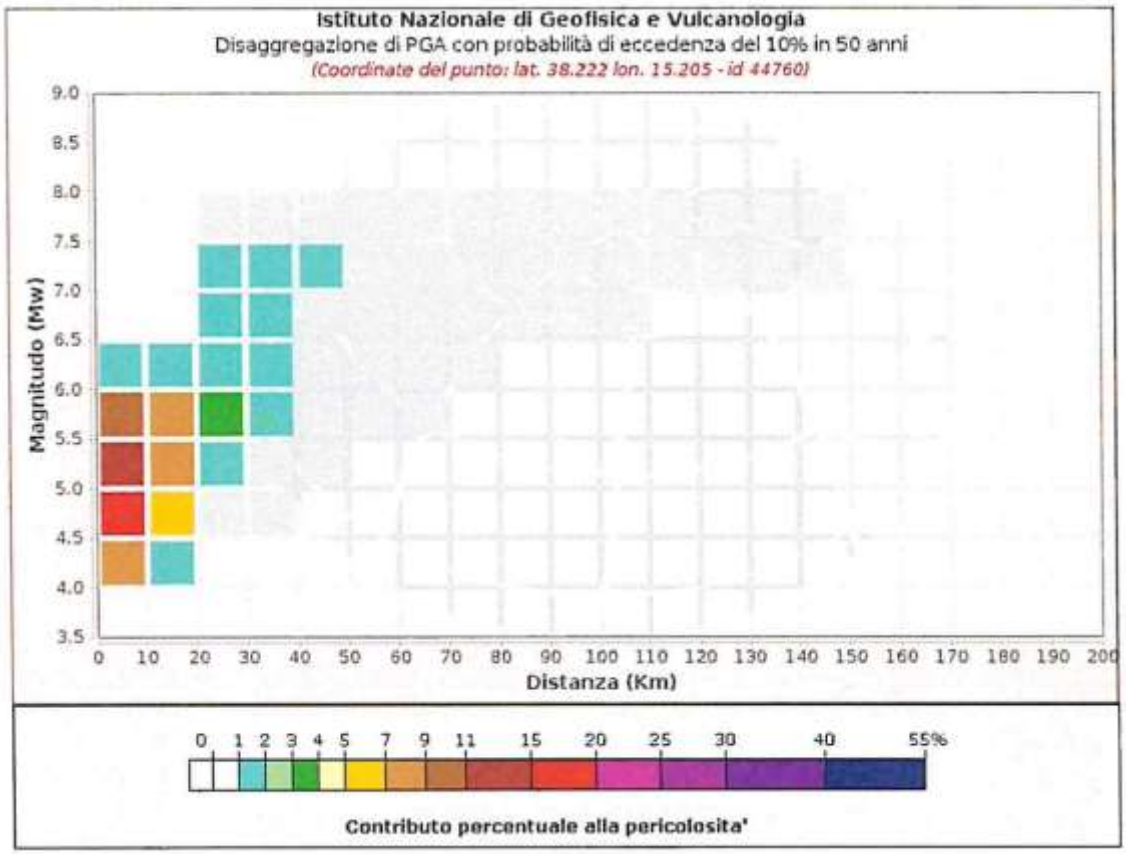


Fig. 7: grafico di disaggregazione magnitudo-distanza
(da *esse1-gis.mi.ingv.it*)

Valori medi		
Magnitudo	**Distanza**	**Epsilon**
5.4	13.8	1.06

Tab C: valori medi del "terremoto di scenario"

Si segnala tuttavia che la situazione geodinamica locale precedentemente descritta, allo stato attuale delle conoscenze, non implica presenza di faglie attive e capaci in corrispondenza dell'area di stretto interesse progettuale e/o conseguenze di tipo strutturale sull'edificato.

RISCHIO TSUNAMI

L'attività sismica e vulcanica presente nel basso Tirreno può determinare la formazione di *"onde anomale"* in grado di coinvolgere la fascia costiera del territorio comunale di Milazzo.

In occasione dell'eruzione dello Stromboli del dicembre 2002 ed a seguito del collasso di una porzione di parete dell'edificio vulcanico, si vennero infatti a generare onde di maremoto che raggiunsero le coste siciliane e calabresi interessando anche i pontili della Raffineria Mediterranea.

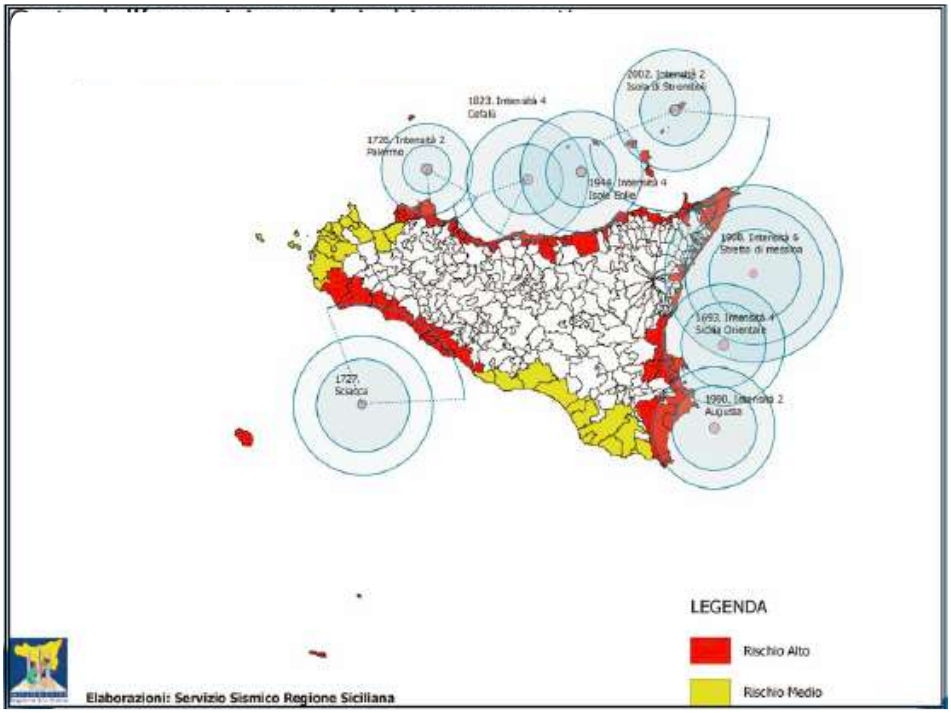


Fig. 8: Carta dell'esposizione al rischio maremoti per i comuni costieri della Sicilia (da *Servizio Sismico Regione Sicilia*)

La mappatura delle aree allagabili a seguito di onde anomale rappresentate nel *"Piano di Gestione del Rischio Alluvioni"* (predisposte dal Dipartimento della Protezione Civile, S.17 –Centro Funzionale Decentrato Multirischio Integrato) evidenzia come l'area oggetto di intervento risulta potenzialmente soggetta ad ingressione marina causata da un generico innalzamento improvviso e repentino del livello del mare con altezza d'onda compresa tra 6 e 9 m (Fig. 9).

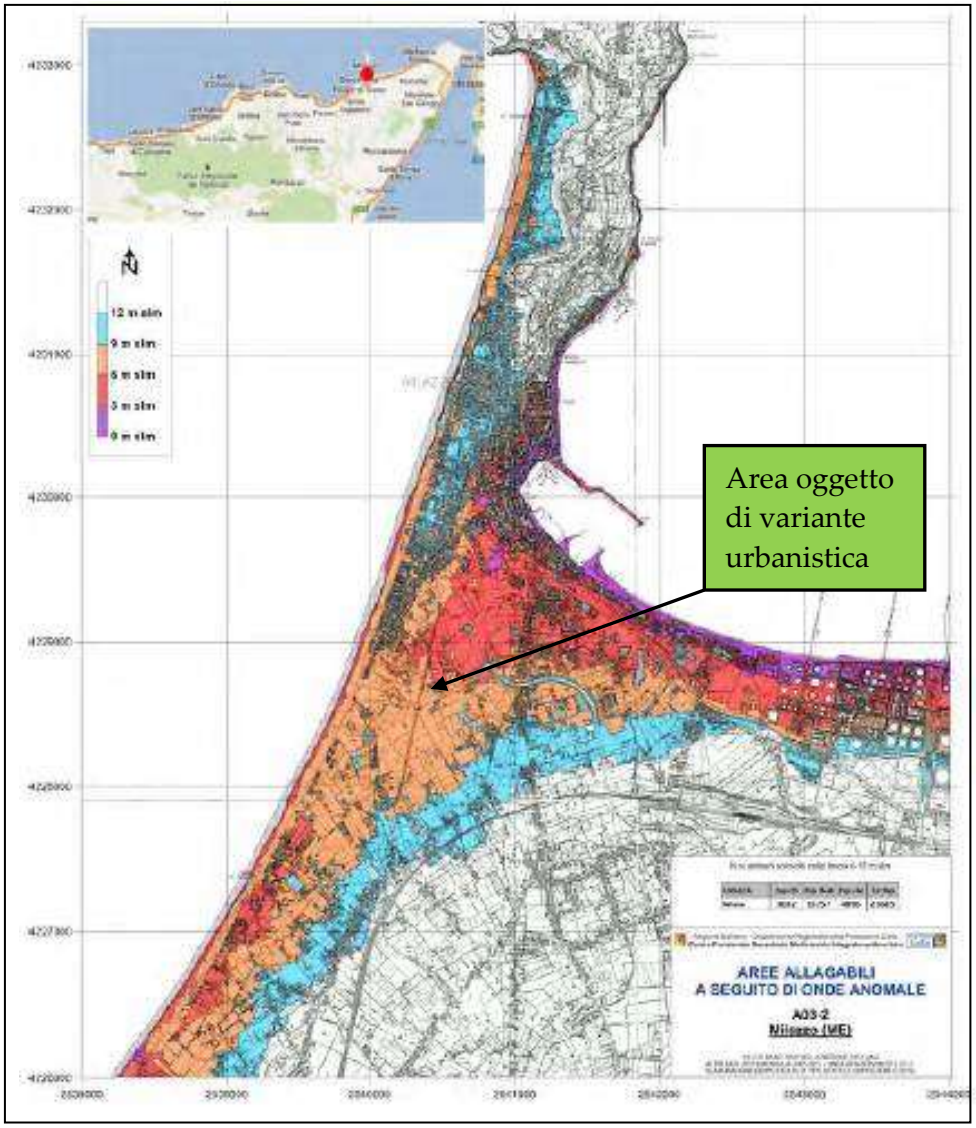


Fig. 9: PGRA_rapporto_onde_ anomale_ 1-2015

La sorveglianza dell'area e il monitoraggio delle attività sismiche presenti nel basso Tirreno, dovrebbe tuttavia consentire alla Protezione Civile una ordinata evacuazione delle aree esposte in caso di evento critico; senza pericolo per l'incolumità delle persone, disponendo la condizione di allarme con congruo anticipo rispetto al verificarsi di tale evento.

STRATIGRAFIA LOCALE

L'osservazione diretta dei litotipi affioranti sulle pareti di alcuni sbancamenti attualmente presenti in aree limitrofe quella oggetto di intervento, permette di ricostruire la seguente successione stratigrafica locale:

PROFONDITA' DAL P.C. (mt.)	STRATIGRAFIA
0,00 ÷ 0,90	Terreno vegetale
0,90 ÷ 7,00	Depositi alluvionali costituiti da sabbie limose e/o limi sabbiosi con occasionali frammenti litici, passanti a sabbie argillose con limo di colore nocciola

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE E MODALITA' DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA

Sulla scorta delle caratteristiche litologiche osservate durante il rilevamento geologico di superficie, si è provveduto ad evidenziare lo schema della circolazione idrica riscontrabile nell'area oggetto di intervento.

Poichè l'idrodinamica superficiale e sotterranea risulta determinata dai limiti idrogeologici che si instaurano al passaggio tra una facies e l'altra (sia in senso orizzontale che verticale) ne deriva che, all'interno del bacino idrografico in cui ricade l'area oggetto di rideterminazione urbanistica, le acque di precipitazione meteorica si infiltrano e circolano nel sottosuolo provenendo dalle porzioni sommitali del bacino idrografico del T.te Mela, fino a trovare recapito nel deposito alluvionale costiero il quale rappresenta il collettore di tutte le acque sotterranee in quanto verso di esso affluiscono e si convogliano le acque che, in varia forma, entrano nel bacino idrogeologico.

In particolare, il deposito alluvionale presente in corrispondenza della "*Piana di Milazzo*", costituisce un acquifero multifalda a causa di intercalazioni impermeabili costituiti da livelli limosi, di varia potenza ed estensione, allungati nel senso della corrente che li ha depositati.

In tale acquifero, la superficie piezometrica si riscontra a profondità variabile durante il corso dell'anno (in relazione al volume delle precipitazioni meteoriche e degli emungimenti) e presenta direzione di flusso verso la linea di costa.

Dall'esame dei pozzi presenti in aree limitrofe quella di interesse progettuale, risulta che la falda più superficiale presenta un livello piezometrico la cui profondità media stagionale risulta prossima a mt. 6,0 circa dal p.c.

Tale risorsa idrica risulta differente rispetto quella presente nel raggio di Km 1,0 dall'area in esame ed utilizzata per scopi idropotabili dal Comune di Milazzo in quanto i pozzi *"Contura 1" e "Zirilli 1"* (profondi, rispettivamente, 50 m e 40 m) attingono ad una falda idrica profonda e maggiormente protetta nei confronti di eventuali carichi inquinanti provenienti dalla superficie.

VALUTAZIONI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

Lo studio di compatibilità idraulica risulta generalmente finalizzato ad individuare le aree del territorio potenzialmente soggette a dissesti idraulici a causa dell'esondazione di corsi d'acqua e/o canali artificiali.

Nel caso in esame ed in relazione alla superficie topografica occupata dalle particelle oggetto di variante urbanistica, la trasformazione del territorio può essere valutata a *"basso impatto"*.

Dal punto di vista geomorfologico ed idraulico, l'area risulta suborizzontale e distante oltre 3,0 Km dai principali corsi d'acqua (Torrente Mela e Torrente Floripotema-Corriolo).

In particolare, la suddetta area oggetto di variante urbanistica e un suo intorno significativo, non rientra tra le aree suscettibili di allagamento in quanto non risulta inclusa tra le aree a pericolosità idraulica o siti di attenzione mappati nel P.A.I. vigente.

La medesima area non risulta altresì ubicata in prossimità dello sbocco di valloni montani potenzialmente soggetti al transito di colate rapide di detrito.

In relazione alla superficie oggetto di variante e alla distanza dai suddetti corsi d'acqua, è altresì possibile dedurre che la trasformazione del territorio, prevista nella presente variante al P.R.G., non implica rischio di inondazione a valle e/o nei dintorni dell'area trasformata.

Analogamente, sempre in relazione alla superficie oggetto di variante e alla distanza dai corpi idrici superficiali, risulta possibile escludere *"modifiche ed interferenze alle condizioni naturali del regime idrologico che inducono un aumento delle portate recapitate ai corpi idrici naturali o artificiali"*[2]. In particolare, si osserva che l'intervento in variante al P.R.G.:

a) non peggiora le condizioni di funzionalità idraulica e non impedisce il deflusso delle piene di riferimento dei corsi d'acqua;
b) non pregiudica le condizioni di equilibrio dinamico degli alvei;
c) non provoca restringimento delle sezioni d'alveo;
d) non pregiudica e non provoca restringimenti delle aree di naturale espansione delle piene;
e) non costituisce fattore di aumento della pericolosità idraulica producendo ostacoli al normale deflusso delle acque;
f) non arreca pregiudizio alle rete di canalizzazione delle acque esistente.

Si rileva altresì l'assenza di linee di drenaggio preferenziali che possano indurre fenomeni di inondazione all'interno dell'area oggetto di variante mentre le acque zenitali che non dovessero essere assorbite dal terreno (provvisto di media-elevata permeabilità primaria per porosità) a seguito della trasformazione urbanistica del territorio, possono essere gestite attraverso *"Sistemi di Drenaggio Urbano Sostenibili"*.

Per quanto precedentemente indicato si ritiene pertanto scongiurato un aumento del livello di rischio idraulico presente sul territorio.

In particolare, il riuso delle acque di pioggia defluenti dalle coperture ai fini dell'irrigazione e/o innaffiamento giardini o, in alternativa, la canalizzazione e regimentazione delle acque meteoriche verso pozzi disperdenti, permette di mantenere inalterato il volume di infiltrazione efficace in grado di alimentare le falde sotterranee.

Tale sistema di smaltimento delle acque meteoriche, risulta idoneo ad evitare qualsiasi aumento del deflusso superficiale o l'eventuale instaurarsi di azioni di dilavamento e/o ruscellamento superficiale da parte delle acque zenitali poiché, le funzioni idrologiche naturali del suolo, verrebbero recuperate attraverso processi di infiltrazione e dispersione nel sottosuolo.

Risulta quindi possibile escludere un aumento del livello di pericolosità e rischio idraulico in quanto, la variante urbanistica in oggetto, in relazione alla superficie coinvolta e all'uso del territorio che ne scaturisce, non apporta modifiche alle condizioni naturali del regime idrologico, tali da provocare aumento delle portate recapitate ai corpi idrici naturali o artificiali.

[2] Art. 1.4 (Ambiti di applicazione") di allegato 1 *("Riferimenti tecnici e normativi per lo studio di compatibilità idraulica")* di cui al D.A. n° 117 del 07/07/2021

CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Per una valutazione preliminare delle caratteristiche geomeccaniche dell'area oggetto di rideterminazione urbanistica si fa riferimento ai risultati scaturiti da precedenti indagini geognostiche (prove penetrometriche dinamiche continue) eseguite, dallo scrivente, su terreni ad analoghe caratteristiche litologiche presenti in aree limitrofe quella oggetto di intervento.

In particolare, con esclusione del livello di terreno vegetale (destinato comunque all'asportazione per eventuali usi edificatori del territorio) viene indicato il seguente range di variazione dei parametri geotecnici, variabile in funzione delle anisotropie litologiche e granulometriche riscontrabili all'interno dell'area di sedime:

Peso di volume	J = 1,8÷1,9 t/m^3
Peso di volume immerso	J' = 0,8÷0,9 t/m^3
Angolo di attrito	φ = 22° ÷ 26°
Coesione	c = 0,0 ÷ 0,1 Kg/cm^2

In conformità con l'allegato "D" del D.A. n° 120/GAB del 14.07.2021 emanato dall'Assessorato Territorio ed Ambiente della Regione Sicilia, la carta litotecnica e le relative sezioni in scala 1:2000 allegate alla presente relazione, riportano la classificazione dei terreni di fondazione distinguendoli tra terreni di copertura (categoria G2c) e formazione di substrato (argille azzurre; categoria H1) per la quale viene comunque omessa la parametrizzazione geotecnica in quanto non affiorante nell'area indagata e riscontrabile solo per profondità maggiori rispetto quella di normale interesse geotecnico.

CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE

Prospezioni geofisiche eseguite con metodologia MASW in aree limitrofe quella oggetto di intervento e su terreni ad analoghe caratteristiche litologiche, non hanno permesso di riscontrare la presenza del *"substrato" ("…definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/sec"; NTC 2018, § 3.2.2)* entro la profondità di mt. 30 dal piano di imposta delle fondazioni.

Si è quindi reso possibile determinare la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio (Vs_{eq}) ricostruendo il profilo verticale della velocità delle onde S fino alla profondità di mt. 30 dal p.c. ottenendo:

$$290 \leq Vs_{eq} \equiv Vs_{30}\,(m/sec) \leq 330$$

Tali valori permettono di classificare il terreno di fondazione ai sensi del § 3.2.II del D.M.I.T. 17 gennaio 2018 come appartenente alla categoria di sottosuolo "C" *("Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine 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 e 360 m/sec.")*

CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

In relazione all'andamento della superficie topografica e alle condizioni morfologiche locali, l'area in esame risulta classificabile come appartenente alla categoria topografica T1 *("Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°")* ai sensi della tabella 3.2.III del D.M.I.T. 17.01.2018.

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

I depositi sabbiosi saturi, in conseguenza di un evento sismico, possono subire l'annullamento della resistenza al taglio a causa di un incremento della pressione interstiziale delle molecole d'acqua contenute entro il sedimento.

In tali condizioni, il terreno non è più in grado di sopportare alcuna sollecitazione esterna indotta dalle costruzioni ivi presenti che, di conseguenza, tendono a sprofondare.

Il fenomeno descritto è noto come *"liquefazione dei terreni"* ed è governato da molteplici fattori quali granulometria dei sedimenti; età e dimensioni del deposito; stato di addensamento; storia delle precedenti deformazioni....

L'avvenuta liquefazione si manifesta, in condizioni di *"campo libero"* e in assenza di manufatti, attraverso la formazione di vulcanelli di sabbia, rotture o spostamenti laterali del terreno.

In presenza di manufatti attraverso la perdita di capacità portante e/o lo sviluppo di elevati cedimenti e rotazioni.

Per il sedimento in esame, l'esecuzione di indagini sismiche con metodologia MASW sui depositi ad analoga composizione granulometrica presenti in aree circostanti quella di interesse progettuale, ha permesso di effettuare alcune valutazioni del potenziale di liquefazione adottando i criteri proposti da *Andrus R.D. & Stokoe K.H., 2000 (Liquefaction Resistance of Soils from Shear-Wave Velocity)* successivamente modificati da *Andrus R.D.; Stokoe K.H. & Juang C.H., 2004 (Guide for Shear-Wave-Based Liquefaction Potential Evaluation. Eartquake Spectra).*

In particolare, tali Autori mettono in relazione la velocità delle onde di taglio Vs con la resistenza ciclica alla liquefazione (CSR, "*Cyclic Stress Ratio*") di un sedimento e, dall'elaborazione dei dati ottenuti dalle indagini in sito, è possibile realizzare il diagramma di pagina seguente (Fig. 10) il quale evidenzia come, l'area indagata, risulti non liquefacibile, con fattore di sicurezza (FSL) pari a 1,5, anche nel caso di un sisma avente magnitudo M = 8.0.

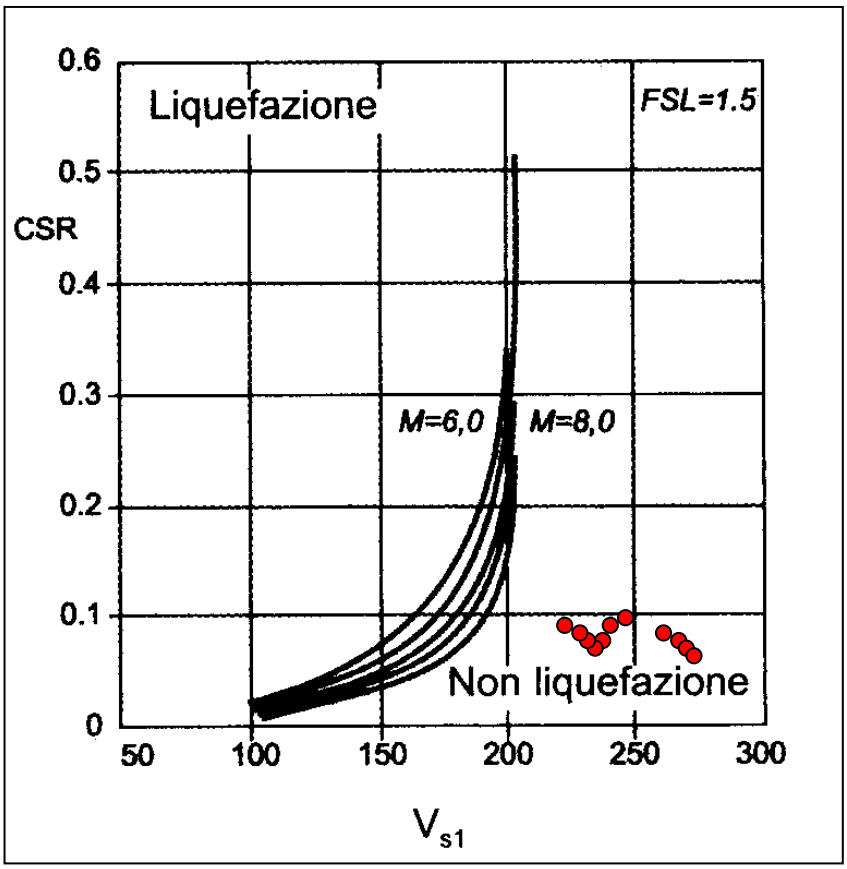


Fig. 10: Correlazione fra il rapporto di sforzo ciclico CSR e la velocità delle onde di taglio corretta in funzione della pressione litostatica.

Tale dato trova riscontro nelle esperienze di *Ambraseys N.N., 1991 ("Engineering sismology. Int. J. Earthquake Eng. Struct. Dyn. 17, 1-105)* e in quelle di *Papadopulos G.A. and Lefkopulos G, 1993 ("Magnitude-distance relations for liquefaction in soil from earthquakes. Bull.Soc. Am. 83, 925-935")* i quali, analizzando complessivamente 170 casi di liquefazione avvenuti in una ampia variabilità di contesti tettonici e sedimentari variamente distribuiti su tutto il pianeta, hanno potuto verificare l'esistenza di una relazione fra la magnitudo e il logaritmo della distanza all'interno della quale possono innescarsi fenomeni significativi di liquefazione.

Con specifico riferimento agli ambienti tettonici italiani, studi condotti da *Berardi R; Margottini C; Molin D & Parisi A. (1988) ("Liquefazioni del terreno in occasione di terremoti storici italiani". Dati preliminari, Atti 74 Congr. Soc. Geol. It., Sorrento 13-17 settembre 1988 pagg. 13-20)* e *Berardi R; Margottini C; Molin D & Parisi A. (1991) ("Soil Liquefaction: case histories in Italy. Tectonophysics, 1991, 193 (1-3) s.i. 141-164")* hanno provveduto alla determinazione del valore di magnitudo (M) necessario ad indurre fenomeni di liquefazione attraverso la valutazione della distanza R dall'epicentro del sisma.

In particolare, nel caso in esame, considerando la *"distanza epicentrale"* (Km 13,8) indicata in Tab. B per il terremoto di scenario con tempi di ritorno pari a 475 anni (SLV) il valore di *"magnitudo momento soglia"* affinchè possano, eventualmente, innescarsi fenomeni di liquefazione risulta:

$M_{(soglia)}$	Autori
5.81	Ambraseys N.N., 1991
5.62	Papadopulos G.A.; Lefkopulos G., 1993
6.15	Berardi et Al. 1988,1991

Tali valori di magnitudo risultano superiori al valore di magnitudo previsto dal "*terremoto di scenario"* relativo al sito in esame ed indicato in Tab. B, per cui si rende possibile escludere potenziali fenomeni di liquefazione che interessano l'area oggetto di eventuale rideterminazione urbanistica.

Si segnala altresì che nella letteratura specialistica ("*New Empirical Relationships Between Magnitude and Distance for Liquefaction"* di Galli P., Tectonophysics 324, anno 2000, pagg. 169-187) non viene riportato alcun episodio circa fenomeni di liquefazione cha hanno interessato il versante tirrenico della Sicilia Nord-orientale durante il periodo 1117÷1990.

PERICOLOSITA' GEOLOGICHE ED AREE A MAGGIORE PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

Il rilevamento geologico di superficie non ha evidenziato presenza di strutture tettoniche o condizioni di criticità geologiche significative (frane, colate di detrito, fenomeni di erosione, esondazione, subsidenza, ecc.) che coinvolgono l'area di interesse progettuale e un suo intorno significativo.

Tuttavia, la presenza della superficie piezometrica alla profondità media stagionale di mt. 6,0 circa dal p.c. impone particolare cautela di fronte ad eventuali carichi inquinanti di origine antropica provenienti dalla superficie.

Risulta pertanto auspicabile l'assenza di sbancamenti profondi per la realizzazione di eventuali tipologie costruttive e la realizzazione di una adeguata rete di smaltimento delle acque bianche e nere, opportunamente dimensionata ed idonea ad abbattere il potenziale livello di inquinamento delle risorse idriche.

Tale accorgimento permetterà di tutelare la falda sotterranea anche nel caso di un eventuale innalzamento del livello piezometrico in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi e prolungati.

Durante il corso dei sopralluoghi non sono inoltre stati individuati elementi geologici, morfologici, paleontologici e/o mineralogici tali da assumere requisiti di rarità ed interesse scientifico ed essere soggetti a tutela.

L'area investigata non rientra pertanto tra i siti inclusi in *"Aggiornamento dell'elenco dei siti di interesse geologico"* che riguardano la Provincia di Messina (all. 1; Decreto 28 giugno 2018, Assessorato Territorio ed Ambiente, Regione Sicilia).

La presenza di depositi alluvionali su tutta l'area investigata, unitamente all'assenza di contatti stratigrafici tra formazioni litologiche aventi differente comportamento geomeccanico e la mancanza di un bedrock sismico entro i primi 30 mt di profondità rende, l'area di interesse progettuale, non soggetta a fenomeni di amplificazione delle onde sismiche ed esente da fenomeni di liquefazione.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In sintesi di quanto precedentemente esposto circa le caratteristiche morfologiche, litologiche, idrogeologiche e litotecniche del terreno esaminato, è possibile rilevare come il sito interessato dalla richiesta di rideterminazione urbanistica versa in buone condizioni di stabilità geomorfologica.

In particolare:

- Il terreno oggetto di studio risulta costituito da una successione di sedimenti alluvionali di età olocenica, sovrapposti trasgressivamente alla formazione pleistocenica delle argille azzurre.
- Tali sedimenti alluvionali presentano una componente prevalentemente sabbio-limosa nei livelli superficiali; un buon grado di addensamento e spessore complessivo valutabile in 70 m circa.
- In seguito ai sopralluoghi effettuati, in corrispondenza dell'area oggetto di intervento e un suo intorno significativo, non sono stati individuati processi geomorfologici attivi in grado di interagire negativamente con l'area esaminata.
- Il sito di interesse progettuale ricade al di fuori delle aree soggette a rischio geomorfologico/idraulico e delle relative fasce di rispetto di cui al D.P.R.S. n° 109 del 15.04.2015, come indicato nel f. 587150 ("*carta della pericolosità e del rischio geomorfologico*") della CTR relativa al P.A.I. dell'area territoriale compresa tra il bacino idrografico del T.te Corriolo e il bacino del T.te Mela.
- L'area oggetto di intervento non è stata interessata dagli eventi alluvionali del 22 novembre 2011 e 10 ottobre 2015.
- Dal punto di vista idrogeologico, è da rilevare la presenza di livelli idrici sin dalla profondità di mt. 6,0 circa dal p.c. Tale livello piezometrico può subire oscillazioni periodiche in funzione delle precipitazioni atmosferiche e degli emungimenti.
- Tale risorsa idrica superficiale risulta differente rispetto quella utilizzata per scopi idropotabili dal Comune di Milazzo in quanto i pozzi *"Contura 1" e "Zirilli 1"* (presenti nel raggio di 1,0 Km dall'area oggetto di variante urbanistica e profondi, rispettivamente, 50 m e 40 m) attingono ad una falda idrica profonda e maggiormente protetta nei confronti di eventuali carichi inquinanti provenienti dalla superficie.
- Per quanto attiene la valutazione di compatibilità idraulica, la presente variante urbanistica:
  - non peggiora le condizioni di funzionalità idraulica e non impedisce il deflusso delle acque di dilavamento superficiale;
  - non pregiudica le condizioni di equilibrio dinamico degli alvei;
  - non provoca restringimento delle sezioni d'alveo;

- non pregiudica e non provoca restringimenti delle aree di naturale espansione delle piene;
- non costituisce fattore di aumento della pericolosità idraulica producendo ostacoli al normale deflusso delle acque;
- Non arreca pregiudizio alle rete di canalizzazione delle acque esistente;

- L'applicazione del metodo proposto da *Andrus R.D.; Stokoe K.H. & Juang C.H. (2004)* in occasione di precedenti lavori eseguiti in aree limitrofe quella oggetto di intervento, unitamente all'applicazione delle esperienze di Ambraseys N.N., (1991); *Berardi et Al. (1988, 1991)* hanno permesso di verificare come, il deposito alluvionale indagato, risulti "*non liquefacibile*".
- Ai sensi del D.M.I.T. 17 gennaio 2018, il terreno di fondazione viene classificato come appartenente alla categoria di sottosuolo "C" e alla categoria topografica T1.
- Ai fini della tutela della falda idrica di fronte ad eventuali carichi inquinanti di origine antropica provenienti dalla superficie, appare geologicamente opportuna l'assenza di sbancamenti profondi e la canalizzazione delle acque bianche e nere attraverso la rete pubblica esistente.
- Durante il rilevamento geologico di superficie non sono state individuate particolari condizioni di pericolosità geologiche per cui si riscontra la compatibilità tra le previsioni progettuali oggetto di variante allo strumento urbanistico e le condizioni geomorfologiche locali.
- Le portate e i volumi di deflusso meteorico veicolate dall'area oggetto di variante urbanistica verso i ricettori naturali e/o artificiali, non subiranno variazioni rispetto le attuali condizioni.
- La valutazione di compatibilità idraulica, in relazione alla superficie coinvolta nella variante urbanistica, permette di valutare positivamente l'idoneità dei luoghi ad accogliere le trasformazioni del territorio, garantendo la sicurezza della popolazione, la protezione delle infrastrutture, la salvaguardia delle attività economiche e la tutela dell'ambiente.
- La variante proposta non modifica le attuali condizioni di sicurezza dal punto di vista della pericolosità e rischio idraulico mentre l'utilizzo di tecniche di invarianza idraulica (riuso delle acque di pioggia per l'irrigazione di aiuole/giardini, realizzazione di pozzi disperdenti/pavimentazioni drenanti, ...) non aggrava il deflusso verso le reti di drenaggio urbano e i corpi idrici ricettori.

Considerata tuttavia la preliminarietà della presente relazione, in una eventuale fase progettuale di livello *"definitivo/esecutivo"* si renderà necessario effettuare ulteriori ed opportuni accertamenti geognostici e geotecnici

permettendo una adeguata scelta e dimensionamento delle strutture di fondazione delle realizzande opere.

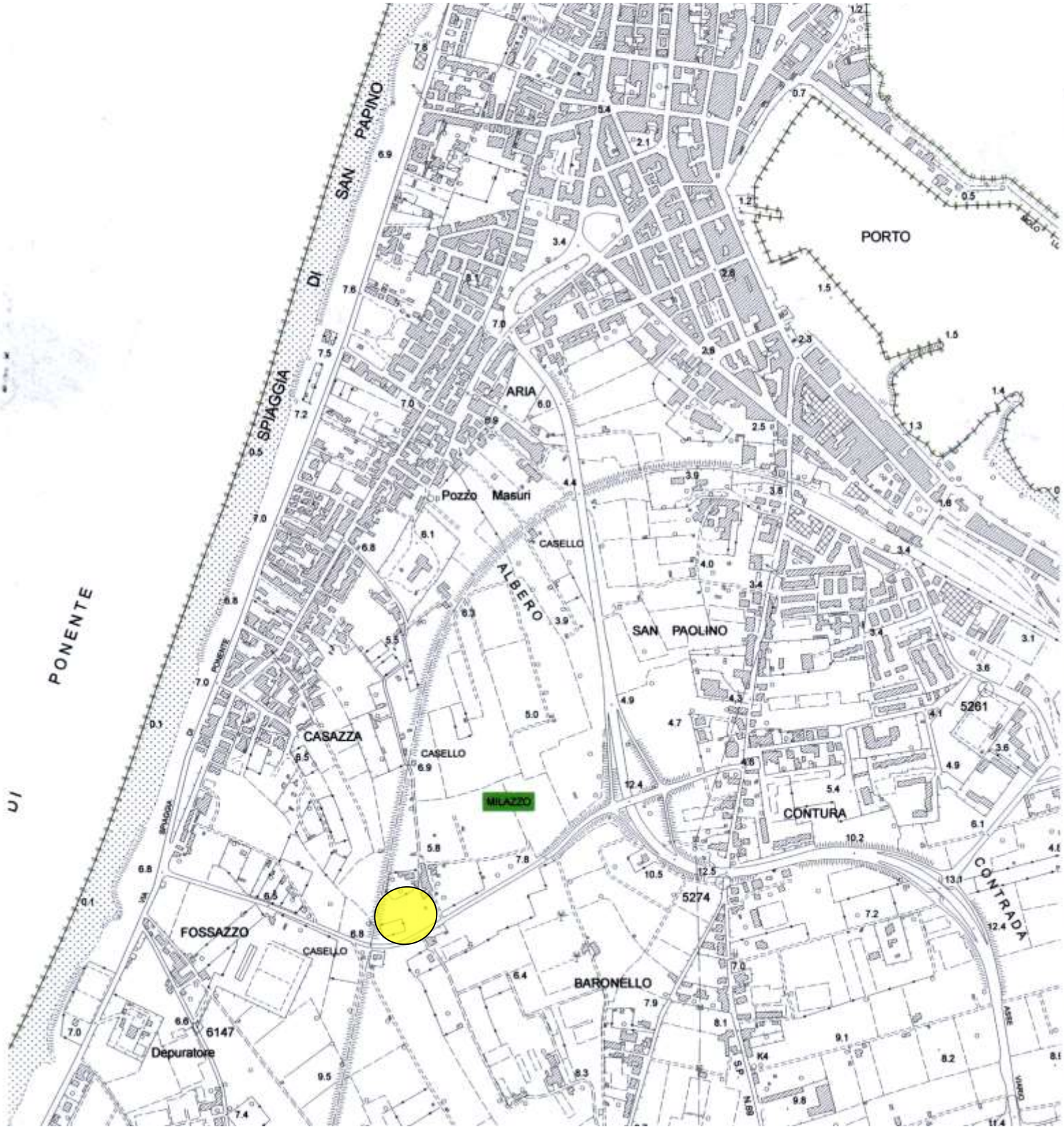
Milazzo, lì 04.03.2024

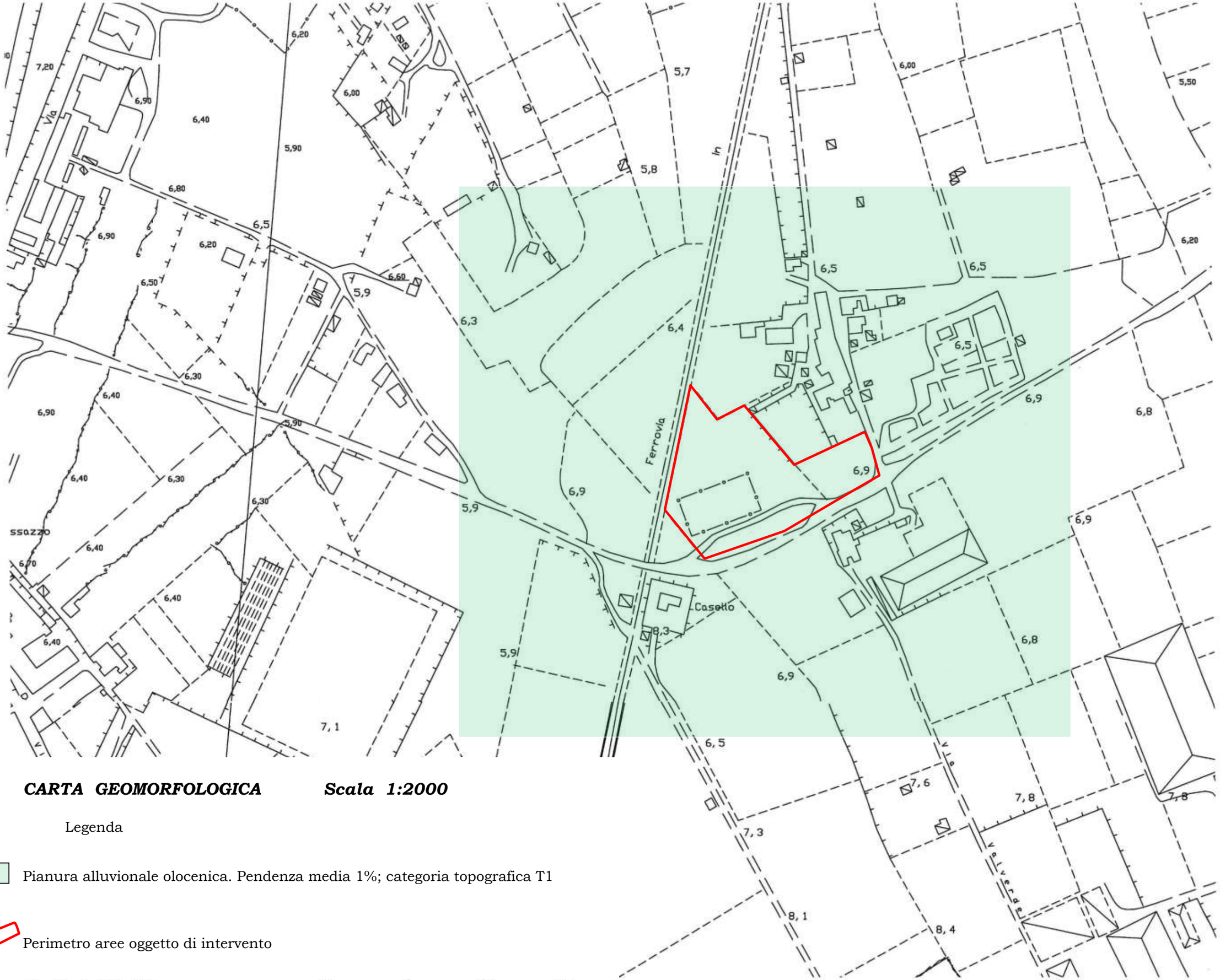
IL GEOLOGO
Dott. SALVATORE MAIO

PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)
Area territoriale compresa tra il bacino idrografico del T.te Corriolo e il T.te Mela
C.T.R. f. 587150 Scala 1:10000

CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO

Area oggetto di variante urbanistica



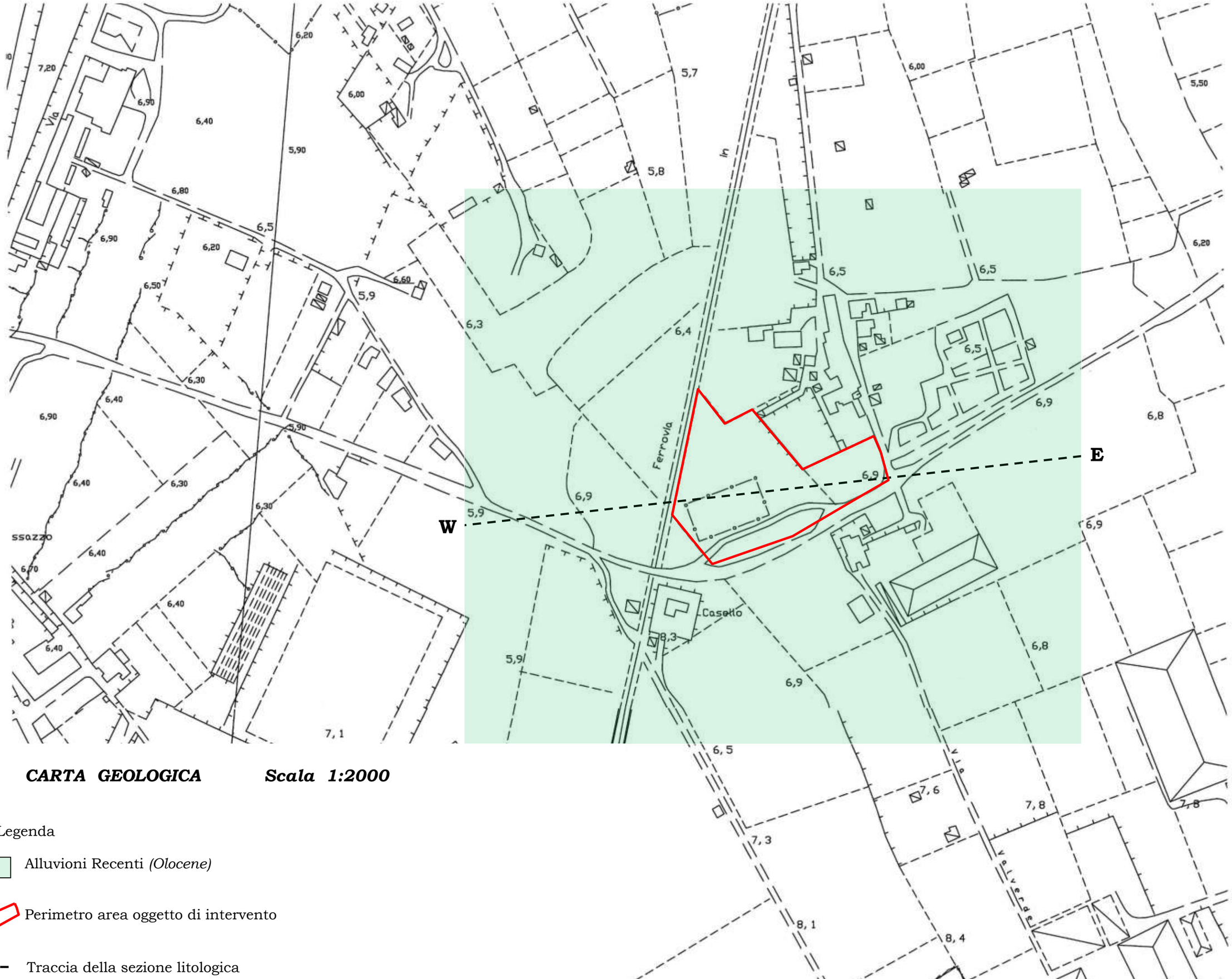


CARTA GEOMORFOLOGICA ***Scala 1:2000***

Legenda

Pianura alluvionale olocenica. Pendenza media 1%; categoria topografica T1

Perimetro aree oggetto di intervento



CARTA GEOLOGICA ***Scala 1:2000***

Legenda

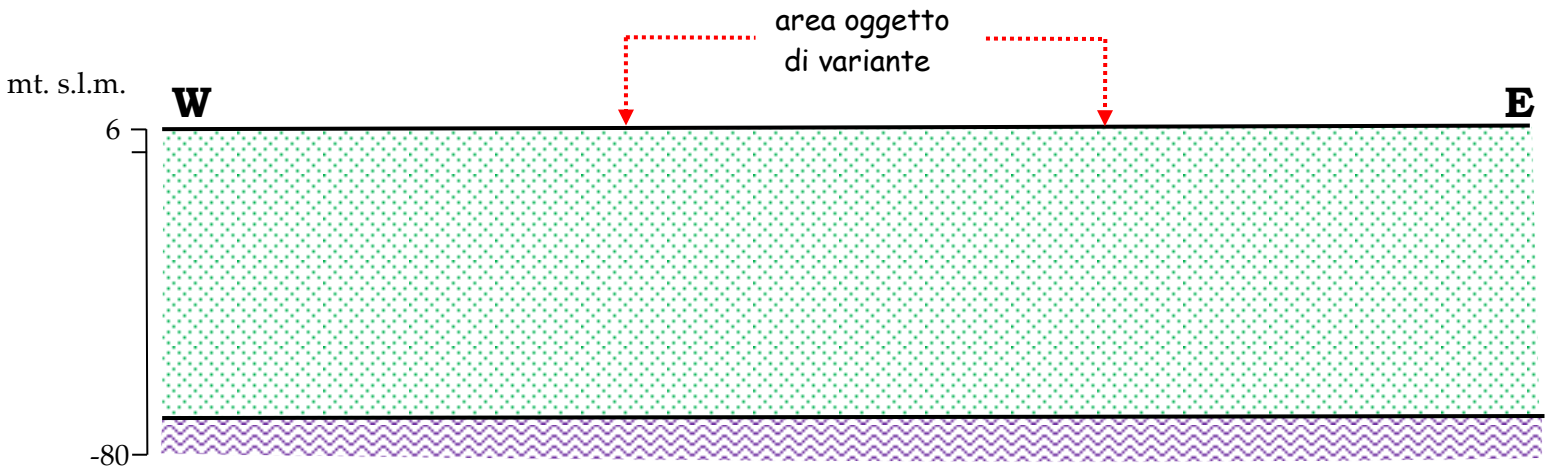
Alluvioni Recenti *(Olocene)*

Perimetro area oggetto di intervento

Traccia della sezione litologica

SEZIONE GEOLITOLOGICA

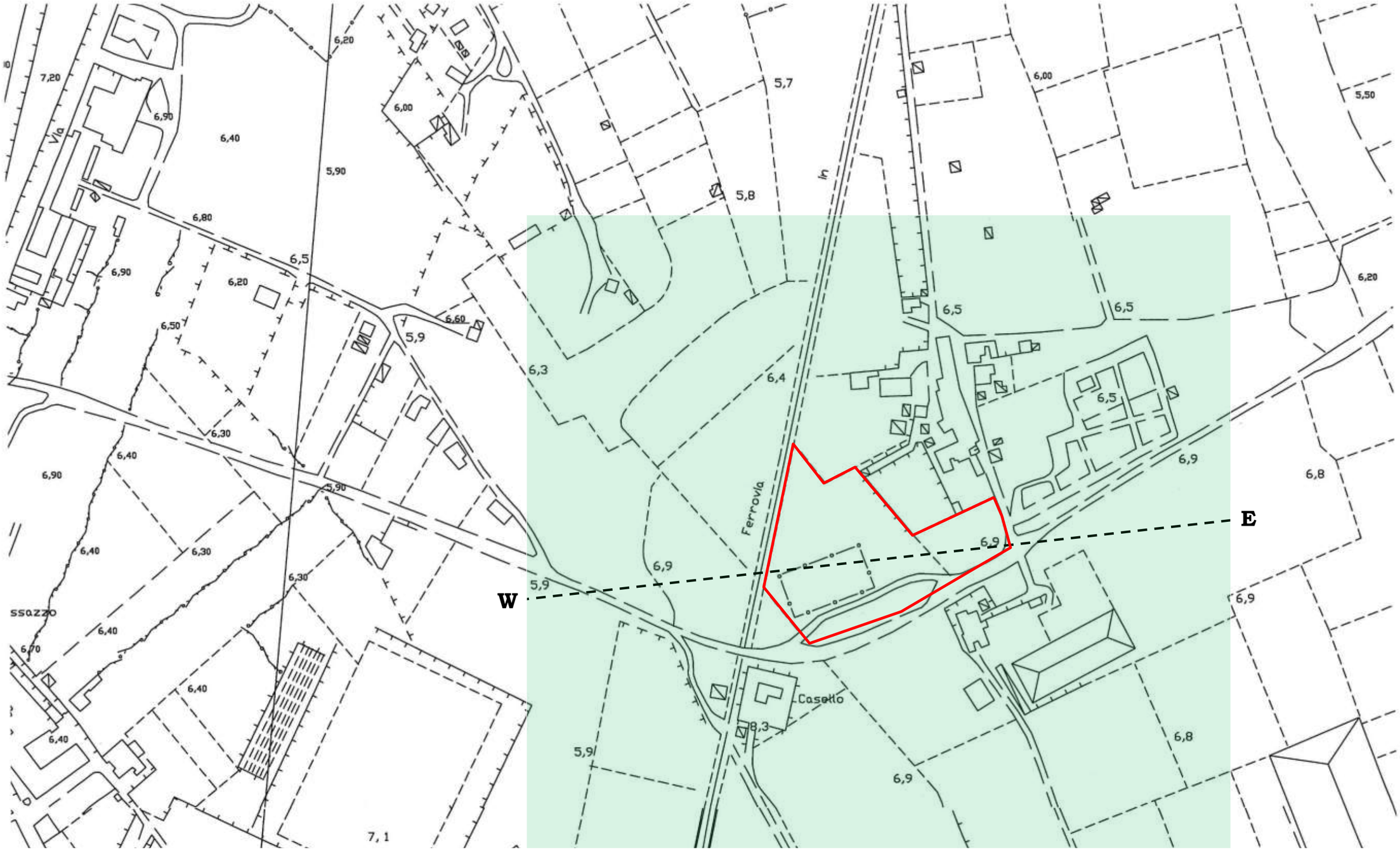
Scala 1:2000



Legenda

Alluvioni Recenti (*Olocene*)

Argille Azzurre (*Pleistocene Inf. – Medio*)



CARTA IDROGEOLOGICA ***Scala 1:2000***

Legenda

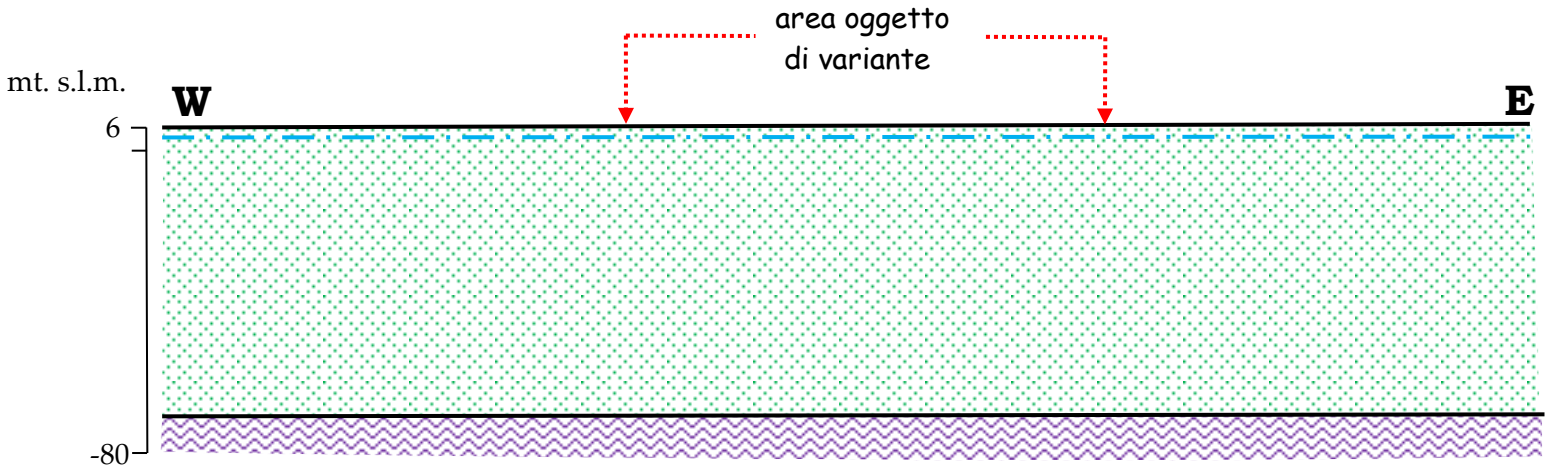
Complesso alluvionale (*Depositi Alluvioni Recenti*). Costituito da strati e livelli eterometrici di sabbie limose passanti a limi-sabbiosi e/o sabbie argillose con locali intercalazioni ghiaio-ciottolose di varia potenza ed estensione laterale. Permeabilità per porosità da media ad elevata in relazione alla granulometria dei sedimenti

Perimetro area oggetto di intervento

Traccia della sezione idrogeologica

SEZIONE IDROGEOLOGICA

Scala 1:2000



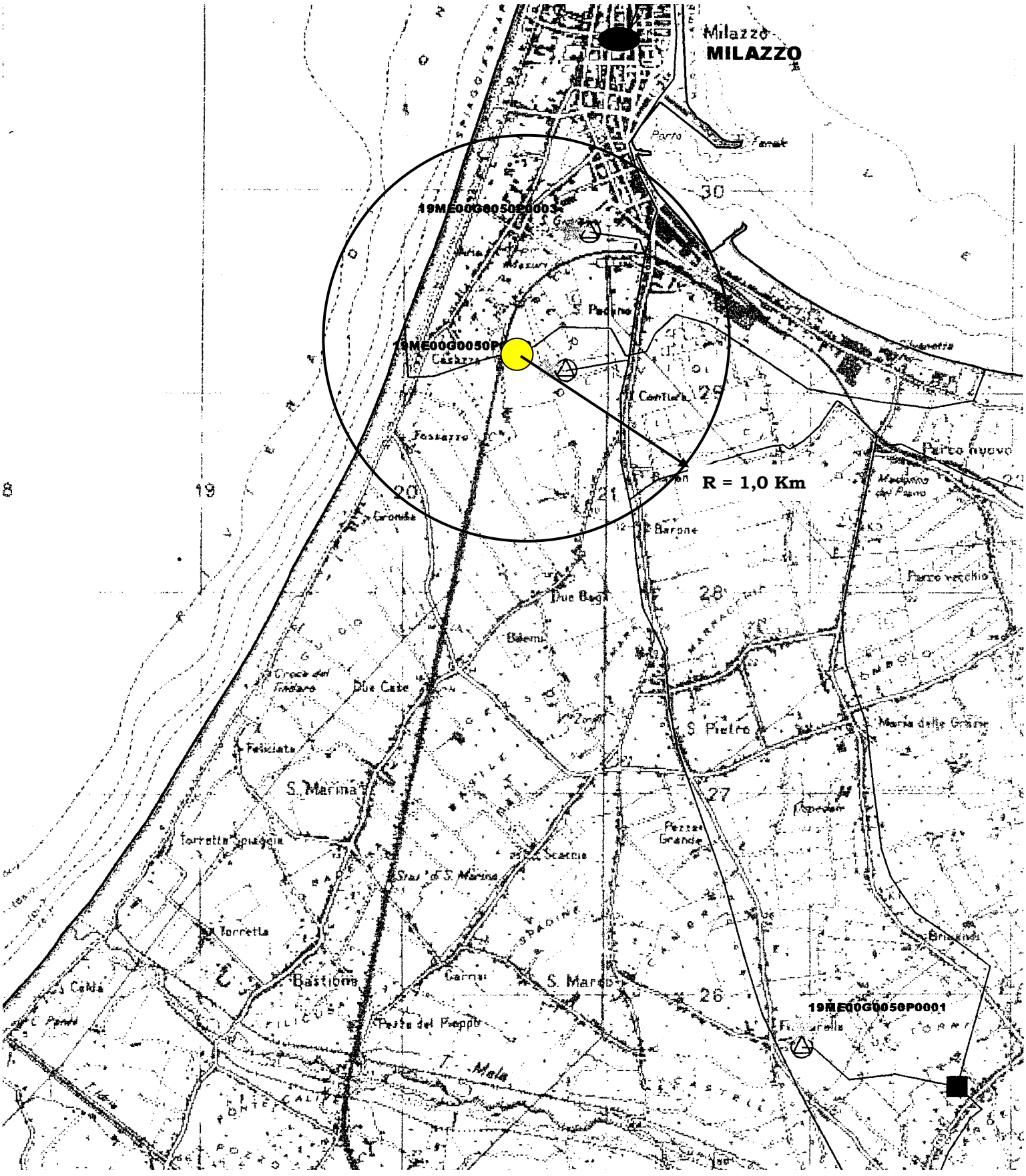
Legenda

Complesso alluvionale (*Depositi Alluvioni Recenti*). Costituito da strati e livelli eterometrici di sabbie limose passanti a limi-sabbiosi e/o sabbie argillose con locali intercalazioni ghiaio-ciottolose di varia potenza ed estensione laterale. Permeabilità per porosità da media ad elevata in relazione alla granulometria dei sedimenti

Complesso argilloso *(Argille azzurre)* costituito da argille limo-sabbiose passanti a sabbie limose con locali intercalazioni sabbiose di ordine metrico. Permeabilità scarsa o nulla legata alla presenza di livelli sabbiosi di varia potenza entro la facies argillosa.

Perimetro area oggetto di intervento

Superficie piezometrica

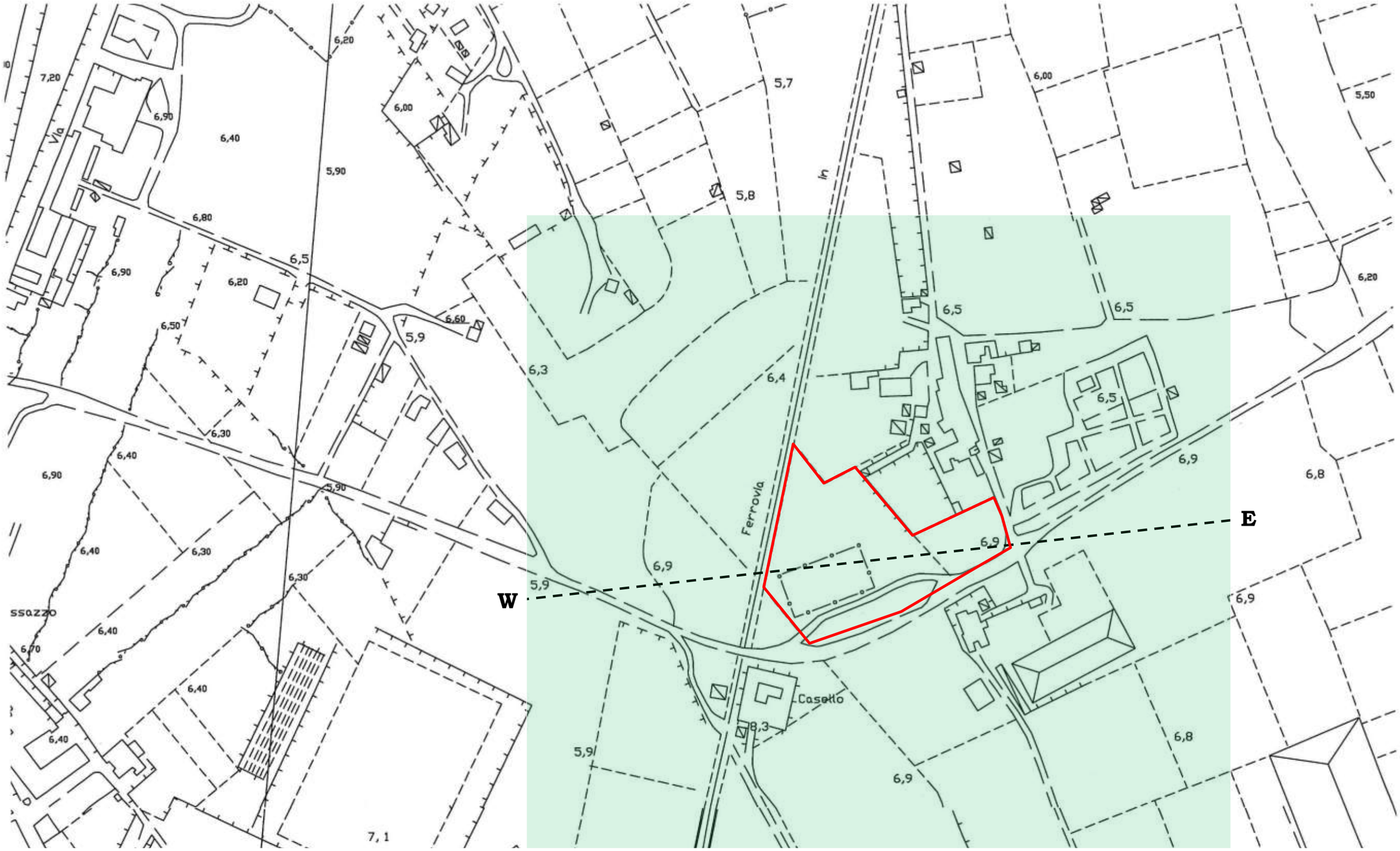


A.T.O. - MESSINA

PIANO REGOLATORE GENERALE DEGLI ACQUEDOTTI

Risorse Vincolate Scala 1:25000

Area oggetto di variante urbanistica



CARTA LITOTECNICA ***Scala 1:2000***

Legenda

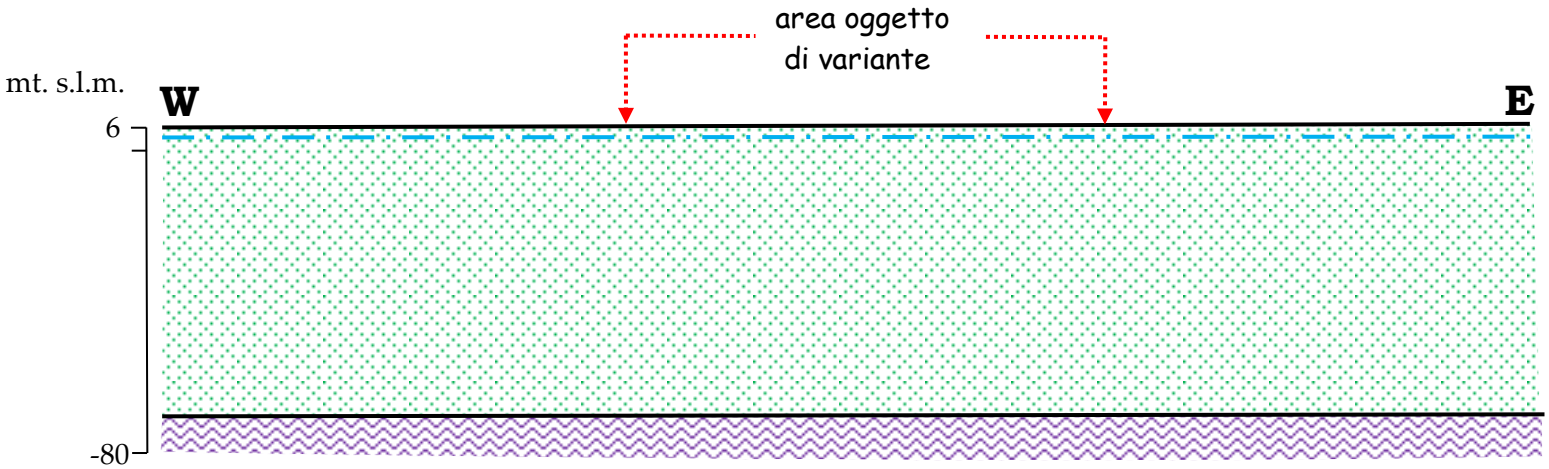
Terreni di copertura (G2c). Depositi alluvionali olocenici dovuti ad episodi sedimentari fossili. Risultano costituiti da sabbie limose e/o limi sabbiosi con occasionali frammenti litici spigolosi o arrotondati, passanti a sabbie argillose con limo di colore nocciola. (J = 1,8÷1,9 t/m³; J' = 0,8÷0,9 t/m³; φ = 22°÷ 26°; c= 0,00 ÷ 0,10 Kg/cm²; categoria di sottosuolo C; categoria topografica T1)

Perimetro area oggetto di intervento

Traccia della sezione litotecnica

SEZIONE LITOTECNICA

Scala 1:2000

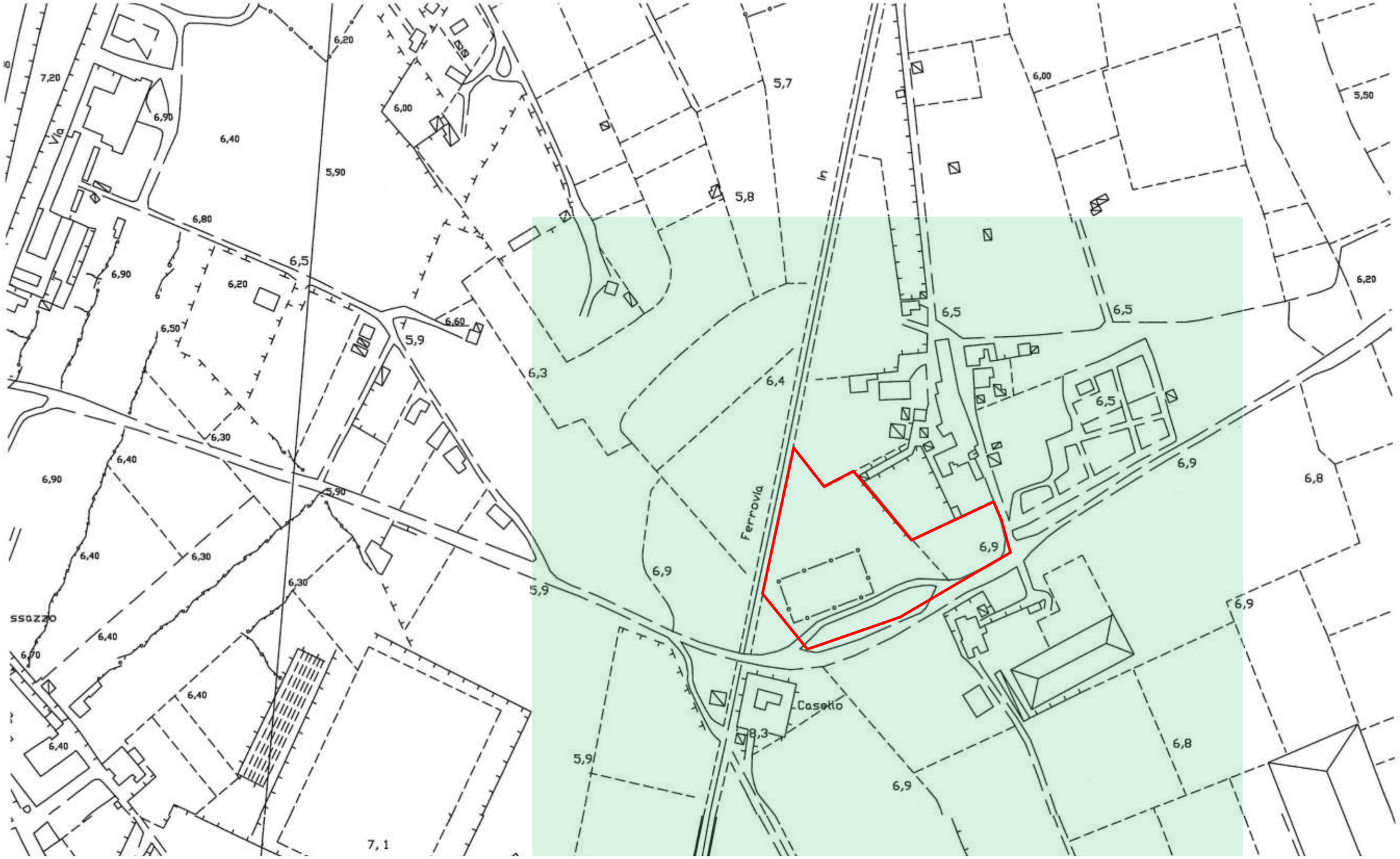


Legenda

Terreni di copertura (G2c). Depositi alluvionali olocenici dovuti ad episodi sedimentari fossili. Risultano costituiti da sabbie limose e/o limi sabbiosi con occasionali frammenti litici spigolosi o arrotondati, passanti a sabbie argillose con limo di colore nocciola. (J = 1,8÷1,9 t/m^3; J' = 0,8÷0,9 t/m^3; φ = 22°÷ 26°; c= 0,00 ÷ 0,10 Kg/cm^2; categoria di sottosuolo C; categoria topografica T1.

Terreni di substrato (H1). Argille limo-sabbiose passanti a sabbie limose con locali intercalazioni sabbiose di ordine metrico. Si omette la parametrizzazione geomeccanica in quanto riscontrabili per profondità maggiori rispetto quella di normale interesse geotecnico.

Superficie piezometrica



CARTA DELLE PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI ESECUTIVE ***Scala 1:2000***

Legenda

Aree stabili di pianura alluvionale olocenica dalla morfologia sub-orizzontale prive di fenomeni erosivi in atto e ad omogeneità sismica, prive di fenomeni di amplificazione sismica dovuti all'assenza di bedrock sismico entro 30 mt. di profondità, non soggette a fenomeni di liquefazione, potenzialmente soggette a fenomeni di vulnerabilità dell' acquifero. Si consiglia l'utilizzo di tecniche di drenaggio urbano sostenibile con smaltimento delle acque meteoriche secondo il seguente ordine decrescente di priorità: a) riuso delle acque defluenti dalle coperture per irrigazione di aiuole/giardini. b) infiltrazione nel sottosuolo mediante pozzi disperdenti

Perimetro area oggetto di intervento