

COMUNE DI GIBELLINA

Libero Consorzio Comunale di Trapani

**PIANO PARTICOLAREGGIATO PER GLI INSEDIAMENTI PRODUTTIVI (PIP)
APPROVATO CON D. ASS. N.414 DEL 15/11/1984 E SUCCESSIVE VARIANTI –
VARIANTE CON AMPLIAMENTO IN Z.T.O. “E” DELLA ZONA P.I.P.**

Committente: Comune di Gibellina

RELAZIONE GEOLOGICA

FASE DI DETTAGLIO

Per presa visione

Il Progettista

Il Geologo

Dott. Salvatore Pizzolato



Visti & approvazioni

**Dott. Geol. Salvatore Pizzolato -- via N. Nasi n.11
91024 Gibellina (TP) -- cell. 3471331382**

Dott. Geol. Salvatore Pizzolato
Via N. Nasi, 11 -- 91024 GIBELLINA (TP)
☎ 347 1331382

PREMESSA

Per venire incontro alle esigenze delle imprese e/o aziende operanti nel piano PIP, in quanto con il passare degli anni sono cambiate le necessità aziendali delle realtà produttive esistenti, non più legate ad attività a conduzione prettamente familiare ma a realtà aziendali che ricorrono all'utilizzo di tecnologie avanzate, connesse ad un maggior fabbisogno di personale e di locali idonei a consentire l'ottimizzazione delle attività commerciali, contabili e di marketing, il Comune di Gibellina ha in programma di eseguire un *“Piano Particolareggiato per gli Insediamenti Produttivi (PIP) approvato con D. Ass. n.414 del 15/11/1984 e successive varianti – Variante con ampliamento in Z.T.O. “E” della zona P.I.P.”*

Con la presente variante dello strumento urbanistico si intende inserire una zona di ampliamento nella vigente zona territoriale omogenea ‘E’ da destinare ad Area commerciale compresa la ristorazione collettiva, bar, self-service, ecc.. e modificare anche i criteri di edificazione degli edifici del Piano per Insediamenti Produttivi (PIP) di cui alla deliberazione di Consiglio Comunale n. 100 del 29/10/1990”.

A tal proposito si è dato incarico al sottoscritto Dott. Geol. Salvatore Pizzolato, regolarmente iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi al n° 2498 Sez. A, di eseguire lo Studio geologico ai sensi del D.A. N. 120/Gab del 14/07/2021 pubblicato sulla GURS n. 35 del 13/08/2021.

La procedura utilizzata per la redazione del presente studio riprende quella del D.A. N. 120/Gab del 14/07/2021 pubblicato sulla GURS n. 35 del 13/08/2021 di cui alla lettera B, il quale prevede:

- una fase preliminare finalizzata alla definizione del contesto geologico, geomorfologico e idrogeologico di riferimento, con l'indicazione di eventuali indagini eseguite e da eseguirsi con l'elaborazione di una cartografia in scala 1:10.000;
- una fase di dettaglio dove verranno analizzate le indagini ritenute indispensabili per la validità del progetto ed elaborate delle carte di dettaglio in scala 1:2.000.

Di seguito si riporta il prospetto indicativo della fase e dei contenuti dello studio geologico Preliminare e di Dettaglio in relazione alla variante dello strumento urbanistico del comparto PIP del Comune di Gibellina (Tabella n. 1):

		Cartografie		Scala
		- raccolta dati (B1a)	- indagini	
(B) Strumenti Urbanistici attuativi	Fase preliminare (B1)	cartografia di analisi (B1b)	- geologica - geomorfologica - idrogeologica	1:10.000
	Fase di Dettaglio (B2b)	indagini integrati- ve (B2a)	- indagini	1:2.000
		Cartografie di analisi (B2b)	- geologica - litotecnica - geomorfologica - idrogeologica	
		Cartografie di sintesi (B2c)	- delle prescrizioni ed indica- zioni esecutive	

Tabella n. 1 – Prospetto indicativo della fase e contenuti studio preliminare e di dettaglio.

L'obiettivo della presente relazione è quello di studiare ed interpretare una porzione del territorio, all'interno della quale saranno realizzate le opere di cui in progetto, per fornire un inquadramento geomorfologico, geologico, idrogeologico, litotecnico e sismico con il preciso

scopo di evidenziare eventuali problematiche relative agli aspetti di pericolosità geologica che possano minarne la vulnerabilità.

Infatti verranno acquisiti tutti quei dati di carattere geologico ed ambientale che possono influenzare le trasformazioni antropiche e pianificare, in base ad essi, uno sviluppo coerente delle opere in relazione ai fattori naturali quali assetto geologico e condizioni sismiche.

Verrà fornito un quadro soddisfacente ad illustrare le caratteristiche geologiche del territorio in esame ed in particolare:

- un quadro conoscitivo sufficiente per identificare le situazioni locali che presentino livelli di pericolosità geologica tali da poter influenzare, in modo significativo, le scelte degli strumenti urbanistici;
- verranno indicate eventuali prescrizioni ed accorgimenti tecnici affinché le condizioni di pericolosità non si aggravino o si manifestino nelle zone di nuova urbanizzazione.

La finalità principale è quindi quella di evitare che le nuove urbanizzazioni vadano ad aggravare le condizioni geologiche che determinano evoluzioni morfologiche incompatibili con gli usi antropici.

Per condurre a termine il presente studio è stato eseguito un attento rilevamento geologico di superficie esteso ad una significativa area circostante quella interessata dalle opere di progetto, al fine di evidenziare le caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche del sito.

È stata eseguita n. 1 indagine sismica a rifrazione (denominata PSR1) finalizzata all'acquisizione dei dati relativi all'individuazione di eventuali superfici di discontinuità nonché per verificare in profondità, la prosecuzione delle litologie affioranti nell'area oggetto di studio.

Per questo lavoro sono state eseguite n. 4 prove penetrometriche dinamiche (DPM) denominate DL1, DL2 DL3 e DL4 che hanno permesso una caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche e di valutare i parametri geotecnici dei terreni in funzione dei valori del numero dei colpi e della resistenza alla punta.

Sono state eseguite n. 4 indagini sismiche passive (HVSr) con tomografo elettronico digitale Ambrogeo Echo Tromo HVSr3 al fine di determinare le caratteristiche elastiche del terreno ottenute dall'analisi spettrale delle componenti vibrazionali del terreno, ossia attraverso l'analisi dei rumori del terreno.

La suddetta metodologia ha permesso di evidenziare quantitativamente le geometrie del substrato identificando discontinuità sismiche presenti legate a variazioni litologiche. Dalle tracce sismiche ottenute, attraverso un processo di elaborazione si è individuata la frequenza di risonanza fondamentale del terreno, che è stata confrontata con i corrispettivi spettri di ampiezza dei segnali ai vari sensori, al fine di ottenere un modello stratigrafico con relativo valore della velocità sismica delle onde di taglio (V_s) per individuare la categoria del suolo di fondazione ai sensi del Decreto Ministeriale del 17/01/2018 pubblicato sulla G.U. n. 42 del 20/02/2018 e della circolare n. 7 del 21/01/2019 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti pubblicata nella G.U. n. 35 del 11/02/2019.

Sono state prese in considerazione alcune indagini eseguite dal sottoscritto nel Comparto PIP per la redazione di studi geologici a supporto di progetti di edilizia privata ed in particolare n. 2 indagini di sismica passiva HVSr (HVSrCIAPIRRELLO e HVSrDIGIOVANNI), n. 1 pozzetto esplorativo P1(CIAPIRRELLO) e n. 1 indagine sismica MASW (MASWONORIO).

Ci si è avvalsi anche dell'osservazione diretta di scavi e sezioni naturali presenti nelle immediate vicinanze del sito nonché di dati geotecnici, noti allo scrivente, relativi a terreni di uguale caratteristiche geo-meccaniche.

Sono parte integrante della presente relazione geologica i seguenti elaborati grafici:

- Corografia (IGM) in scala 1:25.000.
- Planimetria Generale (CTR) in scala 1:10.000.
- Stralcio Carta Dissesti.
- Stralcio Carta Pericolosità e Rischio Geomorfologico.
- Stralcio Carta Rischio Idraulico.
- Carta Geologica in scala 1:2.000;

- Carta Geomorfologica in scala 1:2.000;
- Carta Idrogeologica in scala 1:2.000;
- Carta Indagini eseguite in scala 1:2.000;
- Carta Litotecnica in scala 1:2.000;
- N. 5 Sezioni Litotecniche in scala 1:200.
- Carta Prescrizioni ed Indicazioni Esecutive in scala 1:2.000.

Mentre ne costituiscono allegati:

- Relazione Indagini Sismiche (HVSr).
- Relazione Indagine Sismica a rifrazione (PSR).
- Relazione Indagini Penetrometriche (DPM).
- Relazione indagini eseguite precedentemente nel Comparto PIP.
- DB (database) georeferenziato su base cartografica CTR, per successive elaborazioni con software GIS, secondo lo schema di simbologia indicato nell'allegato "E" del D.A. N. 120/Gab del 14/07/2021, per l'archiviazione dei dati della Carta delle indagini

Lo studio è stato eseguito in ossequio alle disposizioni impartite dalle norme tecniche di cui al Decreto Ministeriale del 17/01/2018 pubblicato sulla G.U. n. 42 del 20/02/2018 e della Circolare n. 7 del 21/01/2019 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti pubblicata nella G.U. n. 35 del 11/02/2019 e del D.A. N. 120/Gab del 14/07/2021 pubblicato sulla GURS n. 35 del 13/08/2021.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGIA

Dal punto di vista amministrativo il nuovo centro urbano di Gibellina confina con i territori comunali di Salemi, Santa Ninfa e Calatafimi e dista circa 15 km dai ruderi del vecchio centro urbano.

Il nuovo centro abitato si estende su una superficie totale di circa 6 km² su una morfologia sub-pianeggiante che si sviluppa, altimetricamente, tra le quote 220 e 270 m s.l.m.

Le principali vie di comunicazioni che permettono di raggiungere l'abitato di Gibellina, sono rappresentate dall'Autostrada A29, dalla strada statale SS188 e dalle strade provinciali SP15, SP37 e SP75.

L'area oggetto del presente studio è cartografata nella Tavoleta "Santa Ninfa" Foglio n. 257 II N. E. in scala 1:25.000, della Carta Topografica d'Italia edita dall'I.G.M..

Il sito è inquadrato nella Cartografia Tecnica Regionale (CTR) nel Foglio n. 606150.

Altimetricamente, l'area interessata dalle opere di progetto, si sviluppa ad una quota compresa tra 224 e 228 m s.l.m su un versante pressoché sub-pianeggiante.

Da un punto di vista morfologico generale l'assetto è quello di un ecosistema di bassa collina, caratterizzato da morfologie dolci, con versanti dotati di modesti valori di pendenza, sul quale hanno avuto influenza la tettonica ed il modellamento esogeno, ulteriormente regolarizzato dalla presenza di depositi superficiali terrazzati e da ampie spianate alluvionali.

Ad ogni modo gli aspetti morfologicamente più rilevanti sono strettamente legati ad una antropizzazione di tutta la zona, senza che questa abbia però innescato dissesti o particolari forme d'erosione e/o elementi morfodinamici attivi.

La rete idrografica è influenzata dalla litologia del substrato: infatti sui litotipi gessosi affioranti in prossimità delle "Case di Stefano", contraddistinti da una diffusa rete di fratturazione, prevalgono le aree endoreiche mentre sui depositi argillosi il reticolo idrografico è caratterizzato dall'assenza di veri e propri corsi d'acqua; le aste fluviali, tutte di basso ordine gerarchico, con decorso da parallelo a sub-dendritico risultano costituite da aste fluviali di

secondo e terzo ordine che confluiscono nell'asta principale, mostrano pendenze poco accentuate e sono a regime pluviale con piene durante il periodo invernale e asciutte negli altri periodi dell'anno.

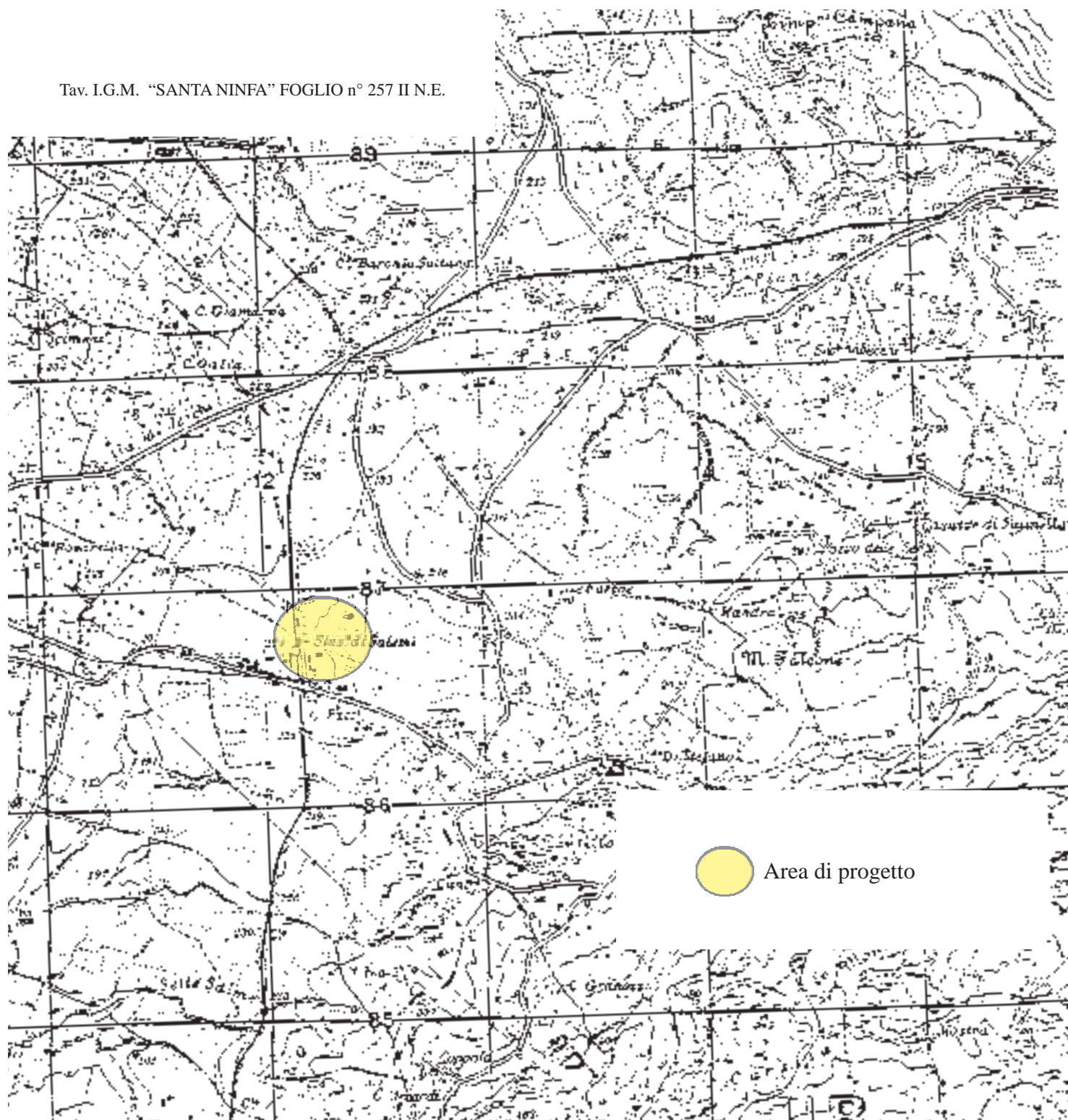
Da considerazioni globali, scaturite dal rilevamento geologico e da attente osservazioni geomorfologiche è emerso che non sono presenti nel sito in oggetto movimenti gravitativi, che possono far evolvere in senso negativo l'attuale stabilità dell'area.

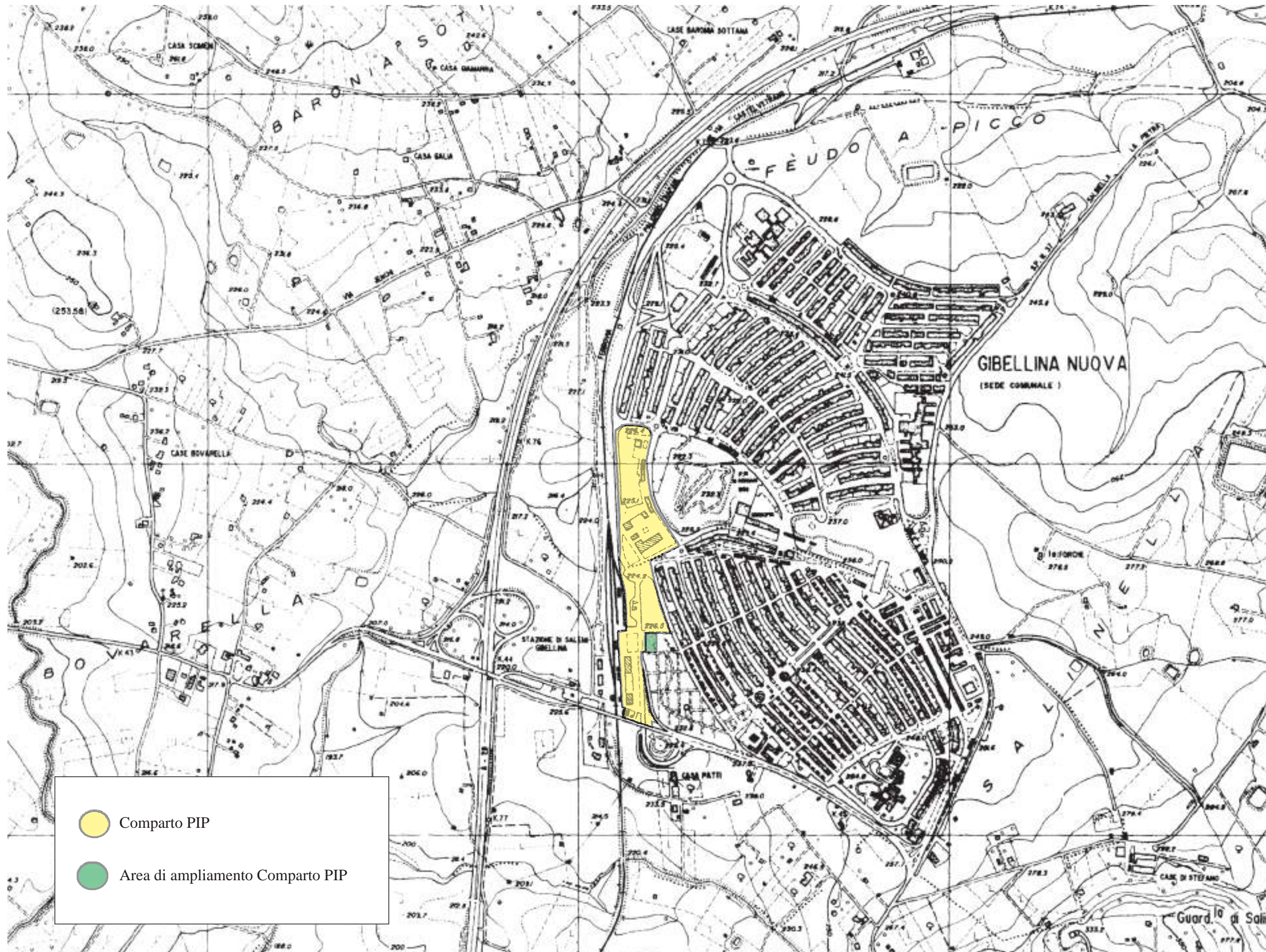
A livello generale l'area ricade in un intorno privo di specifici rischi idrogeologici così come sottolineato nel Piano stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), del Bacino idrografico del fiume Arena (054) redatto ai sensi dell'Art. 1 del D.L. 180/98 convertito con modifiche con la L. 267/98 e ss.mm.ii., aggiornato al 2006, dal Dipartimento Territorio e Ambiente – Servizio 4 “Assetto del Territorio e Difesa del suolo” dell'Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Siciliana.

Il sito interessato dalle opere di progetto non è un sito di attenzione e non ricade nell'ambito di aree con Pericolosità geologiche ed idrauliche né tanto meno in aree interessate da Rischio Idrogeologico R1, R2, R3 e R4 come da PAI di cui al Decreto Presidenziale del 16 luglio 2007, pubblicato sulla G.U.R.S. n° 47 del 5 ottobre 2007, al Decreto Presidenziale del 21 Marzo 2010 pubblicato sulla GURS n. 22 del 20 Maggio 2010, al D.P. del 5 marzo 2017 pubblicato sulla GURS n. 16 del 21 aprile 2017 ed al D.P. del 5 giugno 2017 pubblicato sulla GURS n. 31 del 28 luglio 2017.

COROGRAFIA scala 1:25.000

Tav. I.G.M. "SANTA NINFA" FOGLIO n° 257 II N.E.





REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente
DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E OPERA DEL SUOLO"

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART. 1 D.L. 151/86 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L. 28/88 e ss. mm. i.)

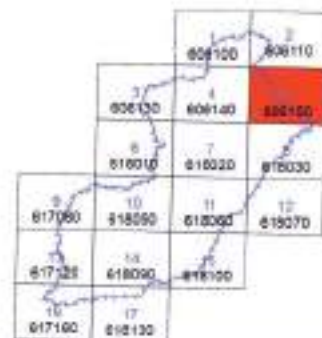
Bacino Idrografico del Fiume Arena (054)



CARTA DEI DISSESTI N°05

COMUNI DI
GIBELLINA-SALEMI-SANTA NINA

Scala 1:10.000



Anno 2006

LEGENDA

FENOMENI FRANOSI

- Crollo e/o ribaltamento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Scorimento
- Frena complessa
- Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
- Colamento lento
- Area a franosità diffusa
- Deformazione superficiale lenta
- Calanco
- Dissesti dovuti ad erosione accelerata
- Sito di attenzione per dissesti potenziali

STATO DI ATTIVITA'

- Attivo
- Inattivo
- Quiescente
- Stabilizzato artificialmente o naturalmente

- Limite Bacino
- Limite comunale



REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART. 1 D.L. 152/99 CONVERTITO CON MODIFICHE DALLA L. 28/10/00 e in prev. v.)

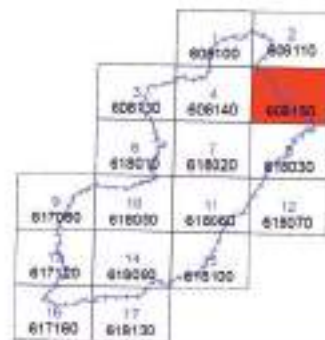
Bacino Idrografico del Fiume Arena (054)



CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL
RISCHIO GEOMORFOLOGICO N°05

COMUNI DI:
GIBELLINA - SALEMI - SANTA NUOVA

Scala 1:10.000



Anno 2006

LEGENDA

LIVELLI DI PERICOLOSITA'

- P0 basso
- P1 moderato
- P2 medio
- P3 elevato
- P4 molto elevato
- Sito di attenzione

LIVELLI DI RISCHIO

- R1 moderato
- R2 medio
- R3 elevato
- R4 molto elevato

- Limite Bacino
- Limite comunale



REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
Servizio 4 "ARRETO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART. 1 D.L. 180/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L. 267/99 E SS. SESS.)

Bacino Idrografico del Fiume Arena (054)

1° AGGIORNAMENTO

- Territorio di Gibellina -



CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO PER FENOMENI DI ESONDAZIONE N° 05

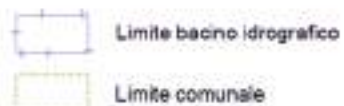
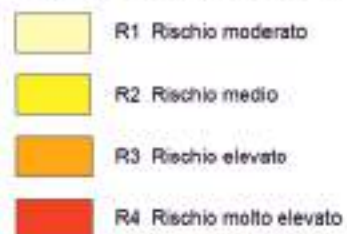
COMUNI DI:
GIBELLINA - SALEMI - SANTA NINFA

Scala 1:10.000



Anno 2010

VALORI DEL RISCHIO IDRAULICO



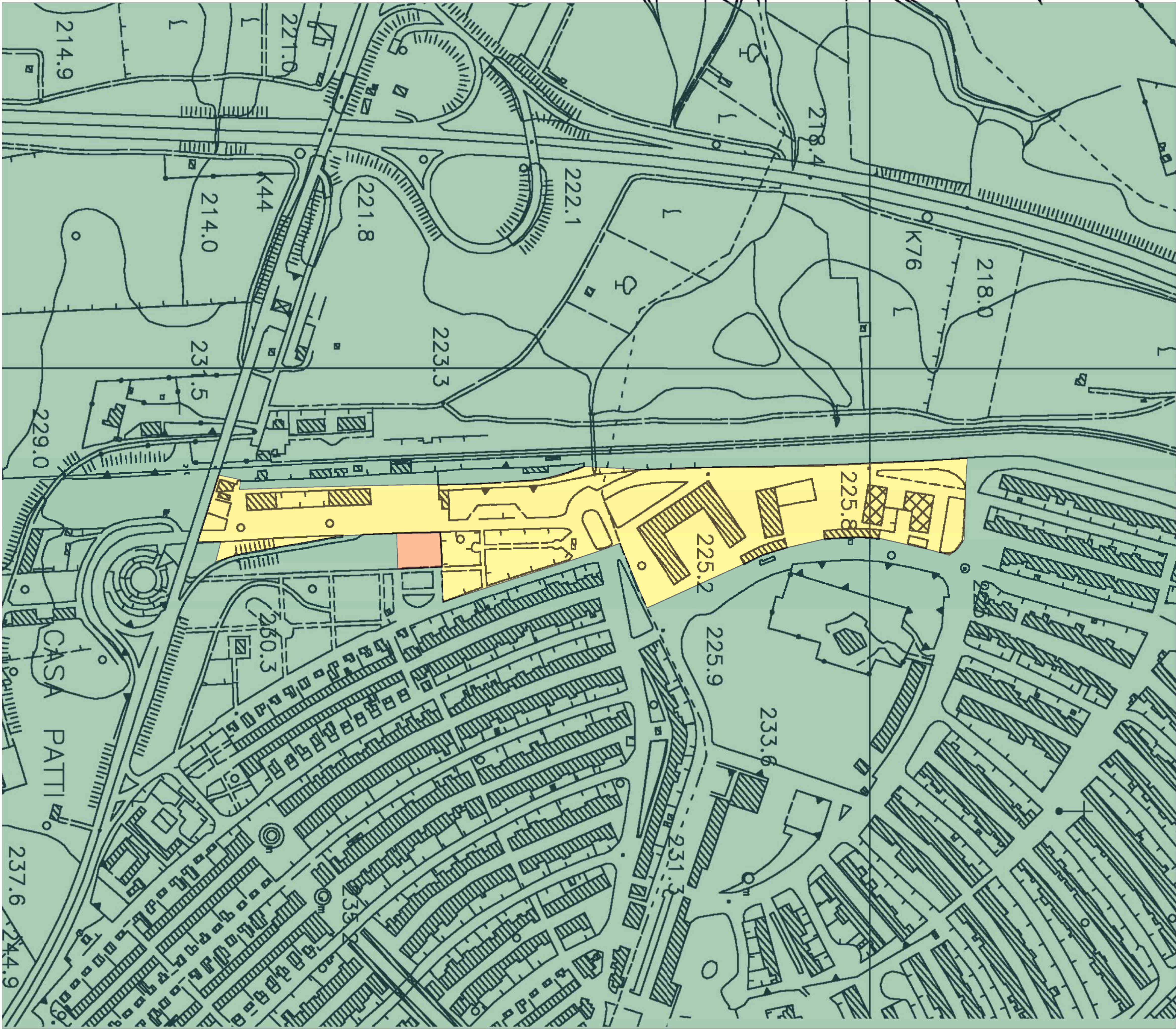
CARTA GEOLOGICA Scala 1:2.000

Argille con frazione sabbiosa, di colore beige/giallastro poiché alterate nella porzione sommitale, mentre in profondità assumono un colore grigio/verdastro. Risultano sempre più consistenti con la profondità.
Formazione Cozzo Terravecchia
(Tortoniano sup. - Messiniano Inf.)

In corrispondenza dell'area di progetto ed in un intorno significativo si riscontra che:

- i luoghi appaiono stabili dal punto di vista geomorfologico e non si ravvisano elementi che possano alterare in un futuro prossimo le condizioni di equilibrio ATTUALI;
- l'area di progetto insiste su un territorio sub-pianeggiante che degrada con una acclività tra i 3° ed i 6°;
- il sito interessato dalle opere di progetto non è un sito di attenzione e non ricade nell'ambito di aree con pericolosità geologiche ed idrauliche né tanto meno in aree interessate da Rischio Idrogeologico R1, R2, R3 e R4 come da Pai di cui al Decreto Presidenziale del 16/Luglio/2007, pubblicato sulla GURS n. 47 del 05/Ottobre /2007, al Decreto Presidenziale del 21/Marzo/2010 pubblicato sulla GURS n. 22 del 20/Maggio/2010, al D.P. del 05/Marzo/2017 pubblicato sulla GURS n. 16 del 21/Aprile/2017 ed al D.P. del 05/Giugno/2017 pubblicato sulla GURS n. 31 del 28/Luglio/2017 e ss.mm.ii.

- Comparto PIP
- Area di ampliamento Comparto PIP



INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE GENERALE

La Sicilia occidentale è un segmento del S.F.T.B. (Sicily Fold and Thrust Belt) migrante verso sud, ed è la porzione emersa di un più ampio sistema orogenico siculo-magrebiano che si è sviluppato nella regione del Mediterraneo centrale a seguito dei processi di collisione Africa-Europa nel Neogene-Quaternario (Dewey et al., 1989; Ben-Avraham et al., 1990). Il S.F.T.B. è costituito da una pila di sovrascorrimenti derivanti dalla deformazione del tardo Oligocene-Miocene medio dell'oceano Neotethys e del terreno picche i continentale dell'Africa (Bianchi et al., 1987; Roure et al., 1990; Bello et al., 2000 ; Catalano et al., 2000).

Il segmento più occidentale del S.F.T.B. è orientato NE-SW comprende la piattaforma carbonatica meso-cenozoica e successioni pelagiche.

Dal tardo Miocene, le faglie profonde si sono ripiegate formando una struttura embriciata in cui le superfici di scorrimento che si susseguono nel tempo iniziano a formarsi lungo il letto della struttura stessa, accompagnata dallo sviluppo di bacini marini sin-tettonici ai piedi delle strutture principali (ad es. il bacino di Castelvetro Figura 1).

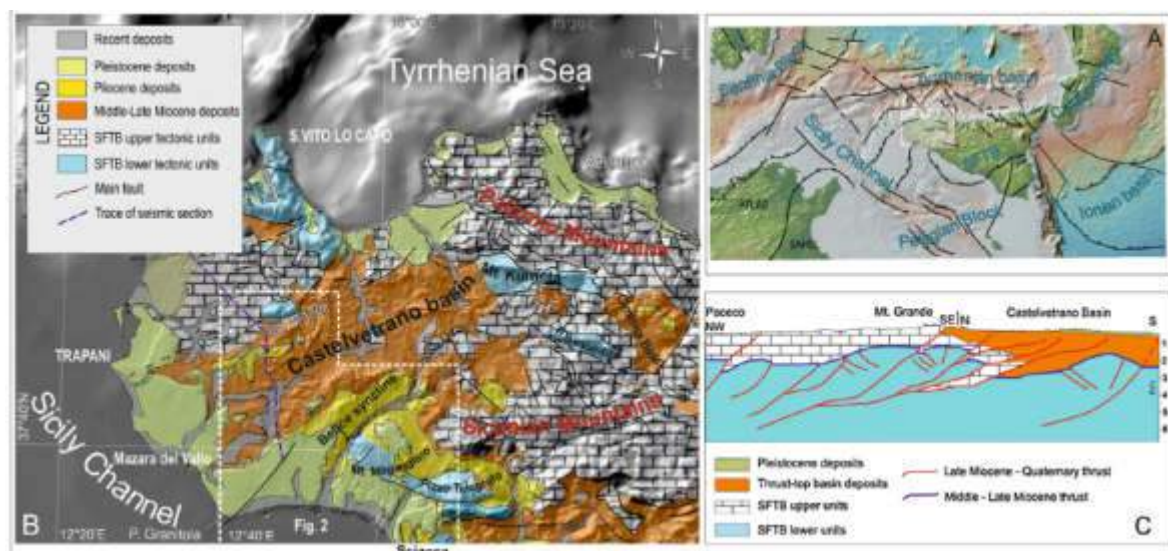


Figura 1 – Modello tettonico del mediterraneo centrale.

La sommità della successione sedimentaria è rappresentata da calcareniti terrazzate pleistoceniche, localmente deformate dalle strutture compressive.

Nella Sicilia nord-occidentale, la porzione interna del sistema di sovrascorrimento profondo è caratterizzata dalla presenza di faglie ad alto angolo e associate pieghe di ampia lunghezza d'onda (Avellone et al., 2010; Barreca e Maesano, 2012). Il sovrascorrimento frontale è ancora attivo, come indicato dalla sequenza sismica distruttiva della Valle del Belice del 1968 (Monaco et al., 1996; Morelli e Pondrelli, 1998; DISS Working Group, 2010). Di conseguenza, i processi tettonici si adattano alla compressione attiva nella parte anteriore dell'SFTB e in particolare lungo i piani di faglia profondi (Lavecchia et al., 2007; Visini et al., 2010; Sgroi et al., 2012).

L'assetto strutturale dell'area studiata (Figura 2) è caratterizzato da sovrascorrimento a strutture embricate con andamento NE-SW che si sono propagate verso l'avanfossa lungo orizzonti sedimentari dal Miocene al Quaternario. La propagazione dei sovrascorrimenti è stata accompagnata dallo sviluppo di pieghe ampie (es. anticlinale di Fiume Freddo, sinclinale di Vita e del Belice, vedi Monaco et al., 1996 e Figura n. 2). Questo sistema di sovrascorrimenti e pieghe superficiale appaiono sovrapposte tra i due culmini strutturali di Montagna Grande a nord, e Monte Magaggiaro-Pizzo Telegrafo a sud. Quest'ultimo culmine ha avuto origine da spinte profonde che hanno deformato parte dell'avanfossa pelagica (Tortorici et al., 2001).

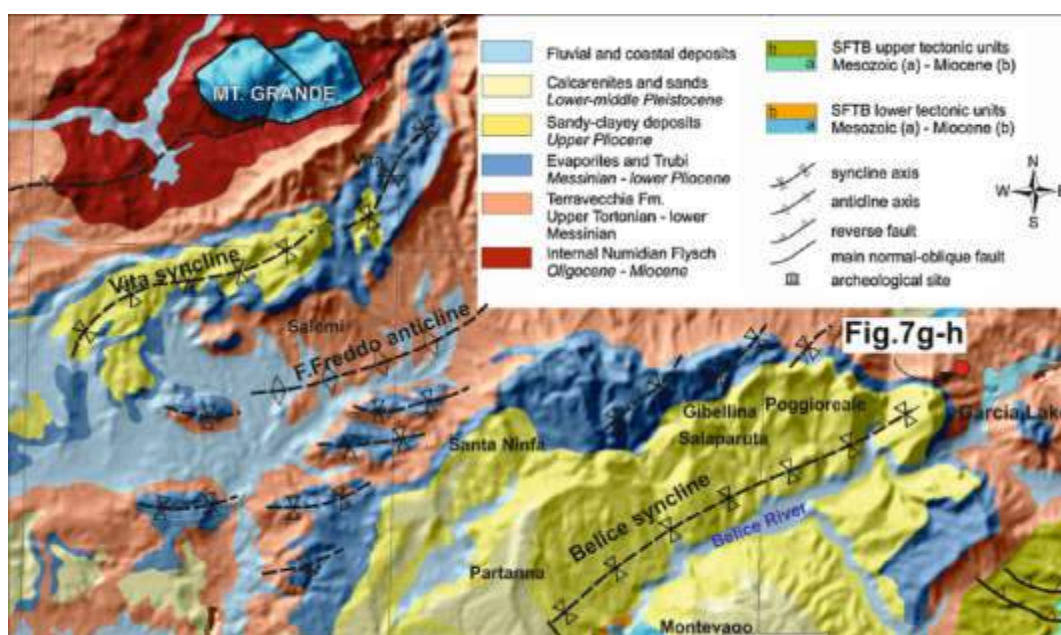


Figura 2 – Schema geologico strutturale dell'area.

L'attività tettonica recente è testimoniata da terrazzi quaternari piegati del Tardo Quaternario e depositi lacustri, affioranti nel settore frontale e più basso del sistema di sovrascorrimenti e pieghe, a sud di Pizzo Telegrafo.

LINEAMENTI GEOLOGICI DELL'AREA IN ESAME

L'area in studio rientra nel quadro geologico della Sicilia Sud-Occidentale caratterizzata da depositi terrigeni ed evaporitici di età miocenica e plio-quadernaria. Si tratta di depositi post-orogeni legati alla sedimentazione del bacino di Castelvetro che a partire dal Pliocene medio viene interessato, analogamente a quanto avviene nella Sicilia centro-meridionale per il bacino di Caltanissetta, da rapidi processi di subsidenza evolvendo, a partire da questo momento, da zona di avampaese a zona di avanfossa.

Nel Tortoniano, una violenta crisi orogenetica plicativa ha provocato un generale sollevamento di catene montuose con conseguente azione di trasporto e sedimentazione che, tramite immensi delta, ha accumulato in diverse aree della Sicilia occidentale i terreni della Formazione di Cozzo Terravecchia.

La tettonica plicativa ha generato sovrascorrimenti e faglie inverse provocando un accavallamento dei terreni appartenenti alle varie unità strutturali dando origine ad un gran numero di scaglie tettoniche.

La Formazione Cozzo Terravecchia è stata sempre indicata come un deposito di materiale clastico proveniente dal rapido smantellamento di gruppi montuosi posti a Nord dell'attuale costa della Sicilia (Tirrenide), con conseguente trasporto e deposito da parte dei corsi d'acqua. Il risultato è un accumulo detritico con elementi eterogenei sia per forma e dimensione sia per composizione litologica. La successione è costituita, alla base, da argille ed argille-sabbiose di colore grigio, argille siltose e marne grigio-verdastre. Possibili sono le variazioni sia lateralmente sia verticalmente di sabbie giallastre a grana media e grossa, talora micacee, gradate, in strati da centimetrici a decimetrici.

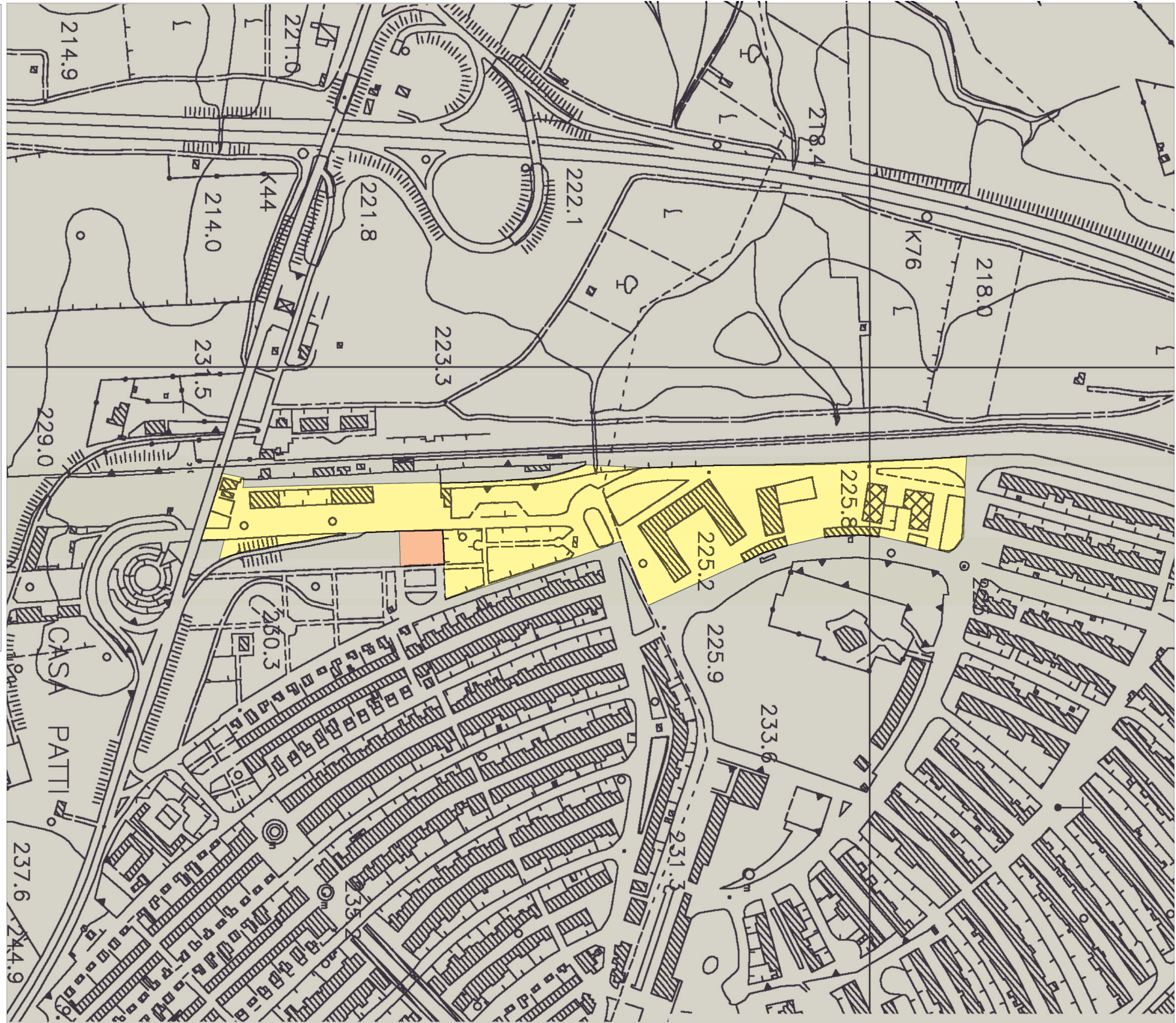
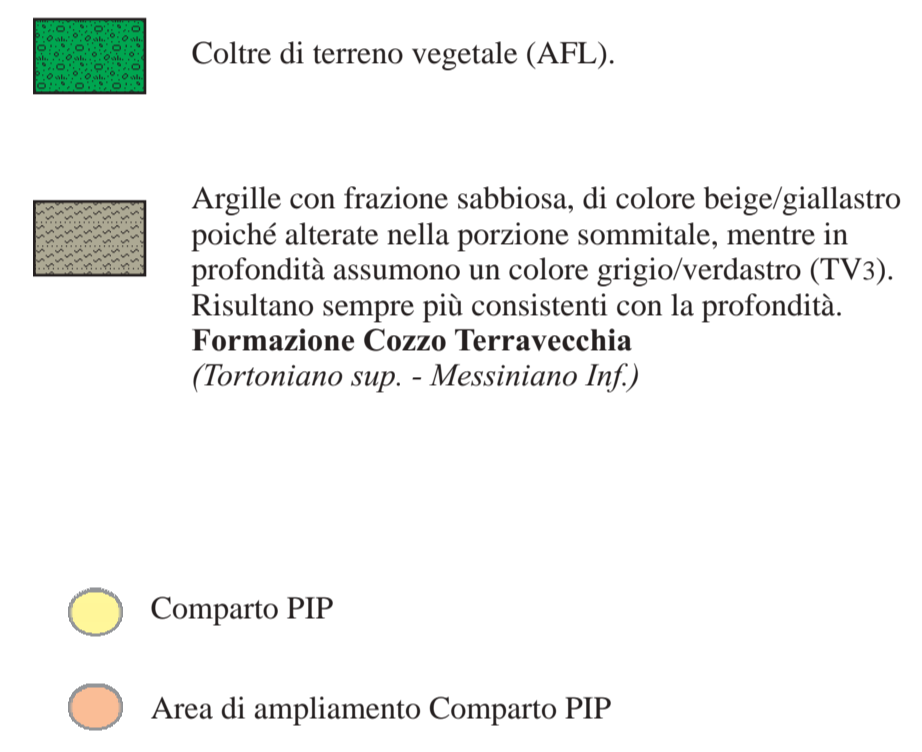
A più altezze è possibile rinvenire lenti e strati di conglomerati bruno rossastri costituiti da elementi di natura silico-clastica generalmente arrotondati, di dimensioni variabili da qualche centimetro a parecchi decimetri, a matrice limo – sabbiosa, di origine continentale.

Il rilevamento geologico è stato esteso ad una significativa zona circostante l'area interessata dalle opere di progetto e tramite il riconoscimento macroscopico dei campioni, ha permesso la differenziazione delle formazioni affioranti, la loro mappatura e, quindi, la stesura della carta geologica.

I terreni presenti nell'area studiata, sono di seguito elencati:

- Argille con frazione sabbiosa – *Formazione Cozzo Terravecchia* (*Tortoniano sup./Messiniano Inf.*)

Il termine terrigeno del complesso Tortoniano è rappresentato dalle argille con frazione sabbiosa, di colore grigio-verdastro in basso e beige/giallastro per alterazione nella porzione sommitale.



LINEAMENTI IDROGEOLOGICI

La circolazione idrica superficiale (ruscellamento) e sotterranea (infiltrazione) è regolata da vari fattori di natura meteorologica, morfologica e geologica.

Tra i fattori meteorologici ricordiamo le precipitazioni, che incidono innanzitutto con la loro quantità; infatti, ad un maggiore volume di acqua caduta, in tempi relativamente lunghi (per esempio in un anno), corrispondono maggiori quantitativi di acqua d'infiltrazione e di ruscellamento. Questi processi sono influenzati anche dalla temperatura dell'aria e del suolo poiché un'elevata temperatura dell'aria può determinare alti valori di evapotraspirazione, mentre, un suolo gelato costituisce un elemento impermeabile che agevola il deflusso superficiale.

Il principale fattore morfologico è la pendenza dei versanti; tanto più questa è elevata tanto maggiore è la velocità di scorrimento superficiale e tanto minore risultano i quantitativi di acqua che penetrano nel suolo.

I fattori geologici, invece, permettono l'accumulo delle acque negli acquiferi ed il loro moto in profondità in funzione delle caratteristiche litologiche, idrodinamiche e strutturali dei terreni attraversati.

La circolazione delle acque sotterranee è fortemente influenzata dalle variazioni di permeabilità, che possono determinare vie preferenziali di drenaggio, oppure l'effetto contrario. Infatti, tra le caratteristiche condizionanti la presenza di falde idriche sotterranee, quella predominante è la permeabilità; in generale si definiscono permeabili quei terreni, in cui l'acqua può avere un moto attraverso gli spazi esistenti tra i granuli o attraverso le fessure, presenti nella roccia.

Il grado di permeabilità di un litotipo dipende, quindi, da due principali condizioni: dalle dimensioni dei pori o delle fessure (che non devono essere tali da dare luogo a fenomeni di ritenzione per capillarità), e dalla loro continuità; cioè le fessure ed i pori devono essere in continuità tra loro.

Sulla base delle informazioni così ricavate, le diverse unità litologiche individuate sono state raggruppate in classi di permeabilità:

- Rocce con permeabilità molto bassa

Fanno parte di questa classe i depositi prevalentemente argillosi (rocce quasi impermeabili) i quali, anche se inglobano dei livelli permeabili rappresentati da locali intercalazioni discontinue di sabbie e conglomerati (rocce permeabili per porosità), nel complesso sono caratterizzate da una permeabilità molto bassa.

Il grado di permeabilità (K) è mediamente compreso tra 10^{-10} e 10^{-9} cm/sec.


I valori dei coefficienti di permeabilità sono stati estrapolati da una valutazione effettuata direttamente in situ, frutto di esperienza, considerando le diverse particolarità strutturali macroscopiche delle litologie affioranti (porosità, alterazione ecc.).


Dallo studio idrogeologico eseguito, considerato il basso grado di permeabilità dei litotipi presenti nell'area oggetto di studio, si evince l'assenza di deflusso idrico sotterraneo profondo; si è constatato un limitato deflusso idrico sub-superficiale, dopo lunghi periodi di pioggia, effimero, che interessa la coltre pedogena e la porzione più alterata del substrato.


Ai fini della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento cioè l'insieme delle caratteristiche naturali del sistema che contribuiscono a determinare la suscettibilità ad assorbire e diffondere un inquinamento, si sono considerati un insieme di parametri come le caratteristiche del terreno vegetale, litologia del sottosuolo e la loro permeabilità che hanno escluso potenziali focolai di inquinamento che potrebbero turbare l'assetto della falda freatica in considerazione del fatto che non esistono evidenti collegamenti idrogeologici con gli acquiferi profondi.


Nel corso dei sopralluoghi non sono stati individuati pozzi e/o sorgenti utilizzati per l'approvvigionamento idrico degli acquedotti, così come non sono rilevate situazioni con presenza di acqua, sia in forma di emergenza sia come scaturigine isolata o come falda con livello piezometrico prossimo alla superficie.


CARTA IDROGEOLOGICA Scala 1:2.000


- 

Argille con frazione sabbiosa.
Permeabilità molto bassa ($10^{-6}<k<10^{-4}$)
Formazione Cozzo Terravecchia.
(Tortoniano sup. - Messiniano Inf.)
- 

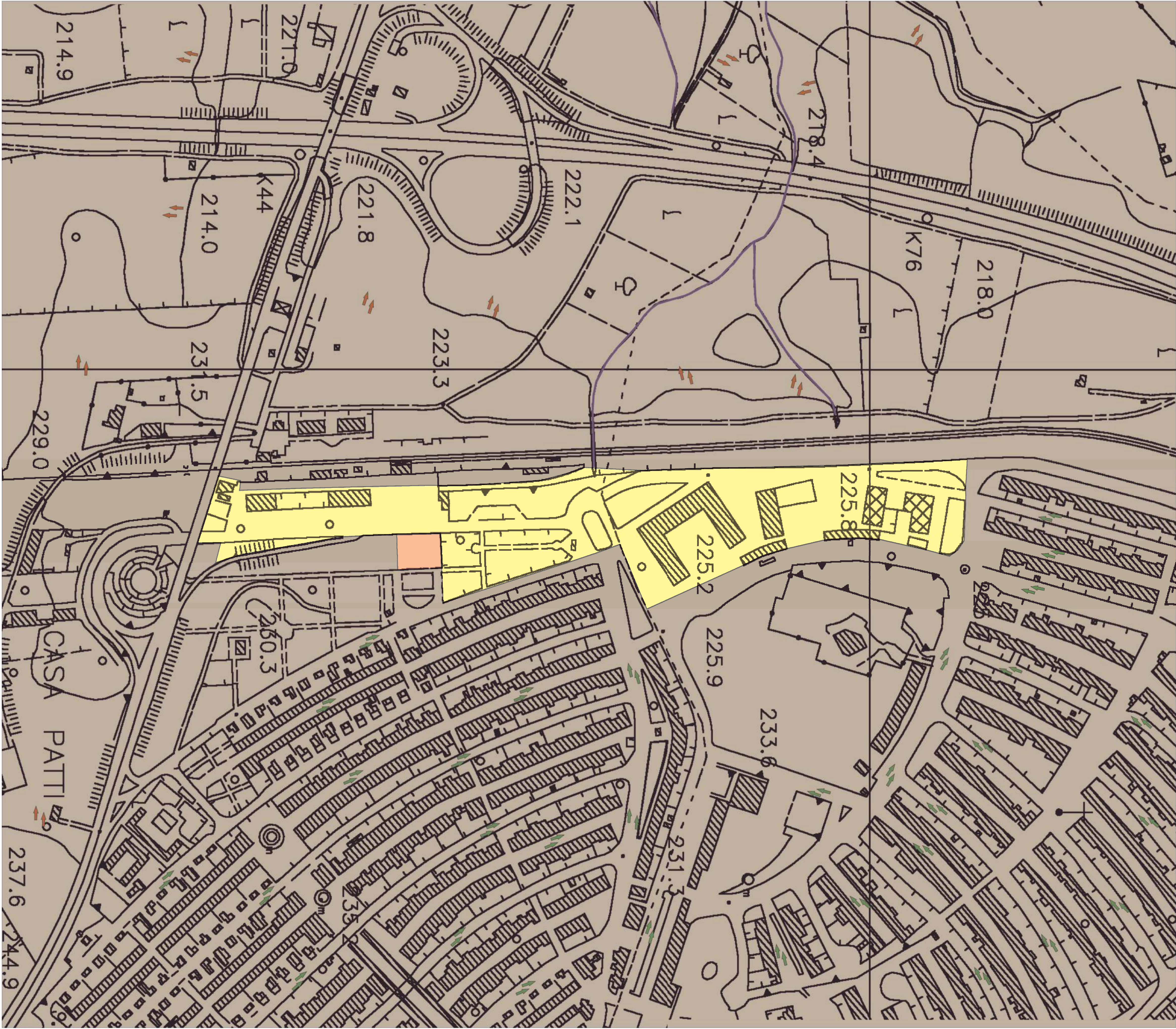
Direzione deflusso superficiale in
corrispondenza della viabilità esistente.
- 

Direzione deflusso superficiale.
- 

Asta fluviale
- 

Comparto PIP
- 

Area di ampliamento Comparto PIP



STRUTTURE SISMOGENETICHE E FAGLIE CAPACI

Per quanto concerne la verifica della presenza di faglie attive, intese come sorgenti sismo-genetiche e della loro caratterizzazione in termini di scuotimento, è stato interrogato il database DISS – Database of Individual Seismogenic Sources, espressamente sviluppato dall'INGV, alla scala nazionale e locale, per applicazioni nell'ambito della valutazione della pericolosità sismica da scuotimento (ground shaking hazard) (Figura 3). Le strutture sismo-genetiche rappresentate in questo database sono le più significative a cui possono essere riferiti gli eventi sismici che hanno interessato la Sicilia sud-occidentale ed il territorio di Gibellina:

- A) Struttura Mazzara Del Vallo-Belice (DISS-ID ITCS021);
- B) Castelvetro-Capo Granitola (DISS-ID ITCS118);
- C) Monte Magaggiaro-Pizzo Telegrafo (DISS-ID ITCS120);
- D) Campobello offshore (DISS-ID ITCS118).

Definite Sorgenti sismo-genetiche composite, legate al sistema a Thrust Siculo-Maghrebide, a cui vengono associate magnitudo massime attese (M_w) tra 5.5 ÷ 5.6.

Si rimanda al Database DISS 3.2.1–2018 per maggiori dettagli (<http://diss.rm.ingv.it/diss/>).

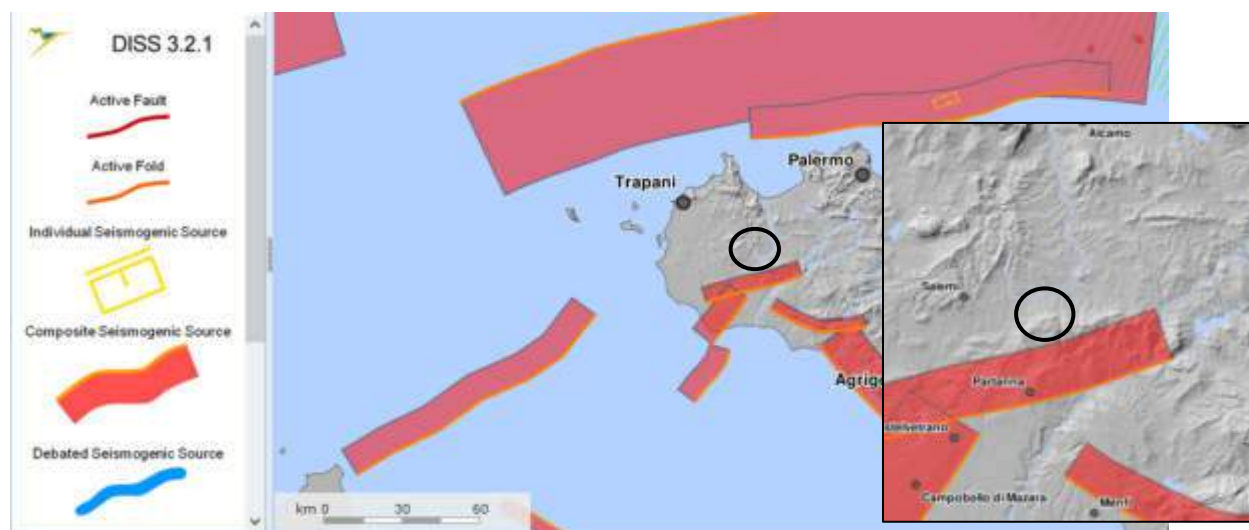


Figura 3 – Database of Individual Seismogenic Sources DISS ver. 3.2.1 – 2018 <http://diss.rm.ingv.it/diss/>

Rispetto al pericolo derivante dalla presenza di faglie attive e capaci si è fatto riferimento al CATALOGO ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults), un database 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 come le faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione cosismica permanente in superficie.

Dalla consultazione del catalogo ITHACA, di cui in Figura 4 viene riportato uno stralcio relativo al territorio di Gibellina, ed è possibile osservare l'assenza di faglie capaci all'interno del nuovo centro abitato di Gibellina.

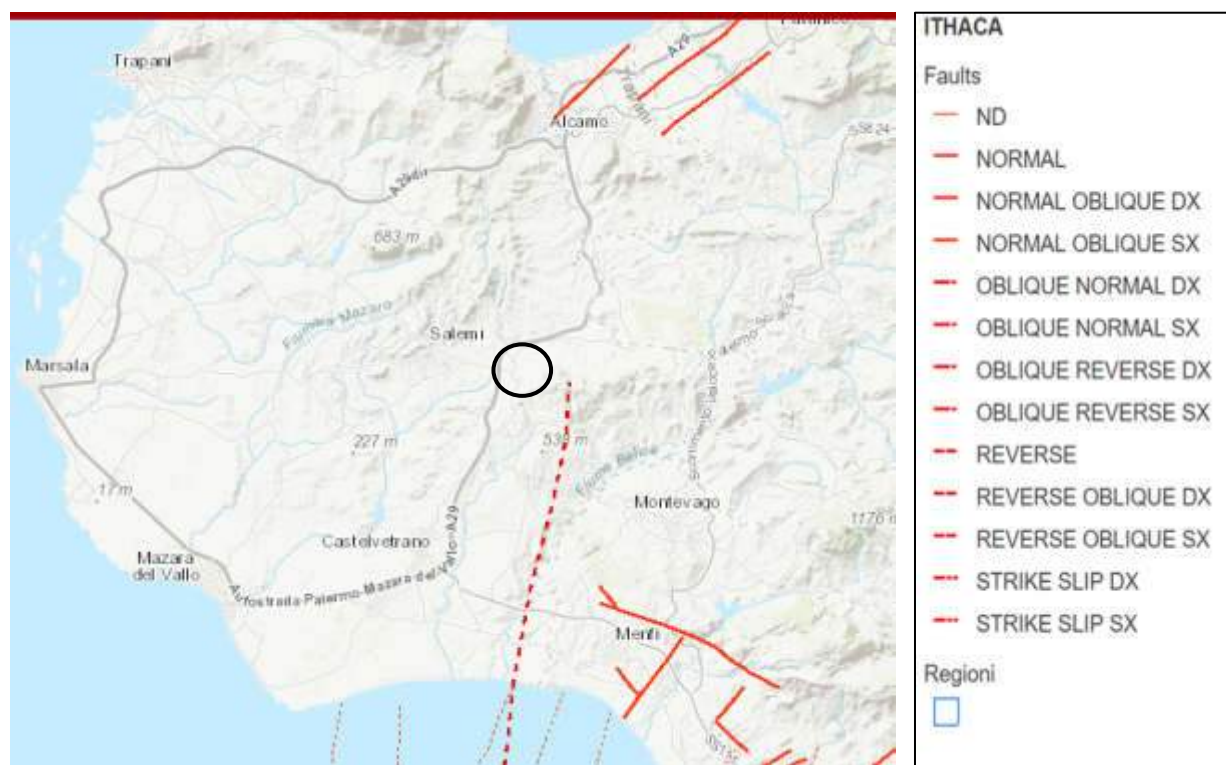


Figura 4 – Faglie capaci mappate nel catalogo ITHACA.

PERICOLOSITÀ SISMICA DEL TERRITORIO

La pericolosità sismica di base di un sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in detto sito un parametro che descrive il moto sismico superi un valore prefissato.

Gli elementi fondamentali che concorrono ad una moderna valutazione della “Pericolosità sismica” sono pertanto da ricercare nelle caratteristiche storiche, sismologiche, sismo-genetiche, geologiche, relative al territorio analizzato.

Per quanto riguarda la quantificazione della pericolosità si fa riferimento ad alcune grandezze, la prima è l'intensità sismica, misura della potenzialità distruttiva del terremoto che può essere valutata in modi diversi: sono infatti ben note le Scale Mercalli Modificata (MM), Medvedev-Sponhenar-Karnik (MSK) e Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS) che si riferiscono a gradi macrosismici.

Un altro parametro utilizzato è il valore massimo dell'accelerazione prodotta al suolo ag (P.G.A.: Peak Ground Acceleration), misurata come frazione dall'accelerazione di gravità ($g = 9,80 \text{ m/s}^2$), un valore di $0,1g$ è già capace di generare danni.

La magnitudo di un terremoto è l'energia totale scaricata dal sisma. Un terremoto di una certa magnitudo genera alla base di una costruzione una certa accelerazione sismica (espressa convenzionalmente come fattore dell'accelerazione di gravità) che può variare in relazione alla distanza, alla conformazione degli strati litologici di fondazione, alla morfologia ed alle caratteristiche dell'onda.

Magnitudo e accelerazione sono comunque in relazione, ma ai fini edificatori è più importante definire l'accelerazione sismica di progetto o PGA (Parametro di scuotimento sismico).

Con l'emanazione delle N.T.C 2008/2018, la pericolosità sismica del territorio nazionale viene definita convenzionalmente su sito di riferimento rigido (categoria di sottosuolo A della

Tabella 3.2.II NTC) con superficie topografica orizzontale (categoria topografica T1 della Tabella 3.2.III N.T.C.).

Le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di riferimento, per una fissata PVR, sono espresse dall'accelerazione massima e dallo spettro di risposta elastico in accelerazione e sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle grandezze:

a_g = accelerazione massima al sito;

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

T^*C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale, sulla base delle quali sono compiutamente definite le relative forme spettrali.

Per la definizione quantitativa della pericolosità sismica di base, si può fare riferimento ai valori di pericolosità sismica del territorio nazionale (Ordinanza PCM del 28 Aprile 2006 n.3519, All. 1b) espressi in termini di accelerazione massima orizzontale al suolo (Figura n. 5) con probabilità di eccedenza del 2, 5, 10, 22 e 30 % in 50 anni riferita a suoli rigidi (<http://zonesismiche.mi.ingv.it>).

I valori dei parametri a_g , F_o , e T^*C , sono riportati negli allegati A e B al decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 Gennaio 2008 pubblicato nella Gazzetta Ufficiale del 4 Febbraio 2008 n. 29 e nei successivi aggiornamenti. Di essi viene fornita la rappresentazione in termini di andamento medio in funzione del periodo di ritorno T_R . Le grandezze sono definite per 10751 punti del reticolo di riferimento, mentre per un qualunque altro punto del territorio nazionale non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri in argomento possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame.

In Figura n. 9 è riportata la mappa della pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima al suolo (PGA) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, pari ad un periodo di ritorno di 475 anni, riferita a suoli rigidi ($V_S > 800/m$), come previsto dall'Ordinanza PCM del 28 Aprile 2006 n. 3519, All.1b.

Per il territorio di Gibellina sono stati stimati valori di PGA compresi nell'intervallo 0,125-0,150 g.



Figura 5 – Mappa della pericolosità sismica espressa in termini di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_S > 800\text{m}$), O.P.C.M. n. 3274 20/03/2003.

Nella classificazione sismica del territorio italiano (O.P.C.M. n. 3274 20/03/2003, O.P.C.M. n. 3519 del 28 aprile 2006, Delibera della Giunta regionale n.408 19/12/2003 e ss.mm.ii) e Decreto DRPC n. 64 del 11/03/2022 – Aggiornamento della classificazione sismica regionale con i criteri dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28/04/2006 n. 3519, che definisce quattro zone a diverso grado di sismicità (Figura 6), il Comune di Gibellina è stato dichiarato sismico e classificato come **zona sismica 1** con associati valori di Accelerazione orizzontale 0,35g con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g) $0.25 < a_g \leq 0.35$.

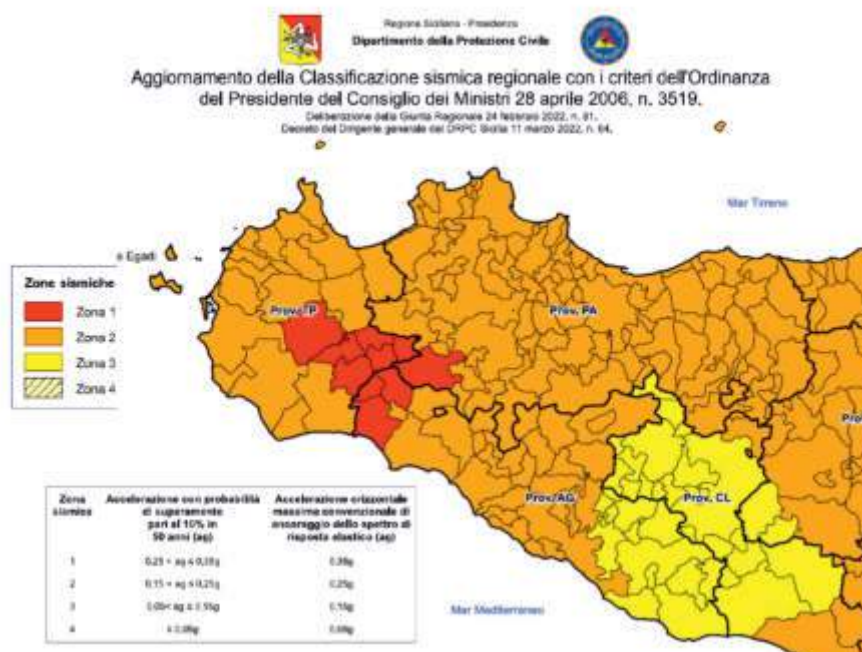


Figura 6 – Mappa della classificazione sismica dei comuni ricadenti nel territorio siciliano.

L'INGV, insieme al Dipartimento nazionale della Protezione Civile, ha sviluppato il Progetto S1 nell'ambito del quale è stata predisposta la mappa nazionale di pericolosità sismica dove vengono forniti, in una griglia regolare con passo $0,05^\circ$, i parametri di accelerazione al suolo in 'g' (accelerazione di gravità) con probabilità di superamento in 50 anni in funzione del periodo di ritorno (81%, 63%, 50%, 39%, 30%, 22%, 5% e 2% rispettivamente corrispondenti a periodi di ritorno di 30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975, e 2475 anni) (Figura 7).

I parametri significativi della pericolosità sismica sono disponibili, in forma interattiva, sul sito istituzionale del Progetto S1 dell'INGV.

Il sistema permette di ottenere anche, per ciascun nodo della griglia, il dettaglio in forma grafica e tabellare dell'analisi di disaggregazione (cioè il contributo delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza alla pericolosità del sito), nonché i valori medi di magnitudo.

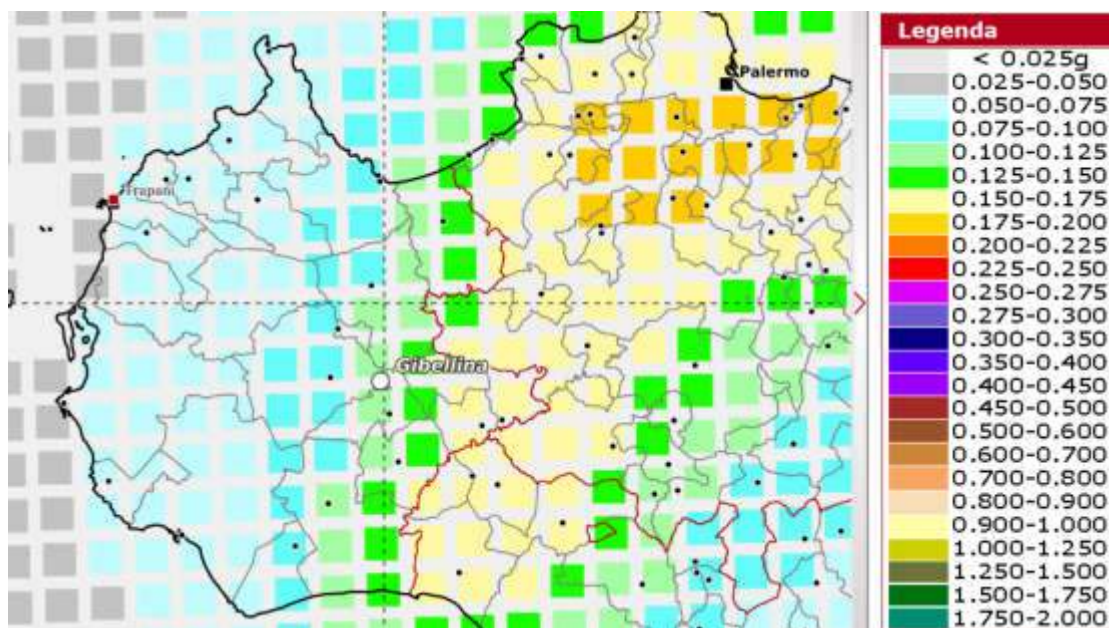


Figura 7 – Griglia di pericolosità sismica per Gibellina, con probabilità in 50 anni al 10% e percentile al 50.

Dal calcolo della disaggregazione della pericolosità, eseguita al fine di individuare il maggior contributo alla pericolosità sismica del Comune di Gibellina in termini di magnitudo-distanza di un evento, il sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it/> dell'INGV produce mappe interattive di pericolosità sismica dalle quali è possibile estrarre il grafico di Figura 8, relativo al nodo della griglia su cui ricade il Comune di Gibellina. I risultati della disaggregazione evidenziano che gli eventi che contribuiscono maggiormente alla pericolosità sismica locale di Gibellina sono caratterizzati da magnitudo Mw compresa tra 4,0 e 6,5 e relativamente vicini (R medio = entro 10 – 20 km).

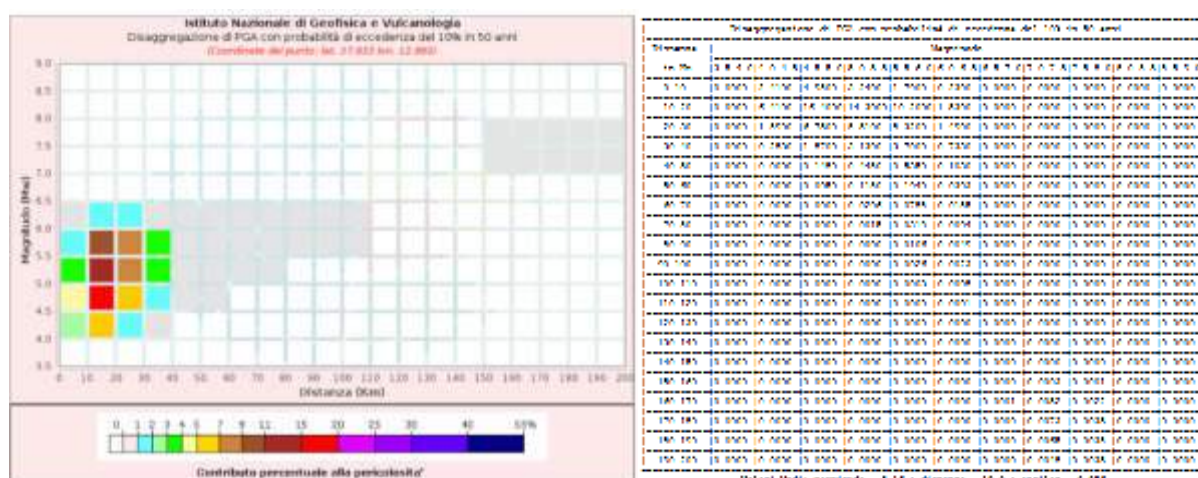


Figura 8 – Calcolo della disaggregazione della pericolosità sismica.

La Tabella 2 che segue, estratta dal sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, riporta i valori della pericolosità sismica relativi al comune di Gibellina, espressi in termini di accelerazione orizzontale massima al suolo (PGA) con probabilità di eccedenza del 10 in 50 anni, su suoli rigidi ($V_S > 800$ m/s), come previsto dall'Ordinanza DPCM del 28 aprile 2006 n. 3519, All. 1b. Le stime di PGA vengono determinate con la tecnica di analisi statistica degli effetti stimati sulla base dei dati contenuti nei cataloghi sismici, proposta da Cornell (Cornell, 1968; Bender & Perkins, 1987; Gruppo di Lavoro MPS, 2004) e la loro incertezza è espressa mediante percentili, considerando il catalogo un campione rappresentativo dell'intera popolazione di eventi possibili con effetti significativi nel luogo.

Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza (Coordinate del punto: lat. 37.3033 lon. 12.860)			
Frequenza annuale di eccedenza	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0001	0.1617	0.2042	0.2328
0.0010	0.1539	0.1961	0.2241
0.0021	0.0826	0.1083	0.1239
0.0050	0.0649	0.0741	0.0842
0.0071	0.0442	0.0623	0.0707
0.0099	0.0366	0.0537	0.0614
0.0139	0.0296	0.0455	0.0501
0.0199	0.0229	0.0376	0.0407
0.0332	0.0137	0.0280	0.0297

Tabella 2 - Valori della pericolosità sismica relativi al comune di Gibellina, espressi in termini di accelerazione orizzontale massima al suolo (PGA)

INDAGINI ESEGUITE PRECEDENTEMENTE E DI NUOVA ESECUZIONE

Per quanto riguarda le indagini geognostiche pregresse, eseguite nel territorio comunale di Gibellina, sono state considerate solo quelle effettuate dal sottoscritto per la progettazione di lavori pubblici e/o privati.

Le indagini pregresse, ubicate nel nuovo centro urbano e/o nelle immediate vicinanze sono elencate nella sottostante tabella 3:

RIEPILOGO INDAGINI ESEGUITE NEL TERRITORIO COMUNALE	
Tipologia indagine	Quantità
Sondaggi geognostici a carotaggio continuo	9
Indagini sismiche HVSr	12
Indagini sismiche MASW	11
Prove Penetrometriche dinamiche DPM	6
Pozzetti geognostici	2

Tabella 3 – Riepilogo indagini geognostiche e geofisiche eseguite nel nuovo centro abitato.

Alcune delle indagini geognostiche effettuate precedentemente sono state eseguite all'interno del Comparto PIP a supporto di studi geologici per la realizzazione di nuovi edifici (Tabella 4):

INDAGINI ESEGUITE PRECEDENTEMENTE NELL'AREA DI PROGETTO	
Tipologia indagine	Quantità
Indagini sismiche HVSr	2
Indagini sismiche MASW	1
Pozzetti esplorativi	1

Tabella 4– Riepilogo indagini eseguite precedentemente nell'area di progetto.

Di seguito sono elencate le indagini eseguite in questa fase progettuale (Tabella 5):

INDAGINI DI NUOVA ESECUZIONE NELL'AREA DI PROGETTO	
Tipologia indagine	Quantità
Indagini sismiche HVSr	4
Prove Penetrometriche dinamiche (DPM)	4
Indagini sismiche a rifrazione (PSR)	1

Tabella 5 – Riepilogo indagini geognostiche e geofisiche eseguite in questa fase progettuale nell'area di progetto.

INDAGINI SISMICHE HVSR ESEGUITE

Le indagini geofisiche sono state realizzate avvalendosi del metodo sismico che utilizza l'acquisizione del rumore sismico di fondo come funzione di eccitazione. Il rumore sismico, generato dai fenomeni atmosferici (onde marine, vento ecc.) e dall'attività antropica, è presente ovunque sulla superficie terrestre e spesso viene indicato con il termine di microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo prossimo all'epicentro. I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume, P o S. In essi giocano un ruolo fondamentale le onde superficiali, che hanno velocità prossime a quella delle onde S, il che spiega la dipendenza di tutta la formulazione dalla velocità di queste ultime. Diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio HVSR o H/V). La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo.

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente facili da comprendere in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato. Considerando un sistema in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (ρ_1 e ρ_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2), un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'interfaccia che separa i due strati. L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato.

La frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde S è pari a:

$$f_r = V_{S1}/4H \quad (1)$$

Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza una corrispondenza 1:1, ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi allo spessore) di ciascuno di essi, ma è interpretabile attraverso opportuni fattori di correlazione.

L'analisi H/V permette pertanto di identificare i contrasti di impedenza tra strati, la successiva determinazione della velocità delle onde S fino a profondità notevoli (ben oltre i 100 m di profondità) e strettamente dipendenti dallo spazio temporale di acquisizione; quindi l'elaborazione del VSeq, avviene attraverso una formulazione specifica adottando come punto di partenza la relazione (1) mostrata in precedenza.

Caratteristiche strumentazione usata

L'acquisizione dei dati sperimentali (microtremore ambientale) sono stati effettuati per mezzo di un tomografo digitale portatile progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (Ambrogeo Echo Tromo HVSR3) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alle frequenze di campionamento di 172 Hz.

Per quanto riguarda le indagini sismiche HVSR, precedentemente eseguite nell'area interessata dalle opere di progetto, una sola è stata eseguita con tomografo elettronico digitale TROMINO® (Micromed SpA -- 10 x 7 x 14 cm per 1 kg di peso), dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 2 batterie AA da 1.5 V, senza cavi esterni. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alle frequenze di campionamento di 128 Hz.

Esecuzione prove HVSR

Le indagini sismiche hanno previsto l'acquisizione, in corrispondenza di una superficie opportunamente predisposta, del microtremore per una finestra di acquisizione temporale pari a 20 minuti. Dalle registrazioni del rumore sismico ambientale in campo libero sono state ricavate le curve H/V, utilizzando i seguenti parametri:

- larghezza delle finestre d'analisi 25 s;
- lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale;
- rimozione dei transienti sulla serie temporale degli H/V.

Analisi risultati indagine HVSR(ERMES)

La determinazione dell'andamento dei valori delle onde di taglio è stata resa possibile dall'interpretazione congiunta del profilo H/V in comparazione con la curva degli spettri di ampiezza. L'individuazione delle discontinuità è infatti resa possibile quando in corrispondenza dei valori di frequenza di risonanza caratteristici nella curva H/V si realizza contestualmente una inversione nella componente verticale dello spettro di ampiezza.

Il modello interpretativo fornito ha permesso di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S (Tabella 6):

Strato	Spessore [m]	Velocità onde di taglio [m/s]
1	1,30	147
2	28.7	350

Tabella 6 – Elaborazione dati sperimentali indagine HVSR(ERMES).

L'indagine sismica eseguita è individuata sul reticolato geografico con le seguenti coordinate:

HVSR(ERMES)		
	COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	37° 48' 27,33" N	37,807593° N
LONGITUDINE	12° 51' 57,88" E	12,866079° E
33S	312148.10 E	4186612.39 N

Analisi risultati indagine HVSR(PIP1)

Il modello interpretativo fornito dell'indagine sismica HVSR(PIP1) ha permesso di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S (Tabella 7):

Strato	Spessore [m]	Velocità onde di taglio [m/s]
1	1,90	156
2	8,50	265
3	19,70	375

Tabella 7 – Elaborazione dati sperimentali indagine HVSR(PIP1).

L'indagine sismica eseguita è individuata sul reticolato geografico con le seguenti coordinate:

HVSr(PIP1)		
	COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	37° 48' 24,00" N	37,806667
LONGITUDINE	12° 51' 59,96" E	12,866656
33S	312196.55	4186508.48

Analisi risultati indagine HVSr(PIP2)

Il modello interpretativo dell'indagine sismica HVSr(PIP2) ha permesso di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S (Tabella 8):

Strato	Spessore [m]	Velocità onde di taglio [m/s]
1	3,18	140
2	22,00	250
3	4,82	380

Tabella 8 – Elaborazione dati sperimentali indagine HVSr(PIP2).

L'indagine sismica eseguita è individuata sul reticolato geografico con le seguenti coordinate:

HVSr(PIP2)		
	COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	37° 48' 36,91" N	37,810254° N
LONGITUDINE	12° 51' 59,03" E	12,866398° E
33S	312182.93 E	4186907.04 N

Analisi risultati indagine HVSr(PIP3)

Il modello interpretativo dell'indagine sismica HVSr(PIP3) ha permesso di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S (Tabella 9):

Strato	Spessore [m]	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0,8	136
2	29,2	328

Tabella 9 – Elaborazione dati sperimentali indagine HVSr(PIP3).

L'indagine sismica eseguita è individuata sul reticolato geografico con le seguenti coordinate:

HVSr(PIP3)		
	COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	37° 48' 41,01" N	37,811394° N
LONGITUDINE	12° 51' 57,99" E	12,866111° E
33S	312160.55 E	4187034.12 N

Si rimanda alla relazione geofisica delle indagini HVSR eseguite nell'area oggetto di studio allegata alla presente relazione per un maggior dettaglio delle caratteristiche sismiche locali.

INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE (P.S.R.)

Il metodo consiste nell'immettere nel terreno energia sismica (per mezzo di una sorgente di onde elastiche) e nel rilevare, per mezzo di un sismografo registratore e di opportuni trasduttori (geofoni), disposti ad intervalli regolari lungo uno stendimento rettilineo, i tempi di percorso delle onde sismiche emesse dalla sorgente, dopo aver attraversato, secondo vari percorsi, il sottosuolo. In particolare nella sismica a rifrazione si considerano le cosiddette onde di testa, cioè le onde che sotto opportune condizioni (stratificazione con velocità dei rifrattori crescenti verso il basso) impiegano minor tempo per compiere i percorsi nel sottosuolo e ritornare in superficie. Analizzando l'andamento dei tempi di arrivo delle onde sismiche, in funzione della distanza dalla sorgente, si determina, la velocità di propagazione delle onde sismiche di tipo P (VOSP) nei diversi strati individuati e la geometria (spessore e inclinazione) dei diversi rifrattori.

Dalla stima delle velocità, successivamente, è possibile ricostruire la stratificazione del sottosuolo e risalire al tipo di terreni presenti, nonché valutare, indirettamente, alcune caratteristiche fisiche degli stessi.

Caratteristiche della strumentazione usata

La strumentazione adottata per l'acquisizione dei dati sismici è costituita da una sorgente sismica (mazza da 10 kg dotata di starter piezoelettrico battente un piattello in alluminio), da 18 geofoni del tipo verticale a 10 Hz e da un sismografo registratore "Dolang Geophysical Jea 247+". Per l'elaborazione dei dati sperimentali ci si è avvalsi dell'ausilio di un programma interpretativo computerizzato "Intersism" della Geo&Soft che utilizza come tecnica di interpretazione il Metodo Reciproco Generalizzato (G.R.M.) ideato da Palmer (1980).

Geometria del profilo sismico a rifrazione (PSR)

Nell'esecuzione del sondaggio sismico le misure sono state eseguite utilizzando n. 18 geofoni posti ad una distanza intergeofonica di 2,00 m (lunghezza totale dello stendimento di 36,00 metri), effettuando uno scoppio diretto e uno reciproco con offset (distanza tra il punto di

scoppio ed il geofono più vicino) di 2,00 m ed uno scoppio centrale alla stesa sismica. Tale tecnica ha consentito di ricostruire la posizione e l'andamento dei rifrattori nell'ipotesi che questi ultimi abbiano uno strike comune e che la direzione del profilo sia perpendicolare ad esso.

Gli scoppi sono stati effettuati utilizzando come sorgente una massa battente costituita da una mazza del peso di 10 kg lasciata cadere da un'altezza di 2,00 m su una piastra circolare di metallo.

Analisi dei risultati del profilo sismico a rifrazione (PSR)

Dall'interpretazione dei dati sperimentali del sondaggio sismico a rifrazione (denominato SS1) è stato possibile distinguere ed individuare diversi rifrattori:

- strato superficiale con velocità (**VOSP**) = **188,2 m/sec** e spessore prossimo a 1,00 m;
- uno strato con velocità (**VOSP**) = **358,9 m/sec** e spessore medio prossimo a 2,00 m;
- uno strato con velocità (**VOSP**) = **820,5 m/sec** e spessore medio prossimo a 3,00 m;
- al di sotto, ma che sicuramente si spinge oltre la profondità investigata, è presente uno strato con velocità (**VOSP**) = **1420,5 m/sec**.

L'indagine sismica a rifrazione è individuata sul reticolato geografico con le seguenti coordinate:

INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE (PSR1)

Geofono	COORDINATE GEOGRAFICHE				
G1	37,81069° N	12,86617° E	33S	312163,96 E	4186955,88 N
G18	37,81067° N	12,86576° E		312127,81 E	4186954,48 N

Per un maggior dettaglio si rimanda alla relazione geofisica relativa all'indagine sismica a rifrazione allegata alla presente relazione.

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE ESEGUITE

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate data la loro semplicità e rapidità di esecuzione e consistono nel determinare la resistenza alla penetrazione nel terreno di una punta conica di dimensioni standard posta all'estremità di un'asta di acciaio (prolungabile con l'aggiunta di ulteriori aste di lunghezza standard), il tutto sormontato da un idoneo dispositivo a percussione azionato da un motore a scoppio e rilevare il numero di colpi (N) necessari per infiggere la punta nel terreno.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il terreno attraversato come un'immagine in “*continuo*”, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con altre tipologie di indagini geognostiche.

Dall'elaborazione dei dati sperimentali acquisiti dalle prove penetrometriche è possibile individuare e riconoscere esattamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii nonché la consistenza generale del terreno.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale 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 della resistenza alla punta.

Le prove penetrometriche sono state eseguite con il penetrometro dinamico della Geo Deep Drill srl mentre l'elaborazione dei dati acquisiti è stata effettuata con il programma di calcolo automatico Dynamic Probing della GeoStru Software.

Per la caratterizzazione stratigrafica dei terreni presenti nell'area di progetto, come anticipato in premessa, ci si avvale delle risultanze di n. 4 prove penetrometriche dinamiche (denominate DL1, DL2, DL3 e DL4) nonché di una personale conoscenza dei luoghi, che

deriva dall'aver condotto in zona numerosi altri studi applicativi e per aver preso visione di sezioni naturali presenti sia a monte sia a valle dell'area oggetto di studio.

Le indagini eseguite hanno messo in evidenza la presenza di una coltre di terreno il cui spessore varia tra 0,70 m (DL3) e 1,60 m (DL2).

Al di sotto sono presenti i depositi argillosi con frazione sabbiosa parzialmente alterati il cui spessore varia tra 0,90 m (DL4) e 2,10 m (DL2).

Successivamente sono presenti le argille con frazione sabbiosa integre con spessore indefinito.

Le indagini penetrometriche eseguite sono individuate sul reticolato geografico con le seguenti coordinate:

INDAGINE PENETROMETRICA DL1

	COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	37° 48' 26,46" N	37,807351° N
LONGITUDINE	12° 51' 58,02" E	12,866117° E
33S	312150.83 E	4186585.46 N

INDAGINE PENETROMETRICA DL2

	COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	37° 48' 32,93" N	37,809148° N
LONGITUDINE	12° 51' 56,93" E	12,865814° E
33S	312128.71 E	4186785.48 N

INDAGINE PENETROMETRICA DL3

	COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	37° 48' 24,93" N	37,806927° N
LONGITUDINE	12° 52' 0,36" E	12,866769° E
33S	312207.16 E	4186537.10 N

INDAGINE PENETROMETRICA DL4

	COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	37° 48' 41,88" N	37,811636° N
LONGITUDINE	12° 51' 56,47" E	12,865688° E
33S	312123.92 E	4187061.82 N

Per un maggior dettaglio dei risultati ottenuti si rimanda alla relazione delle indagini penetrometriche allegata alla presente relazione.

INDAGINI ESEGUITE PRECEDENTEMENTE NELL'AREA DI PROGETTO

Come già accennato il sottoscritto ha eseguito, precedentemente, nell'area oggetto di studio, alcune indagini per studi geologici a supporto di progetti di edilizia privata ed in particolare:

- N. 2 indagini sismiche HVSr
- N. 1 pozzetto esplorativo;
- N. 1 indagine sismica MASW.

Analisi risultati indagine HVSr(CIAPIRRELLO)

Il modello interpretativo dell'indagine sismica HVSr(CIAPIRRELLO) ha permesso di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S (Tabella 10):

Strato	Spessore [m]	Velocità onde di taglio [m/s]
1	17,30	175,78
2	12,70	455,29

Tabella 10 – Elaborazione dati sperimentali indagine HVSr(CIAPIRRELLO).

HVSr(CIAPIRRELLO)

	COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	37° 48' 22,24" N	37,806179° N
LONGITUDINE	12° 51' 58,18" E	12,866162° E
33S	312151,825 E	4186455,321 N

Indagine sismica HVSr(CIAPIRRELLO) **VSeq = 237 m/s**

F₀ = 4.25 Hz

Il pozzetto esplorativo eseguito ha mostrato le seguenti unità stratigrafiche:

- da 0,00 a -0,50 m terreno vegetale;
- da -0,50 a -2,50 argille con frazione sabbiosa di colore nocciola nella porzione sommitale e grigio-verdastro in profondità.

POZZETTO ESPLORATIVO P1(CIAPIRRELLO)

	COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	37° 48' 21,67" N	37,806022° N
LONGITUDINE	12° 51' 58,88" E	12,866358° E
33S	312168,684 E	4186437,505 N

Analisi risultati indagine HVSr(DIGIOVANNI)

Il modello interpretativo dell'indagine sismica HVSr(DIGIOVANNI), eseguita con tomografo elettronico digitale TROMINO®, ha permesso di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S (Tabella 11):

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio [m/s]
0.70	0.70	103
12.10	11.40	195
inf.	inf.	320

Tabella 11 – Elaborazione dati sperimentali indagine HVSr(DIGIOVANNI).

Indagine sismica HVSr(DIGIOVANNI) **V_{Seq} = 248 m/s**

F₀ = 1.75 Hz

HVSr(DIGIOVANNI)

	COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	37° 48' 32,89" N	37,809136° N
LONGITUDINE	12° 52' 0,45" E	12,866791° E
33S	312214.697 E	4186782.188 N

Analisi risultati indagine MASW(ONORIO)

Il modello interpretativo dell'indagine sismica MASW(ONORIO), ha permesso di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S (Tabella 12):

Sismostrato	H [m]	Z [m]	γ [kg/m ³]	V _s [m/s]
	spessore	Profondità del letto	P.U.V.	Velocità trasv.
1	0.50	-0.50	1800	217
2	0.80	-1.30	1800	185
3	1.00	-2.30	1800	168
4	1.00	-3.30	1900	190
5	2.50	-5.80	1900	240
6	3.00	-8.80	200	348
7	9.00	-17.80	2100	370
8	4.50	22.30		530
9	>8.30	∞	2200	660

Tabella 12 – Elaborazione dati sperimentali indagine MASW(ONORIO).









MASW(ONORIO)

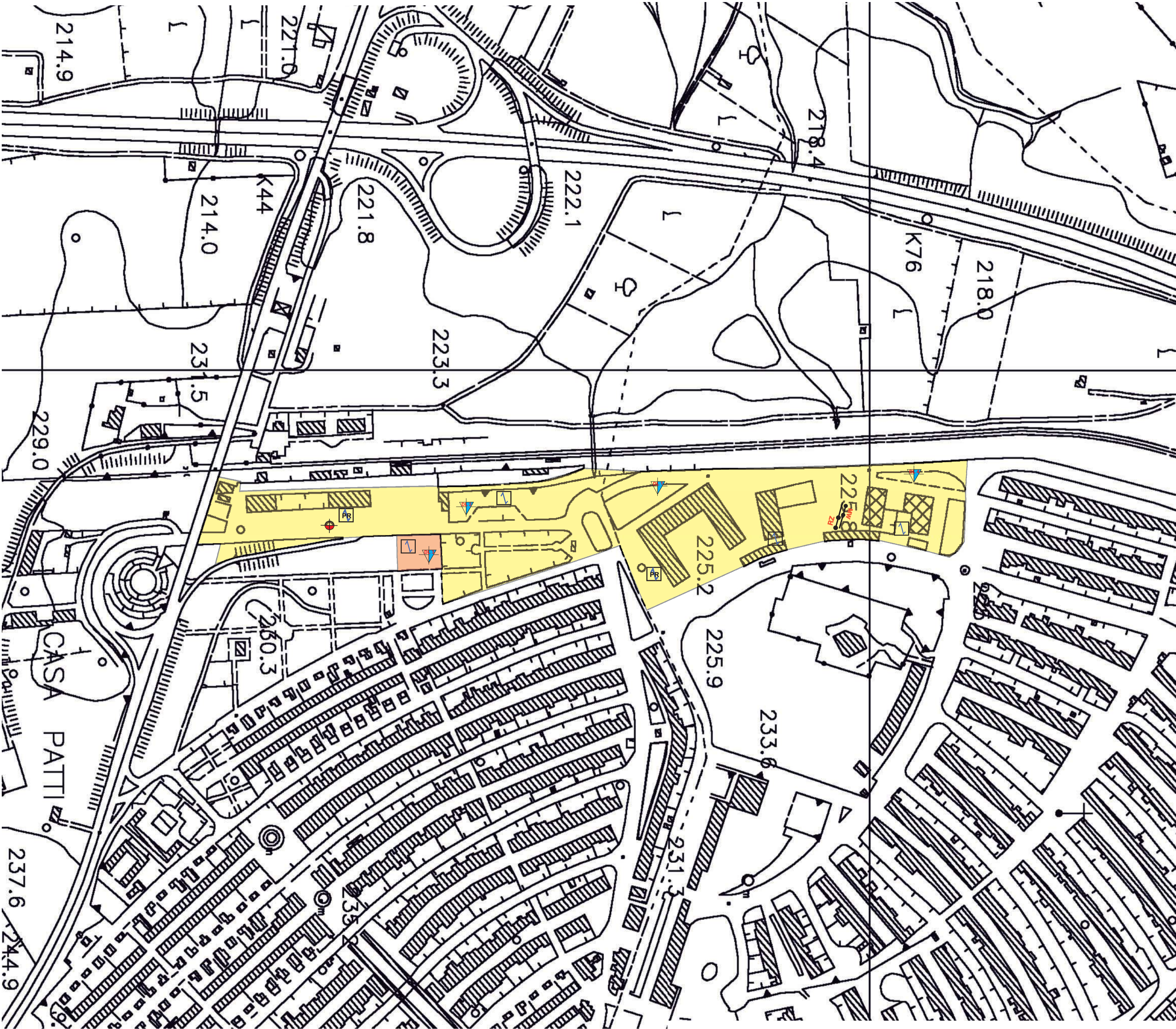
Geofono	COORDINATE GEOGRAFICHE				
G1	37,81070° N	12,86619° E	33S	312165,74 E	4186956,95 N
G18	37,81071° N	12,86579° E		312130,55 E	4186958,86 N

Indagine sismica MASW(ONORIO) **VSeq = 336 m/s**

Si rimanda alla relazione di riepilogo delle indagini pregresse eseguite nell'area oggetto di studio allegata alla presente relazione per un maggior dettaglio delle caratteristiche sismiche locali.

CARTA INDAGINI ESEGUITE NEL COMPARTO PIP Scala 1:2.000

-  Indagine penetrometrica dinamica (DL)
-  Indagine sismica HVSR eseguita in questa fase.
-  Indagine sismica HVSR eseguita precedentemente.
-  Indagine sismica a rifrazione
-  Indagine sismica MASW eseguita precedentemente.
-  Pozzetto esplorativo eseguito precedentemente.
-  Comparto PIP
-  Area di ampliamento Comparto PIP



CARATTERISTICHE LITOTECNICHE DEI TERRENI

Le caratteristiche litotecniche dei terreni individuati nell'area in esame sono state raggruppate in base alle caratteristiche fisico meccaniche differenziando i terreni di copertura (coltre vegetale) dalle litologie più profonde.

Per quanto riguarda i terreni di copertura costituiti da limo argilloso (depositi eluvio-colluviali) sono stati classificati secondo l'allegato D del D.A. n. 120/Gab del 14/07/2021 pubblicata sulla GURS n. 35 del 13/08/2021 come *Sedimenti a grana fine e finissime* del **Tipo H – Terreni di copertura di Tipo H1 “limi argillosi e/o argille”**.

Al di sotto del terreno vegetale sono presenti le argille con frazione sabbiosa classificati come *Sedimenti a grana fine e finissima* del **Tipo H – Terreni di Tipo H1 “limi argillosi e/o argille”**.

La stima dei parametri geotecnici dei terreni presenti nell'area di progetto sono stati acquisiti con le indagini penetrometriche ed elaborati con il software Dynamic Probing della Geostru Software.

Cautelativamente, sulla scorta delle elaborazioni delle indagini penetrometriche eseguite e delle indicazioni bibliografiche ai terreni presenti nell'area di progetto si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici (Tabelle 13 – 14 – 15 - 16):

PARAMETRI GEOTECNICI INDAGINE DL1
--

Descrizione	Spessore (m)	$\gamma \frac{kN}{m^3}$	c' (Kpa)	Cu (kpa)	$\phi' ^\circ$	Modulo di Young (Mpa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo di Poisson
Coltre pedogena	1,20	14,51	1,20	4,9	15	0,98	1,18	0,35
Argille con frazione sabbiosa alterate	1,70	16,67	4,90	19,61	18	3,92	4,18	0,34
Argille con frazione sabbiosa integre	indefinito	19,32	12,25	49,03	19	9,81	10,18	0,33

Tabella 13 – Parametri geotecnici ricavati dall'elaborazione della prova DL1.

PARAMETRI GEOTECNICI INDAGINE DL2

Descrizione	Spessore (m)	$\gamma \frac{kN}{m^3}$	C' (Kpa)	Cu (kpa)	$\phi' ^\circ$	Modulo di Young (Mpa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo di Poisson
Coltre pedogena	1,60	15,69	3,09	12,36	15	2,47	2,70	0,35
Argille con frazione sabbiosa alterate	2,10	16,87	5,27	21,08	18	4,23	4,49	0,35
Argille con frazione sabbiosa integre	indefinito	18,14	8,33	33,34	19	6,66	6,97	0,34

Tabella 14 - Parametri geotecnici ricavati dall'elaborazione della prova DL2.

PARAMETRI GEOTECNICI INDAGINE DL3

Descrizione	Spessore (m)	$\gamma \frac{kN}{m^3}$	C' (Kpa)	Cu (kpa)	$\phi' ^\circ$	Modulo di Young (Mpa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo di Poisson
Coltre pedogena	0,70	15,69	1,52	6,08	15	2,45	2,68	0,35
Argille con frazione sabbiosa alterate	1,30	19,22	5,98	23,93	17	9,59	9,96	0,33
Argille con frazione sabbiosa integre	indefinito	20,20	8,72	34,91	18	13,95	14,41	0,33


Tabella 15 - Parametri geotecnici ricavati dall'elaborazione della prova DL3.


PARAMETRI GEOTECNICI INDAGINE DL4



Descrizione	Spessore (m)	$\gamma \frac{kN}{m^3}$	C' (Kpa)	Cu (kpa)	$\phi' ^\circ$	Modulo di Young (Mpa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo di Poisson
Coltre pedogena	1,10	15,69	3,13	12,55	15	2,51	2,74	0,35
Argille con frazione sabbiosa alterate	0,90	17,95	7,87	31,48	18	6,30	6,60	0,34
Argille con frazione sabbiosa integre	indefinito	19,32	12,30	49,23	20	9,86	10,23	0,33

Tabella 16 - Parametri geotecnici ricavati dall'elaborazione della prova DL4.

CARTA LITOTECNICA Scala 1:2.000

 Ai sensi dell'allegato D del D.A. n. 120/Gab del 14/07/2021 pubblicato sulla GURS n. 35 del 13/08/2021:
Argille con frazione sabbiosa (**H Sedimenti a grana fine e finissima --- Terreni di tipo H1:«limi argillosi e/o argille»**) mascherati da una coltre eluvio colluviale in matrice limo-argillosa (**H Sedimenti a grana fine e finissima --- Terreni di copertura tipo H1:«limi argillosi e/o argille»**).

 Traccia sezioni litotecniche

-  Comparto PIP
-  Area di ampliamento Comparto PIP

PARAMETRI GEOTECNICI INDAGINE DL1

Descrizione	Spessore (m)	$\gamma \frac{kN}{m^3}$	C' (Kpa)	Cu (kpa)	$\varphi' ^\circ$	Modulo di Young (Mpa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo di Poisson
Coltre pedogena	1,20	14,51	1,20	4,9	15	0,98	1,18	0,35
Argille con frazione sabbiosa alterate	1,70	16,67	4,90	19,61	18	3,92	4,18	0,34
Argille con frazione sabbiosa integre	indefinito	19,32	12,25	49,03	19	9,81	10,18	0,33

PARAMETRI GEOTECNICI INDAGINE DL2

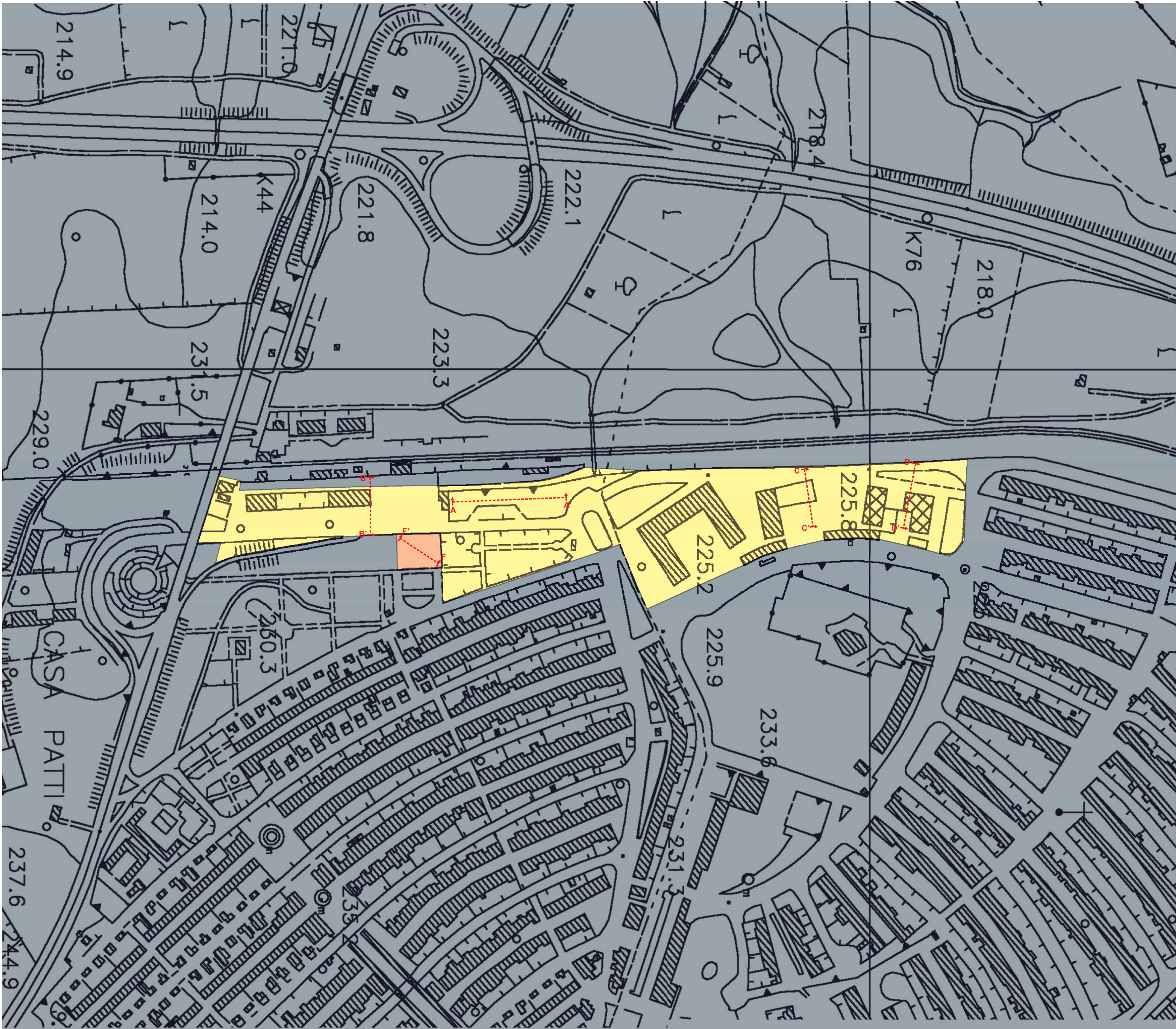
Descrizione	Spessore (m)	$\gamma \frac{kN}{m^3}$	C' (Kpa)	Cu (kpa)	$\varphi' ^\circ$	Modulo di Young (Mpa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo di Poisson
Coltre pedogena	1,60	15,69	3,09	12,36	15	2,47	2,70	0,35
Argille con frazione sabbiosa alterate	2,10	16,87	5,27	21,08	18	4,23	4,49	0,35
Argille con frazione sabbiosa integre	indefinito	18,14	8,33	33,34	19	6,66	6,97	0,34

PARAMETRI GEOTECNICI INDAGINE DL3

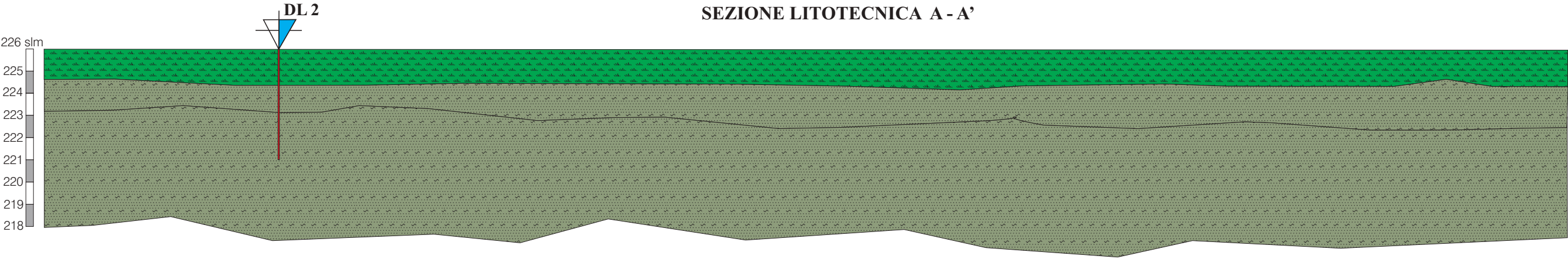
Descrizione	Spessore (m)	$\gamma \frac{kN}{m^3}$	C' (Kpa)	Cu (kpa)	$\varphi' ^\circ$	Modulo di Young (Mpa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo di Poisson
Coltre pedogena	0,70	15,69	1,52	6,08	15	2,45	2,68	0,35
Argille con frazione sabbiosa alterate	1,30	19,22	5,98	23,93	17	9,59	9,96	0,33
Argille con frazione sabbiosa integre	indefinito	20,20	8,72	34,91	18	13,95	14,41	0,33

PARAMETRI GEOTECNICI INDAGINE DL4

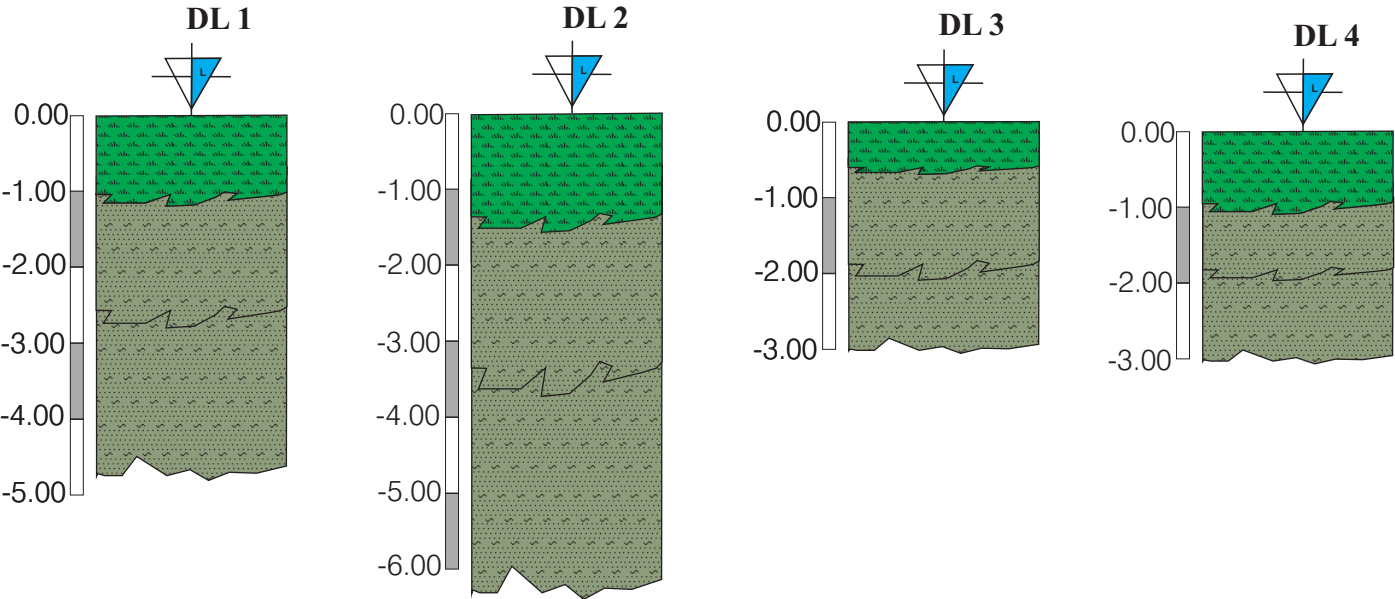
Descrizione	Spessore (m)	$\gamma \frac{kN}{m^3}$	C' (Kpa)	Cu (kpa)	$\varphi' ^\circ$	Modulo di Young (Mpa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo di Poisson
Coltre pedogena	1,10	15,69	3,13	12,55	15	2,51	2,74	0,35
Argille con frazione sabbiosa alterate	0,90	17,95	7,87	31,48	18	6,30	6,60	0,34
Argille con frazione sabbiosa integre	indefinito	19,32	12,30	49,23	20	9,86	10,23	0,33



SEZIONI LITOTECNICHE Scala 1:200

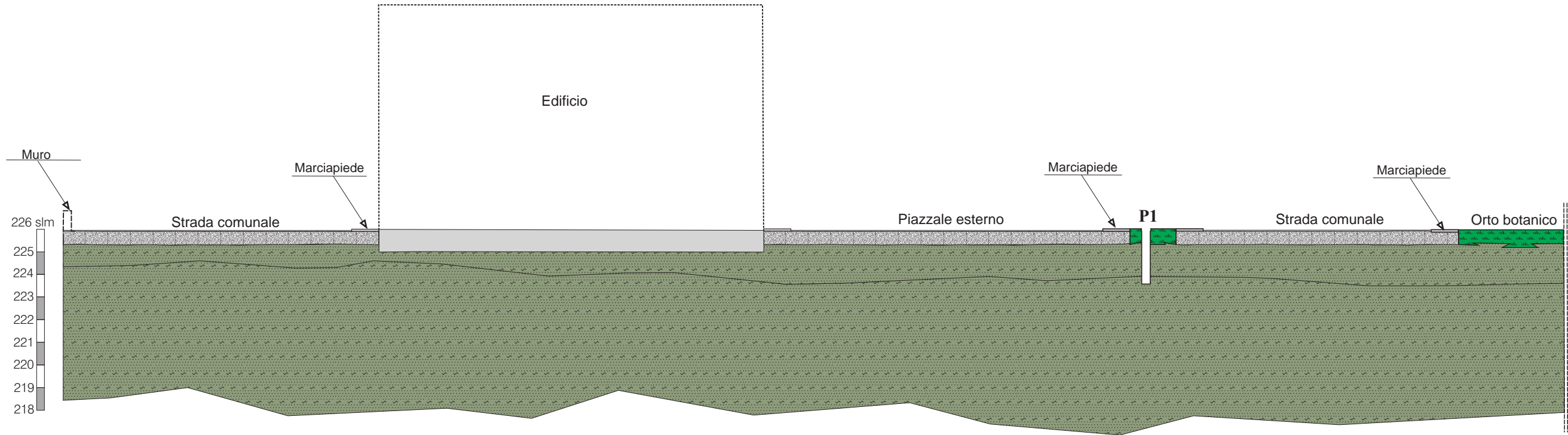


COLONNE LITOTECNICHE Scala 1:100

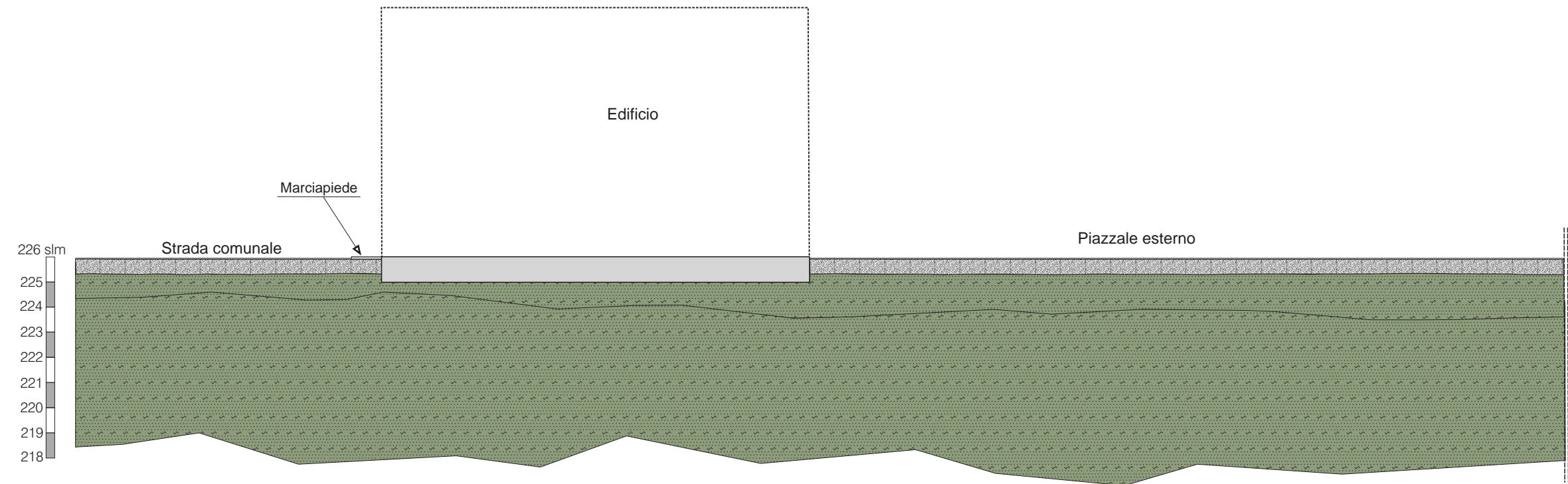


- Coltre eluvio-colluviale in matrice limo-argillosa
(H Sedimenti a grana fine e finissima --- Terreni di copertura tipo H1: «limi argillosi e/o argille»).
- Argille con frazione sabbiosa (H Sedimenti a grana fine e finissima --- Terreni di tipo H1:« limi argillosi e/o argille»)

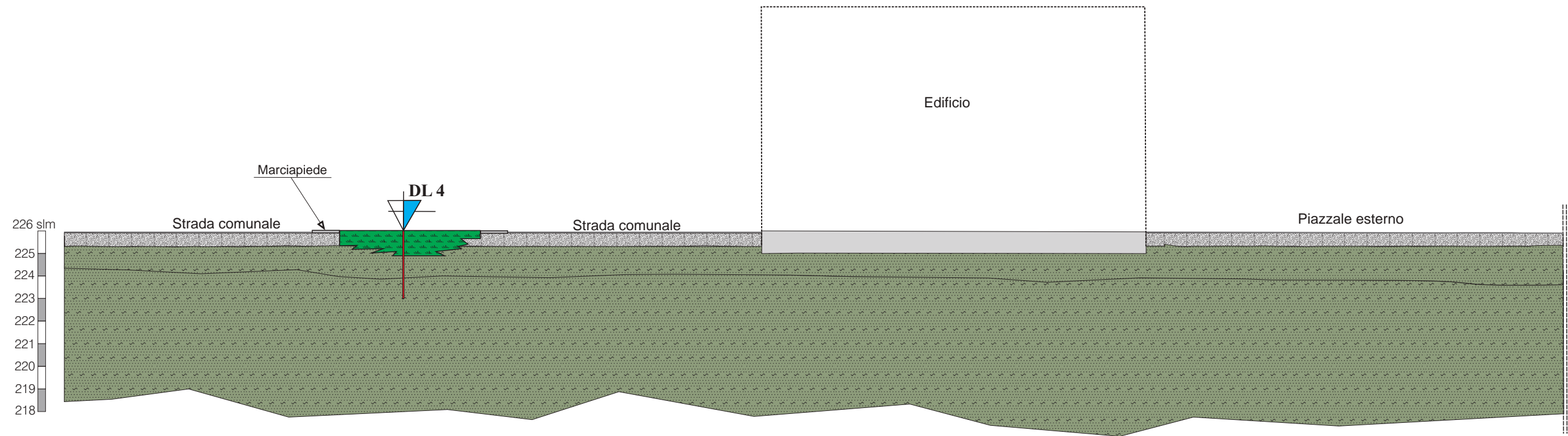
SEZIONE LITOTECNICA B - B'



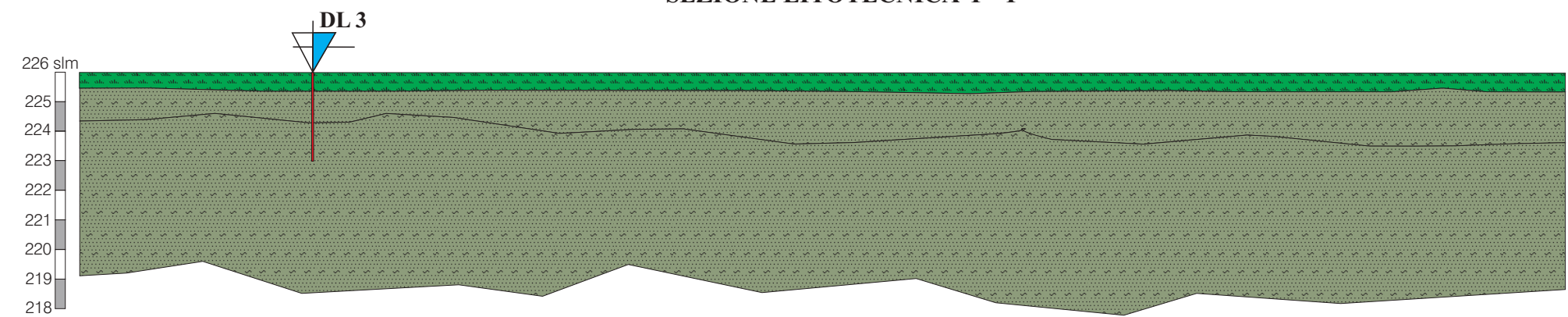
SEZIONE LITOTECNICA C - C'



SEZIONE LITOTECNICA D - D'



SEZIONE LITOTECNICA F - F'



PERICOLOSITÀ GEOLOGICA DELL'AREA

Si definisce pericolosità la probabilità che un fenomeno potenzialmente distruttivo e di determinata intensità si verifichi in un dato periodo ed in una data area.

La valutazione e l'esame completo della pericolosità si basa in prima analisi sulla conoscenza dei fattori che condizionano la stabilità dell'ambiente e successivamente sull'individuazione e descrizione delle cause che possono innescare nuovi dissesti oppure riattivare quelli già presenti.

Risulta necessario definire i fattori generali di un generico dissesto idrogeologico, sulla base delle conoscenze geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche per delimitare porzioni di territorio in classi di pericolosità.

La valutazione qualitativa e quantitativa dei dissesti si basa sulla concomitanza di diversi fattori che ne sono all'origine come:

- condizioni geolitologiche;
- condizioni idrogeologiche;
- condizioni morfologiche;
- condizioni meteorologiche;
- copertura vegetale;
- interventi diretti dall'uomo.

Questi fattori possono essere inglobati in due grandi categorie: fattori naturali e fattori antropici. I fattori antropici riguardano tutte quelle infrastrutture ed opere inserite nel territorio e tutti quei processi che possono avere influenza sui fattori naturali come la variazione della copertura vegetale e le condizioni morfologiche.

La valutazione delle condizioni geologiche, morfologiche ed idrogeologiche come fattori naturali dei dissesti richiede in prima istanza un'analisi delle condizioni climatiche. Il clima mediterraneo è caratterizzato da inverni piovosi e da estati lunghe e siccitose quindi

particolarmente adatto a produrre fenomeni di dissesto, quando si ha la concomitanza di particolari condizioni geologiche e morfologiche e quindi particolarmente favorevole ai fenomeni erosivi.

Il supporto geologico con l'analisi dei terreni e la loro classificazione geologico-tecnica, rappresenta la base per lo studio della dinamica territoriale, poiché l'individuazione delle caratteristiche litologiche permette di valutare il loro comportamento di fronte a fenomeni erosivi e d'alterabilità che ne modificano oltre alle caratteristiche geotecniche anche la disposizione spaziale. Sulla base di quanto relazionato si sono circoscritte e delimitate le zone ad uguale pericolosità; l'associazione di una determinata pericolosità ad una porzione di territorio è basata principalmente sulla litologia del suolo, sulla presenza di dissesti e sulla pendenza dei versanti.

La griglia utilizzata (Tabella n. 17) ha permesso di ricavare e suddividere il territorio in classi di pericolosità:

LITOLOGIA	PROCESSO GEOMORFOLOGICO PRESENTE NELL'AREA DI PROGETTO E NEL SUO INTORNO SIGNIFICATIVO	PENDENZA VERSANTI	PERICOLOSITA'
Depositi terrigeni	Nessun dissesto presente	$3\% < P < 6\%$	BASSA

Tabella 17 – Suddivisione del territorio in classi di pericolosità:

Nelle porzioni di territorio privi di qualunque dissesti e/o agenti morfo-dinamici attivi è stata associata una pericolosità bassa.

PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Il territorio comunale di Gibellina, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 n. 3274 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica.....*", è stato classificato in "**Zona sismica 1**".

Con Delibera di Giunta Regionale n. 408 del 19/12/2003 pubblicata sulla GURS n. 7 del 13/02/2004 "*Individuazione, formazione ed aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche ed adempimenti connessi al recepimento ed attuazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274*" concernente la riclassificazione sismica del territorio regionale: per il territorio del Comune di Gibellina è stata confermata la "**Zona sismica 1**".

Il nuovo studio di pericolosità, allegato all'OPCM n. 3519/2006, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.

Con Delibera di Giunta Regionale n. 408 del 19/12/2003 pubblicata sulla GURS n. 7 del 13/02/2004 "*Individuazione, formazione ed aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche ed adempimenti connessi al recepimento ed attuazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274*" concernente la riclassificazione sismica del territorio regionale: per il territorio del Comune di Gibellina è stata confermata la "**Zona sismica 1**".

In base al Decreto DRPC n. 64 del 11/03/2022 – *Aggiornamento della classificazione sismica regionale con i criteri dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28/04/2006 n. 3519*, pubblicato sulla GURS n. 13 del 25/marzo 2022 che ridefinisce il territorio della Regione Sicilia in base al diverso grado di sismicità, il Comune di Gibellina è stato confermato e dichiarato sismico e classificato come "**Zona sismica 1**" con associati valori di

Accelerazione orizzontale 0.35g con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)
 $0,25 < a_g \leq 0,35g$.

La pericolosità sismica è intesa come la misura dello scuotimento al suolo atteso in un dato sito ed è legata alle caratteristiche sismo-tettoniche, alle modalità di rilascio dell'energia alla sorgente, alla propagazione delle onde sismiche dalla sorgente al sito ed alla loro interazione con le caratteristiche geologiche locali, nonché alle caratteristiche del terremoto di progetto, inteso come l'evento sismico caratterizzato dalla massima magnitudo ed intensità, contraddistinto dalla massima accelerazione di picco e relativo contenuto in frequenza, relativamente al periodo di ritorno più prossimo.

In occasione di eventi sismici si sono evidenziati effetti, connessi a particolari condizioni geologiche, che hanno prodotto danni anche molto diversificati su edifici di caratteristiche strutturali analoghe, anche a distanza di poche decine di metri.

Con le N.T.C. 2018 e la Circolare n. 7 del 21/01/2019 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti pubblicata nella G.U. n. 35 del 11/02/2019, la stima della pericolosità sismica viene definita in base alle caratteristiche del sito in oggetto e non più tramite un criterio dipendente dalla zona sismica. In pratica, per ogni costruzione, l'azione sismica di progetto viene definita a partire dalla pericolosità di base del sito e deve essere riferita ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera, per poi valutare gli stati limite.

Per la stima della pericolosità sismica devono essere noti:

1. La categoria di sottosuolo.
2. La categoria topografica del sito.
3. Le coordinate geografiche del sito.
4. I nodi del reticolo di riferimento.
5. La classe d'uso dell'opera.
6. La vita Nominale.

Nell'ambito di questo studio geologico vengono indicati solo la categoria di sottosuolo, la categoria topografica del sito e le coordinate geografiche, mentre gli altri elementi devono essere valutati in sede di progettazione esecutiva.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, V_{Seq} che rappresenta la velocità equivalente di propagazione delle onde S (in m/s) e viene calcolata dalla seguente espressione:

$$V_{seq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad \text{dove:}$$

- h_i indica lo spessore (in metri) dell' i -esimo strato;
- $V_{S,i}$ indica la velocità delle onde di taglio dell' i -esimo strato;
- N indica il numero di strati;
- H indica la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido caratterizzato da valori di V_s non inferiori 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.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{Seq} è definita dal parametro V_{S30} , ottenuto ponendo $H = 30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Nel sito in questione, sulla base dei profili delle onde di taglio delle indagini eseguite in questa fase progettuale, si ottiene:

Indagine sismica HVSR(ERMES)	$V_{Seq} = 330$ m/s	$F_0 = 6.09$ Hz
Indagine sismica HVSR(PIP1)	$V_{Seq} = 311$ m/s	$F_0 = 5.41$ Hz
Indagine sismica HVSR (PIP2)	$V_{Seq} = 243$ m/s	$F_0 = 5.56$ Hz

Nel sito in questione, sulla base dei profili delle onde di taglio delle indagini eseguite precedentemente, si ottiene:

Indagine sismica HVSr(PIP3)	VSeq = 316 m/s	F ₀ = 3.83 Hz
Indagine sismica HVSr(CIAPIRRELLO)	VSeq = 237 m/s	F ₀ = 4.25 Hz
Indagine sismica HVSr(DIGIOVANNI)	VSeq = 248 m/s	F ₀ = 1.75 Hz
Indagine sismica MASW(ONORIO)	VSeq = 336 m/s	

Nei siti in questione, sulla base dell'elaborazione dei dati sperimentali scaturiti dalle indagini geofisiche è possibile ascrivere il suolo di fondazione entro la **categoria C**, la cui descrizione è specificata nella tabella seguente (Tabella 18):

CAT.	DESCRIZIONE
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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	<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</i> , 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.
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>

Tabella 18 – Categorie di suolo contenute nelle N.T.C..

Le conoscenze geologiche e stratigrafiche locali confermano questa classificazione.

- Categoria topografica

Per l'assegnazione della categoria topografica si è fatto riferimento alla tabella 3.2.III (categorie topografiche) contenuta nelle N.T.C. di seguito riportata (Tabella 19):

Tabella 3.2 III N.T.C. 2018 Categorie topografiche	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione $i < 15^\circ$
T2	Rilievi isolati con inclinazione $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ < i < 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 19 - Categorie topografiche contenute nelle N.T.C..

In riferimento alla tabella 3.2.III delle N.T.C. e data la morfologia della zona, ai fini della classificazione sismica, all'area in oggetto viene assegnata una **categoria topografica T1**; in fase progettuale l'assegnazione della categoria topografica dipende dall'ubicazione dell'opera

da realizzare. Il valore massimo del coefficiente di amplificazione topografica **St** che va assegnato al sito, varia in funzione alle morfologie presenti ed alla presenza o meno di creste nelle aree in prossimità dei luoghi da valutare (Tabella 20).

Queste evidenze rendono possibile una valutazione sulla focalizzazione delle onde sismiche. Per quanto riguarda gli "effetti di sito" dovuti alle situazioni geologiche e morfologiche relativi alle condizioni locali l'area non rientra in nessuna degli scenari di modificazione del segnale sismico in arrivo al sito su roccia.

Tabella 3.2 IV N.T.C. 2018 Categorie topografiche	Ubicazione dell'opera e/o dell'intervento	St
T1	---	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Tabella 20- Coefficiente di amplificazione topografica contenuta nelle N.T.C..

Il valore da assegnare al coefficiente di amplificazione topografica **St** è pari ad **1,0**.

Il sito inoltre non rientra in nessuno degli scenari di pericolosità sismica locale sotto indicati (Figura 9):

- Scorrimenti di faglia
- Instabilità di pendii;
- Liquefazione di sabbie sature;
- Addensamento di terreni a grana grossa;
- Subsidenza dei terreni molli a grana fine.

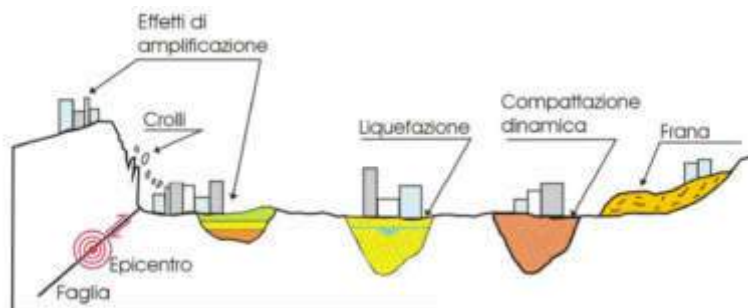


Figura 9 - Da T. Crespellani – Università degli Studi di Firenze.

Le principali cause di instabilità sono dovute per la presenza di:

- movimenti gravitativi di versante;
- fenomeni di liquefazione dei terreni monogranulari saturi;
- faglie attive e capaci;
- cedimenti differenziali.

In riferimento al D.A. N. 120/Gab del 14/07/2021 l'area interessata dalle opere di progetto non ricade in nessuno degli scenari di cui all'Allegato F (Figura 10).

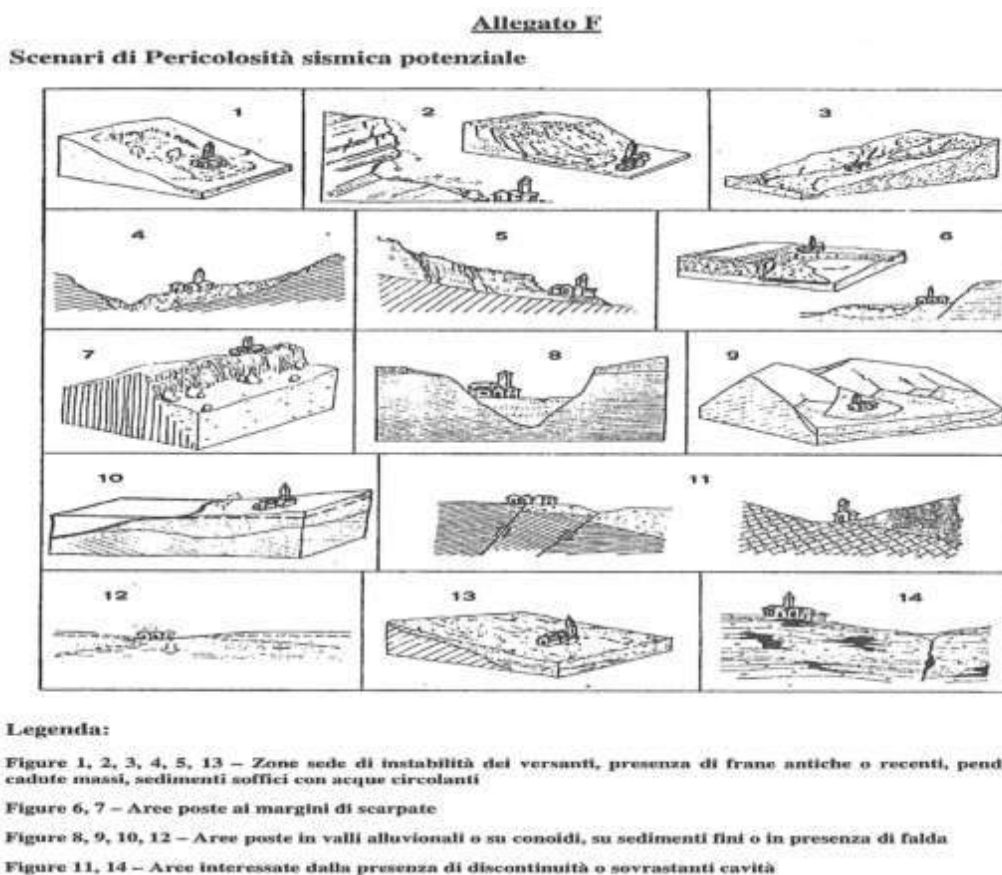


Figura 10 – Allegato “F” del D.A. N. 120/Gab del 14/07/2021.

Prima di una valutazione del potenziale di liquefazione, di seguito si espongono alcuni brevi cenni sulle caratteristiche e genesi del fenomeno stesso. In geotecnica, per liquefazione di un terreno s'intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi.

I fenomeni di liquefazione che interessano i depositi sabbiosi saturi dipendono da:

- proprietà geotecniche dei terreni;

- caratteristiche delle vibrazioni sismiche e loro durata;
- genesi e storia geologica dei terreni;
- fattori ambientali.

Un terreno incoerente saturo, in assenza di sollecitazioni sismiche è oggetto soltanto alla pressione litostatica, dovuta al peso dei sedimenti sovrastanti.

Durante una sollecitazione sismica vengono indotte nel terreno delle sollecitazioni cicliche di taglio, dovute alla propagazione delle sismiche verso la superficie, mentre la pressione litostatica resta costante. Per tutta la durata della scossa ogni elemento di terreno è soggetto ad una serie di sforzi tangenziali che cambiano ripetutamente verso e ampiezza. Nel terreno si possono generare fenomeni di liquefazione se la scossa sismica produce un numero di cicli tale da far sì che la pressione interstiziale eguagli la pressione di confinamento nei depositi la pressione di confinamento aumenta con la profondità, mentre l'ampiezza dello sforzo di taglio indotto dal sisma diminuisce: la resistenza alla liquefazione è quindi maggiore con la profondità.

La probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende anche dallo stato di addensamento, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso. Tanto minore è il grado di addensamento del materiale (elevato indice dei vuoti e bassa densità relativa) tanto maggiore è la probabilità che, a parità di altre condizioni, un deposito raggiunga lo stato di liquefazione.

I depositi sabbiosi con più alto potenziale di liquefazione sono i più recenti.

In conclusione, si possono ritenere potenzialmente liquefacibili quei depositi sciolti che presentano le seguenti caratteristiche:

- granulometricamente sono sabbie da fini a medie con contenuto in fine variabile generalmente dallo 0 al 25%;
- si trovano sotto falda;
- sono da poco a mediamente addensati;
- si trovano a profondità relativamente basse (di solito inferiore ai 15 metri).

Secondo le N.T.C. la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti cinque circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata* $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) delle N.T.C. nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) delle N.T.C. nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

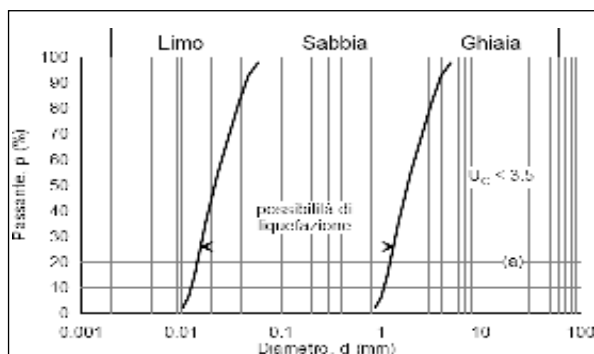


Figura 7.11.1(a) -- N.T.C. 2018

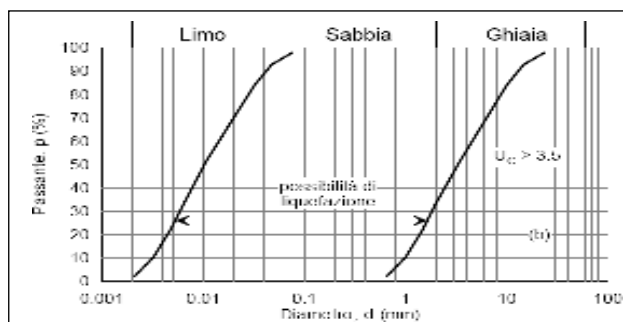


Figura 7.11.1(b) -- N.T.C. 2018

In riferimento alla nostra area considerando le caratteristiche idrogeologiche delle litologie affioranti, la composizione granulometrica nonché l'assenza di falde acquifere nei primi 15,00/20,00 m di profondità, si ritiene che i fenomeni di liquefazione siano alquanto improbabili.

I cedimenti differenziali si verificano, solo nelle zone a contatto tra formazioni con caratteristiche litologiche e geomeccaniche molto diverse. Con riferimento al sito oggetto di studio, data l'omogeneità litologica dell'intera area, non si prevedono il verificarsi di fenomeni di cedimenti differenziali.

Dalla consultazione del catalogo ITHACA, è possibile osservare l'assenza di faglie capaci che interessano il nuovo centro abitato di Gibellina.

PRESCRIZIONI ESECUTIVE

In questa carta di sintesi, redatta sulla scorta delle osservazioni fatte nei capitoli precedenti, sono state rappresentate tutte le possibili valenze riconducibili alla pericolosità geologica del territorio analizzato.

Questa carta è stata improntata alla verifica ai fini urbanistici delle eventuali problematiche di tipo sismico e tali da poter provocare fenomeni di amplificazione, liquefazione, cedimenti e processi d'instabilità.

Sono sintetizzate le informazioni provenienti dalle cartografie di analisi supportate dalla campagna di indagini penetrometriche e sismiche.

Sulla base di tutte le informazioni e le analisi di dettaglio svolte, è stata prodotta la carta di sintesi a carattere esecutivo, che tiene conto delle eventuali indicazioni necessarie affinché le pericolosità geologiche, eventualmente, individuate per le singole aree di trasformazioni urbanistiche siano affrontate correttamente nelle soluzioni progettuali delle opere di urbanizzazione e nei singoli insediamenti.

Nel caso specifico non è stato necessario individuare criteri per la limitazione di parametri volumetrici o tipologici degli insediamenti antropici o opere di difesa preventiva nell'area in esame.

Dall'analisi effettuata nell'area in oggetto non è emerso alcun particolare fenomeno destabilizzante in atto o potenziale, né al tempo stesso sono state riscontrate particolari condizioni di pericolosità da erosione, esondazioni e/o imputabili a vulnerabilità dell'acquifero.

Non sono stati individuati pozzi e/o sorgenti utilizzati per l'approvvigionamento idrico degli acquedotti per un raggio di 1.00 km.

L'area interessata dalle opere di progetto non ricade in nessuno degli scenari di cui all'Allegato "F" del D.A. N. 120/Gab del 14/07/2021.

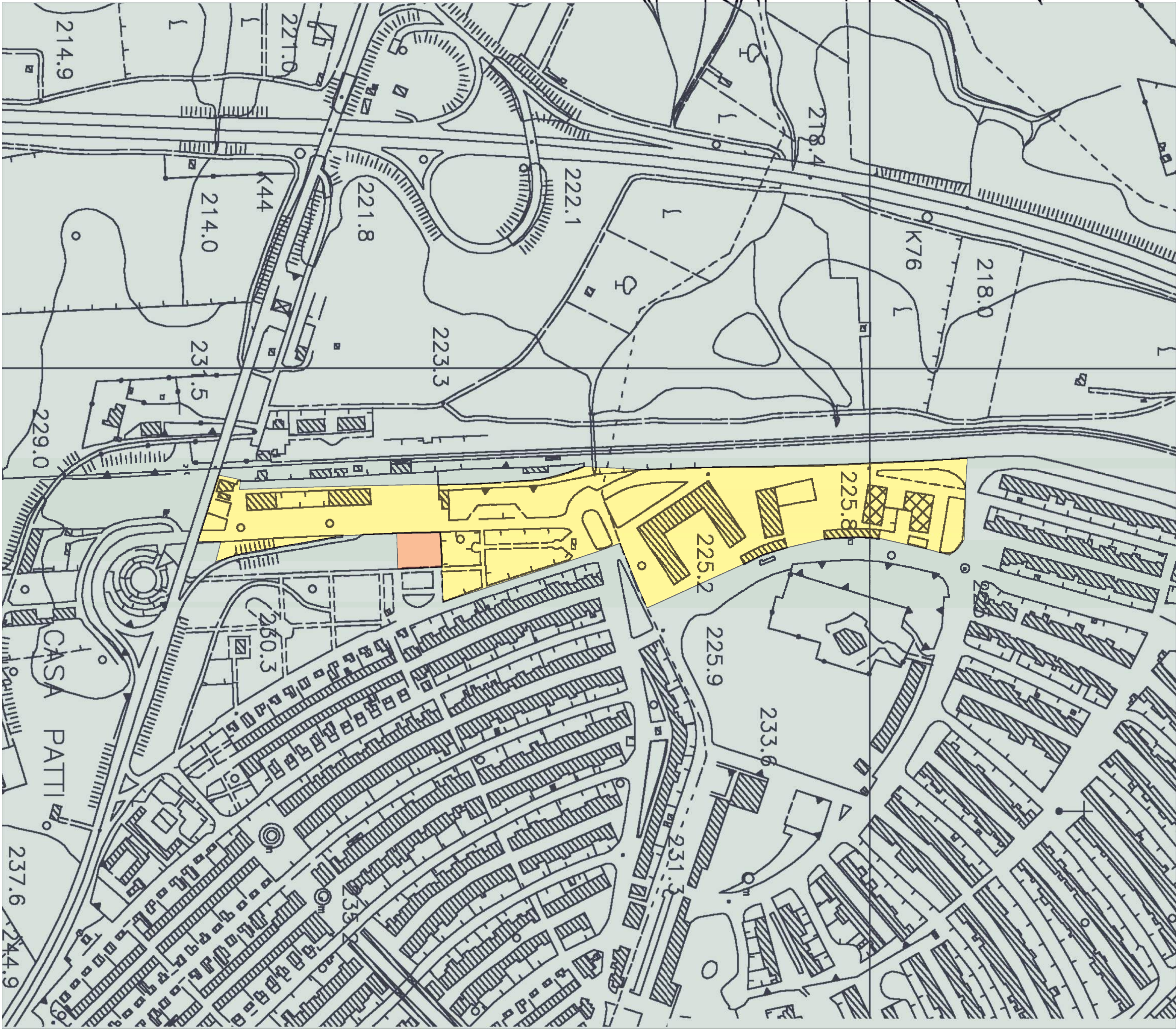
Dal rilevamento geologico e dai sopralluoghi effettuati non sono state individuate morfologie di seguito elencate:

- orli di scarpate morfologica con altezza compresa tra 10 m e 20 m;
- orli di scarpate morfologica con altezza $>$ di 20 m;
- linea di cresta che segnano i versanti maggiormente pronunciati evidenziati anche dalle sezioni topografiche elaborate;
- picchi isolati.

In conclusione dall'osservazione della carta si evince che nell'area in esame non sono presenti condizioni tali da poter prevedere fenomeni di liquefazione, cedimenti ed instabilità di versanti, considerata la particolare morfologia dell'area sub-pianeggiante e dell'uniformità litologica riscontrata oltre che del grado di addensamento dei litotipi e dell'assenza della falda acquifera superficiale.

CARTA PRESCRIZIONI ESECUTIVE Scala 1:2.000

Sulla base di tutte le informazioni e le analisi di dettaglio svolte non sono state individuate criteri per la limitazione di parametri volumetrici e/o tipologici degli insediamenti antropici e/o opere di difesa preventivi nell'area in esame.
Ai fini edificatori si dovranno prevedere indagini geognostiche dirette e/o indirette per valutare lo spessore della coltre pedogena presente e/o delle porzioni più alterate dell'unità si base.



CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dopo quanto analizzato ed esposto nei paragrafi precedenti si riepilogano, qui di seguito, le considerazioni più significative.

Da considerazioni globali, scaturite dal rilevamento geologico e da attente osservazioni geomorfologiche è emerso che non sono presenti nel sito in oggetto movimenti gravitativi, che possono far evolvere in senso negativo l'attuale stabilità dell'area e che le opere di progetto non apporteranno alcun elemento di turbativa.

L'area interessata dalle opere di progetto non è un sito di attenzione e non ricade nell'ambito di aree con Pericolosità geologiche ed idrauliche, né tanto meno in aree interessate da Rischio Idrogeologico R1, R2, R3 e R4 come da PAI di cui al Decreto Presidenziale del 4 giugno 2007 pubblicato sulla GURS n. 36 del 10 agosto 2007 e dei decreti presidenziali del 14 dicembre 2011, del 5 gennaio 2012 pubblicati sulla GURS n. 12 del 23 marzo 2012 e del decreto presidenziale del 16 aprile 2014 pubblicato sulla GURS n. 32 del 08/08/2014 e ss.mm.ii.

Il rilevamento geologico di superficie e le indagini eseguite hanno evidenziato che nell'area in esame sono presenti i depositi terrigeni della Formazione Cozzo Terravecchia del Tortoniano Superiore/Messiniano Inferiore.

Volendo sintetizzare i risultati raggiunti, dettagliatamente esposti nei vari capitoli della presente relazione, si può osservare che dal punto di vista litologico lo studio correlato con i dati del pozzetto esplorativo, delle prove penetrometriche e geofisiche eseguite ha evidenziato, nell'area oggetto di studio, la presenza di una coltre di terreno vegetale (deposito eluvio-colluviale) il cui spessore varia tra 0,70 m (DL3) m e 1,60 m (DL2) che maschera i depositi argillosi sottostanti i quali risultano alterati nella porzione sommitale e successivamente le argille con frazione sabbiosa di colore grigio-verdastro integre per uno spessore indefinito.

I terreni di copertura, costituiti da limi argillosi (depositi eluvio-colluviali), sono stati classificati secondo l'Allegato "D" del D.A. n. 120/Gab del 14/07/2021 come ***Sedimenti a grana fine e finissime*** del **Tipo H – Terreni di copertura di Tipo H1** "**limi argillosi e/o argille**". Al di sotto del terreno vegetale sono presenti le argille con frazione sabbiosa classificati come ***Sedimenti a grana fine e finissima*** del **Tipo H – Terreni di Tipo H1** "**limi argillosi e/o argille**",

Dal punto di vista idrogeologico i depositi argillosi sono caratterizzati da una permeabilità molto bassa con un grado di permeabilità (K) compreso tra 10^{-10} e 10^{-9} cm/sec.

Ai fini della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento cioè l'insieme delle caratteristiche naturali del sistema che contribuiscono a determinare la suscettibilità ad assorbire e diffondere un inquinamento, si sono considerati un insieme di parametri come le caratteristiche del terreno vegetale, litologia del sottosuolo e la loro permeabilità che hanno escluso potenziali focolai di inquinamento che potrebbero turbare l'assetto della falda freatica in considerazione del fatto che non esistono evidenti collegamenti idrogeologici con gli acquiferi profondi.

Nel corso dei sopralluoghi non sono stati individuati pozzi e/o sorgenti utilizzati per l'approvvigionamento idrico degli acquedotti, così come non sono presenti situazioni con presenza di acqua, sia in forma di emergenza sia come scaturigine isolata o come falda con livello statico prossimo alla superficie.

Dall'analisi dei dati sperimentali acquisiti con le indagini sismiche eseguite (HVSR e MASW) si è verificato che i terreni presenti nell'area identificati come **categoria di suolo C** "*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*".

L'assetto geologico tecnico e strutturale del territorio del nuovo centro urbano di Gibellina esposto nei capitoli precedenti evidenzia la presenza di depositi terrigeni su un versante sub-pianeggiante (pendenza compresa tra i 3° ed i 6°) e caratterizzati da velocità medie delle onde di taglio $V_s < 800$ m/s.

In riferimento al § 3.2.2 - Tabella 3.2.III – Categorie topografiche - del Decreto Ministeriale del 17/01/2018, il sito rientra nella **categoria topografica T1** ossia *Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$* .

Il valore da assegnare al **coefficiente di amplificazione topografica (St)** è pari ad **1,0**.

In base al Decreto DRPC n. 64 del 11/03/2022 – *Aggiornamento della classificazione sismica regionale con i criteri dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28/04/2006 n. 3519*, pubblicato sulla GURS n. 13 del 25/marzo 2022 che ridefinisce il territorio della Regione Sicilia in base al diverso grado di sismicità, il Comune di Gibellina è stato confermato e dichiarato sismico e classificato come “**Zona sismica 1**” con associati valori di Accelerazione orizzontale 0.35g con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g) $0,25 < a_g \leq 0,35g$.

L'area interessata dalle opere di progetto non ricade in nessuno degli scenari di cui all'Allegato “F” del D.A. N. 120/Gab del 14/07/2021.

In riferimento alla nostra area, considerando le caratteristiche delle litologie affioranti, la composizione granulometrica, il loro grado di addensamento nonché l'assenza di falda acquifera nei primi 15 m di profondità, si ritengono alquanto improbabili fenomeni di liquefazione.

Dalla consultazione del catalogo ITHACA è possibile osservare l'assenza di faglie capaci che interessano il nuovo centro urbano di Gibellina.

Con riferimento al sito oggetto di studio, data l'omogeneità litologica dell'intera area, non si prevedono il verificarsi di fenomeni di cedimenti differenziali.

Dal rilevamento geologico e dai sopralluoghi effettuati non sono state individuate morfologie di seguito elencate:

- orli di scarpate morfologica con altezza compresa tra 10 m e 20 m.
- Orli di scarpate morfologica con altezza > di 20 m.
- Linea di cresta che segnano i versanti maggiormente pronunciati evidenziati anche dalle sezioni topografiche elaborate.
- Picchi isolati.

In conclusione lo studio eseguito ha permesso di identificare le caratteristiche geologiche, idrogeologiche, geomorfologiche e sismiche del territorio esaminato, in conformità con il D.A. 120/Gab del 14/07/2021 in cui è approvato il documento denominato “*Studi geologici per la redazione di strumenti urbanistici*”, che disciplina la redazione della relazione geologica (ex art. 22, comma 6, lett. b) della legge regionale 13 agosto 2020, n. 19), di cui all'articolo 26, comma 1, lettera a) del decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207 e successive modificazioni e fornisce un indirizzo nell'individuare le criticità delle varie aree al fine di eseguire un'opportuna pianificazione del territorio.

Gibellina, li

Il Geologo

Dott. Salvatore Pizzolato

