

ATLAS SOLAR 13 SRL		CODE FAB.ENG.REL.008.00
		PAGE 1 di 45

TITLE: Relazione geologica

AVAILABLE LANGUAGE: IT

RELAZIONE GEOLOGICA

Progetto di un impianto fotovoltaico denominato “Fabbrico” di potenza pari a 16.806,24 kWp da realizzarsi nel comune di Fabbrico (RE) e delle relative opere di connessione da realizzarsi nei comuni di Fabbrico (RE), Rio Saliceto (RE) e Carpi (MO)

File: FAB.ENG.REL.008.00_Relazione geologica

00	31/01/2025	Emissione definitiva	D.Pipicelli	F.Trovati	L.Spaccino
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED

CLIENT VALIDATION

Name	Discipline	PE
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATE BY

CLIENT CODE

IMP.			GROUP.			TYPE			PROGR.			REV	
F	A	B	E	N	G	R	E	L	0	0	8	0	0

CLASSIFICATION For Information or For Validation

UTILIZATION SCOPE Basic Design

This document is property of ATLAS SOLAR 13 SRL. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by ATLAS SOLAR 13 SRL.

Indice

1.0	PREMESSA.....	3
2.0	INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO	5
3.0	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E TETTONICO.....	8
4.0	ASSETTO GEOMORFOLOGICO.....	15
4.1	Stabilità dell'area e vincoli normativi	19
5.0	ASSETTO IDROGEOLOGICO	22
5.1	Pericolosità idraulica	24
5.2	Sistema idrogeologico	26
6.0	RILEVAMENTO GEOLOGICO TECNICO E DESCRIZIONE DELLE INDAGINI.....	29
7.0	DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI.....	30
8.0	MODELLAZIONE SISMICA	32
8.1	MODELLAZIONE SISMICA DI SITO	37
8.2	AZIONI SISMICHE DI PROGETTO	41
9.0	CONCLUSIONI.....	44

1.0 Premessa

La seguente relazione geologica viene redatta a supporto della progettazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare della potenza nominale massima di 16.806,24 kWp e relative opere di connessione alla rete.

L'impianto fotovoltaico interesserà il Comune di Fabbrico, in provincia di Reggio Emilia, con le opere di connessione alla RTN che interesseranno i territori comunali di Fabbrico (RE), Rio Saliceto (RE) e Carpi (MO).

L'impianto installato a terra con potenza in AC utile ai fini della connessione pari 15.360,00 kW_{AC} è destinato ad essere collegato alla RTN in antenna a 36 kV, come indicato nella Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) fornita da Terna SpA (codice pratica: 202402359).

La connessione prevista dalla STMG prevede infatti che l'impianto venga collegato in antenna a 36 kV su un ampliamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132 kV denominata "Carpi Fossoli".



Figura 1 – Dettaglio dell'area di impianto (in rosso) su ortofoto - Fonte: Google Earth

Come sopra indicato la soluzione di connessione prevede una tensione di allaccio alla RTN di 36 kV. Per tale motivo si è scelto di prevedere nella porzione nord-est dell'area di impianto un'area dedicata alla

Sottostazione di Utenza (SEU) che ospiterà in particolare:

- Locale utente – Composto principalmente da:
 - Locale quadri 30 e 36 kV;
 - Locale BT e SCADA.
- Trasformatore 30/36 kV atto proprio all'innalzamento della tensione da 30 kV (in uscita dalle Transformation Units) a 36 kV (utile ai fini della connessione alla RTN).

L'area SEU sarà opportunamente recintata in modo indipendente dall'area di impianto. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato *"FAB.ENG.TAV.027_Planimetria sottostazione 30/36 kV"*.

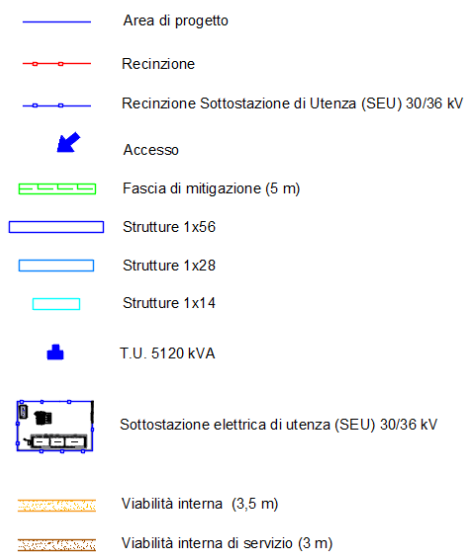
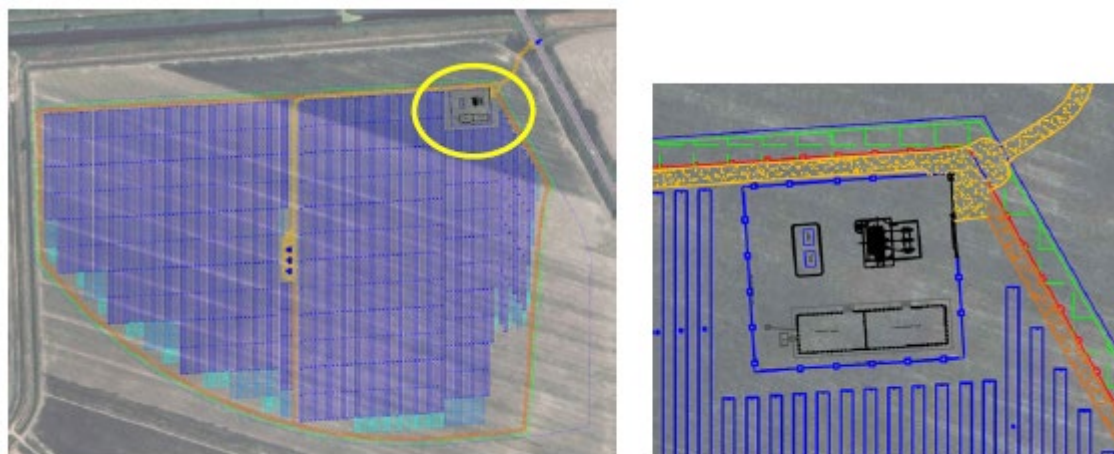


Figura 2 – Dettaglio dell'area SEU su ortofoto - Fonte: Google Earth

2.0 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

Il Comune di Fabbrico ricade nei settori centro orientale e centro occidentale delle tavolette: NOVELLARA I SW e NOVI DI MODENA I SE, appartenenti al Foglio REGGIO NELL'EMILIA N° 74 I.G.M., zona 32 T, quadrato PQ.

Il territorio comunale, geometria perimetrale sub pentagonale, si estende su una superficie di 23,63 kmq ed è delimitato, in riferimento al sistema U.T.M., dai meridiani 640000 – 646250 e dai paralleli 4968000 – 4974000.

Dal punto di vista altimetrico i terreni sono compresi tra circa 24 e 18 m s.l.m. con acclività che diminuisce procedendo in senso sud nord, le pendenze oscillano in media tra $p = 1,5 \div 2\%$, con medi minimi nelle fasce nord occidentali e sud orientali equivalenti a $p = 0,8 \div 1,0\%$; fa eccezione la fascia orientata ovest –est, alla quale appartiene il Capoluogo, dove: $p = 3 \div 5\%$.

Di seguito si riporta lo stralcio delle aree oggetto delle opere su base ortofoto aerea.



Figura 3 – stralcio ortofoto con le aree di Progetto



Figura 4 - Inquadramento su base ortofoto dell'area e del layout di impianto.

Di seguito si riporta un inquadramento su cartografia IGM.

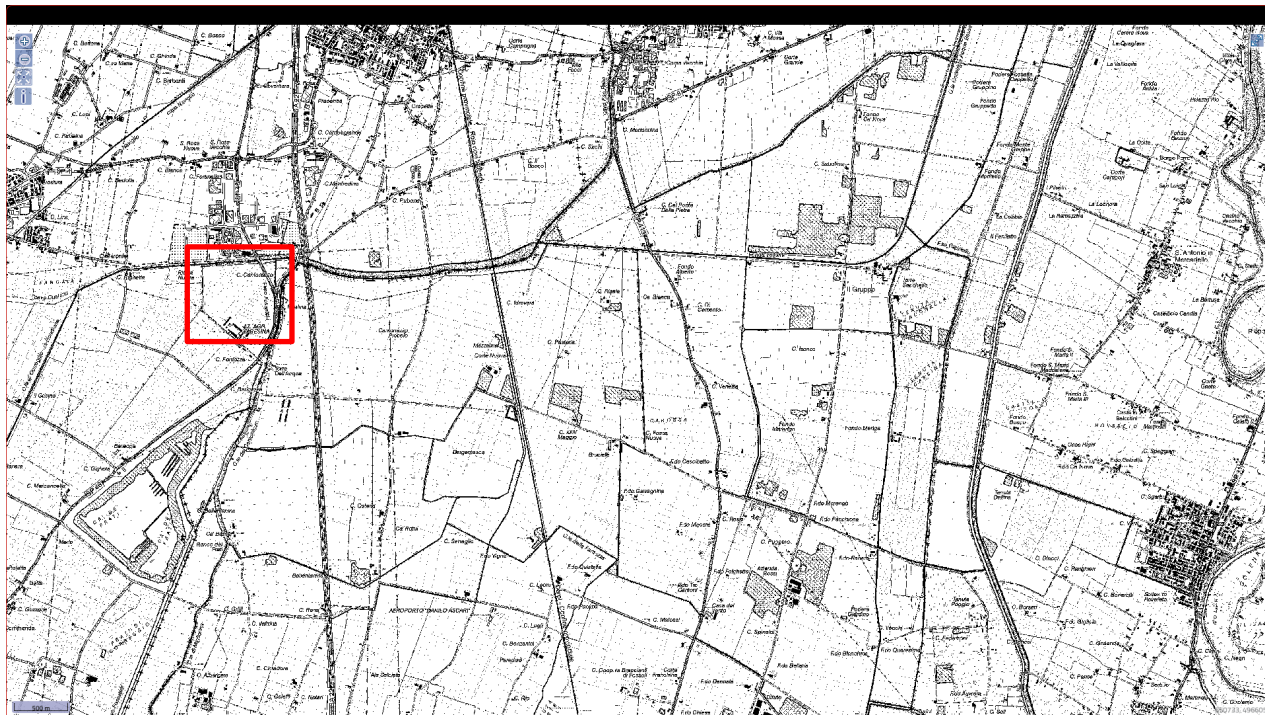


Figura 5: Inquadramento su cartografia IGM 25000.

Legenda:



Area impianto fotovoltaico

3.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO e TETTONICO

Il territorio comunale di Fabbrico appartiene al bacino della Pianura Padana, estendentesi su una superficie di circa 46000 kmq, che costituisce la zona di saldatura tra Alpi ed Appennini ed è formata da un'ampia e profonda depressione nella quale si distinguono nettamente due complessi sedimentari. Di questi quello più recente, è suddiviso in due Supesintemi, il primo dei quali: Supersintema Emiliano Romagnolo, da oggi a 0,65 Ma¹, è rappresentato da depositi alluvionali prevalentemente costituiti da sabbie, ghiaie, argille e limi di piana e da sedimentazioni di delta conoide e marine marginali formate da sabbie ed arenarie poco cementate alternate ad argille e limi e talora ad orizzonti conglomeratici. Detta litozona è seguita dalle successioni sabbiose, arenacee, marnose argillose del Supersintema del Quaternario Marino da 0,65 a 0,8 Ma (*Pleistocene med.*) dapprima costituite da depositi fluvio deltizi – marino marginali ai quali soggiacciono le sequenze cicliche sabbiose talora ghiaiose e limoso sabbioso argillose di prodelta – piattaforma – scarpata marina del *Pleistocene inf.* da 0,8 a 1.72 Ma. Tali sintemi coprono l'unità inferiore rappresentata dalle formazioni plioceniche – mioceniche – mesozoiche (da 1,8 a 24 – 247, Ma) costituite essenzialmente da depositi di ambiente marino sia costiero che di piattaforma e/o bacinale a faune pelagiche.

In detto complesso lo spessore dei depositi continentali che formano la prima unità nel territorio emiliano romagnolo è generalmente compreso tra 200/300 e 500/600 m, nel sottosuolo di Fabbrico è presente sino a -250/-300 m pc. Nell'alto strutturale di Novi MO – Mirandola è inferiore a 100 m e si rinviene a 120/130 m in prossimità del confine con Rolo dove è seguito dalle formazioni pleistoceniche generalmente rinvenibili tra -100/200 ÷ 500 – 600 e -1000 / -1300 m di profondità. A queste seguono le sequenze litostratigrafiche quaternarie del *Pleistocene medio inferiore* tra 1000/1300 e 1600/1800 m di profondità.

Successivamente le formazioni del *Pliocene* si rinvencono sino a -2/-3/-4 ÷ -5/-6 nella fascia delle Pieghe Ferraresi (-1,5/-3,0 km, Fabbrico) e si approfondiscono a -6÷-7,5 km in direzione occidentale – nord occidentale con il passaggio alla Monoclinale Alpina.

Analoghe profondità di -7 ÷ -8 km sono presenti nei territori più ad oriente nella zona di Carpi – Soliera – Crevalcore al passaggio delle Pieghe Ferraresi al bacino sinforme Carpi - Cento. Ad esse soggiacciono le successioni dal *Miocene al Mesozoico*, individuate mediante disamine geofisiche (AGIP-ENI,1986), sino a -9.000 -11.000 m dal piano campagna, ad eccezione della Dorsale Ferrarese.

L'assetto strutturale del Bacino Padano, come evidenziano le analisi, indagini geofisiche e perforazioni eseguite da AGIP-ENI, è caratterizzato da una successione pliocenico - quaternaria accresciuta da ovest verso est, a carattere regressivo, costituita da sabbie e peliti torbiditiche di ambiente marino alla base, che verso l'alto sono seguite da complessi sedimentari fluvio deltizi progradanti, a loro volta coperti al tetto da depositi eminentemente continentali messi in posto dalle alluvioni dei fiumi alpino - appenninici.

Questi ultimi a scala di bacino hanno generato un cuneo di accrescimento che nell'insieme tende ad aumentare in spessore, in direzione orientale ed in senso sud - nord. Tale complesso è suddiviso dal punto di vista idrogeologico in tre gruppi acquiferi (G.Di Dio, 1998) costituiti da alternanze di orizzonti argillosi, limo

sabbiosi e ghiaiosi, a spessore estremamente variabile, da alcuni metri a decine di metri, attribuibili sia a depositi alluvionali di pianura in ambiente emerso che di delta conoide e marino marginale.

L'assetto e gli spessori di detta successione sono stati sensibilmente influenzati dalla conformazione del substrato prepliocenico, dagli eventi tettonici e subsidenti che hanno coinvolto lo stesso, dalle variazioni del livello medio del mare correlate ai mutamenti climatici che hanno interessato l'area padana negli ultimi 2 Ma. I processi che hanno determinato i piegamenti del substrato, esplicitatisi in fasi di sollevamento del fondo bacino, si sono verificati principalmente in due periodi distinti collocabili tra il Miocene ed il Pliocene (25.2 - 5.2 Ma), manifestatisi con prevalenza nell'area piacentino – lombarda, e nel Pliocene inferiore e medio (3.9 - 2.2 Ma) che hanno maggiormente coinvolto la zona emiliano – romagnola; in quest'ultima detti eventi sono rimarcati dalla superficie di erosione in ambiente subaereo della base del Supersintema del Quaternario Marino.

A tali eventi tettonici è seguita un'altra importante fase nel Pleistocene medio (0.8 - 0.45 Ma) che ha indotto il rapido spostamento della fascia di transizione tra la scarpata sottomarina e la piana bacinale verso nord est – est, alla quale è seguita una fase secondaria tra 0,26 – 0,22 Ma (Pleistocene medio parte sup).

I processi in narrativa hanno condizionato la conformazione dei depositi quaternari, alluvionali e marini costieri, che ricalca l'andamento del substrato prepliocenico attenuandone le geometrie, come evidenziano gli assetti blandamente antiformali della base delle unità alluvionali sedimentatesi negli ultimi 650.000 anni b.p.: AEI, e cicli deposizionali basali e medi di AES, 450.000 – 220.000 anni b.p; la base di questi ultimi nel settore di Mirandola – Novi MO – Rolo est si accentua rimarcando la morfologia della Dorsale Ferrarese.

I conseguenti diversi spessori di materiale sedimentato sono stati oggetto di sensibile subsidenza. Detti abbassamenti, per processi di auto consolidazione, non si sono verificati uniformemente ed hanno manifestato intensità maggiore nelle fasce centrali delle sinclinali e minore nelle zone prossime ai settori di asse di anticlinale condizionando il grado di possibilità di consolidazione dei terreni. Queste condizioni, in taluni casi, ed in circoscritte aree, hanno indotto accentuazioni dei fenomeni subsidenti ai quali si è associato, localmente, lo svilupparsi di faglie distensive che nell'area di Bagnolo in Piano – Novellara – Campagnola E. – Fabbrico – Rolo – Novi Mo – Carpi – S. Martino in Rio – Correggio, non giungono in superficie e sono sigillate dall'Unità AES7.

I processi descritti nell'insieme hanno generato un assetto strutturale del bacino, a carattere compressivo, nel quale si delineavano a luoghi settori emersi soggetti ad erosione.

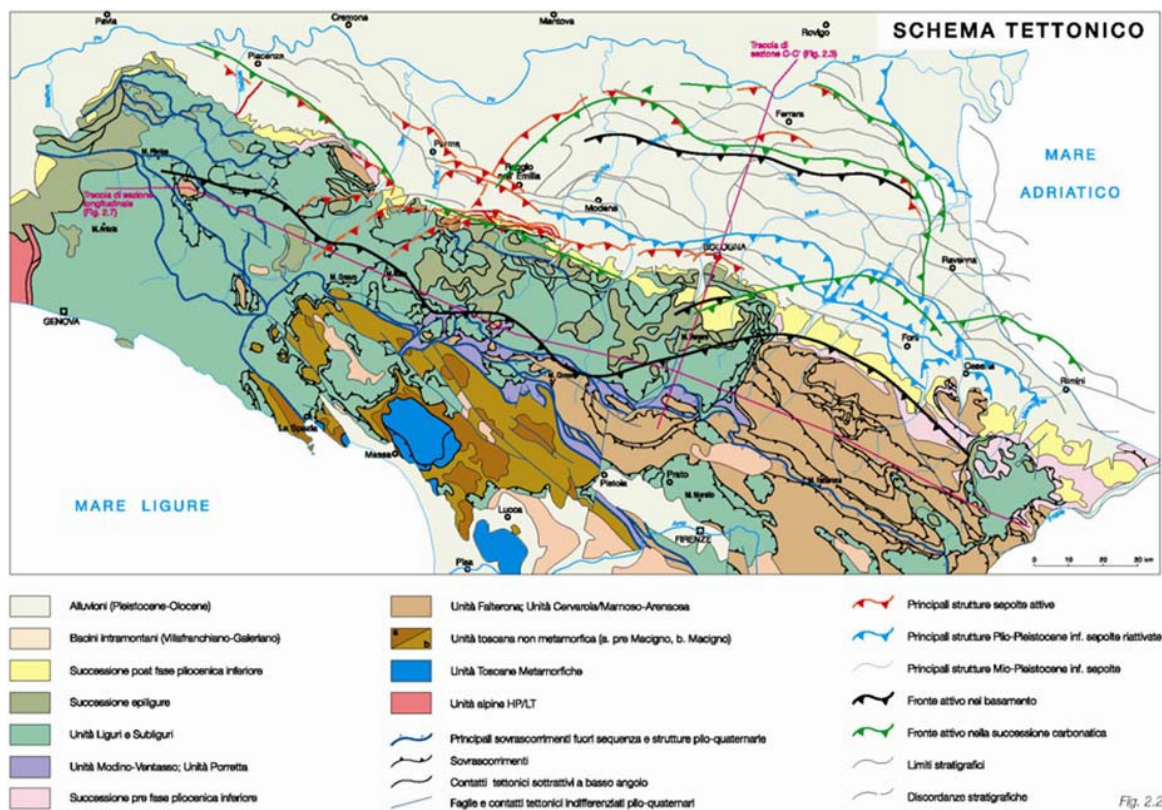


Figura 6 – Schema tettonico Emilia Romagna

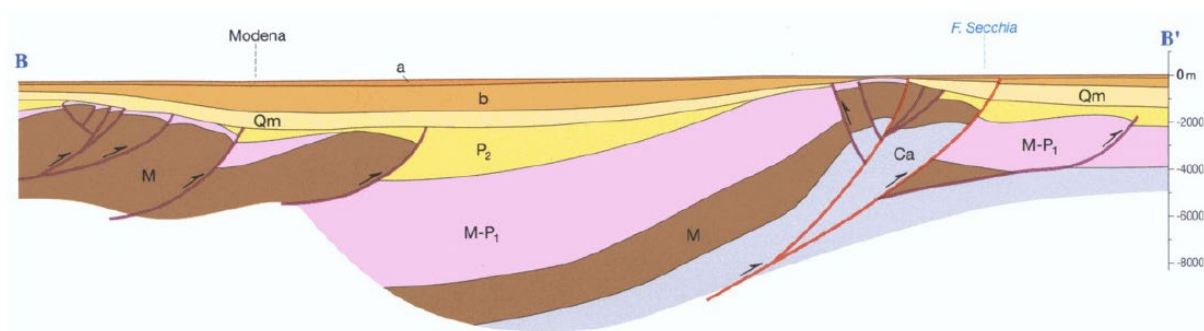
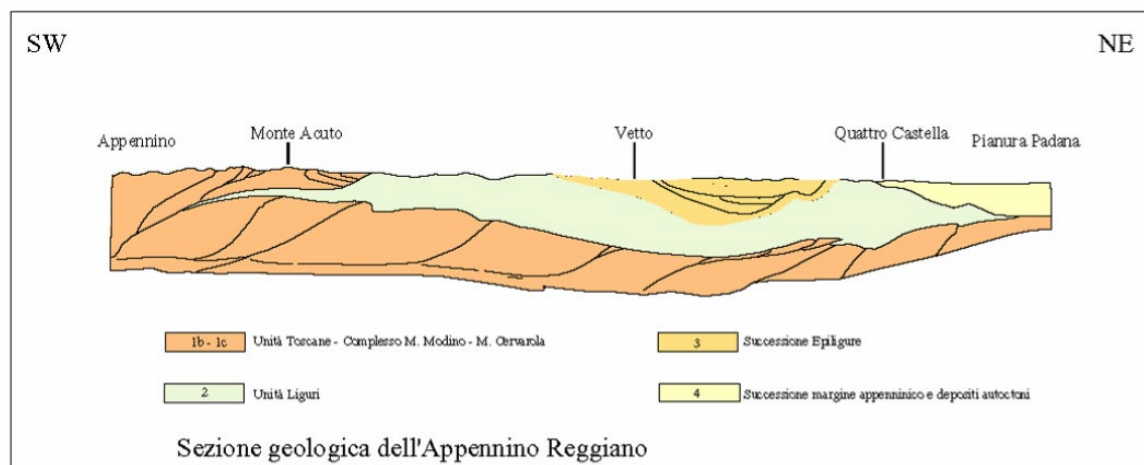
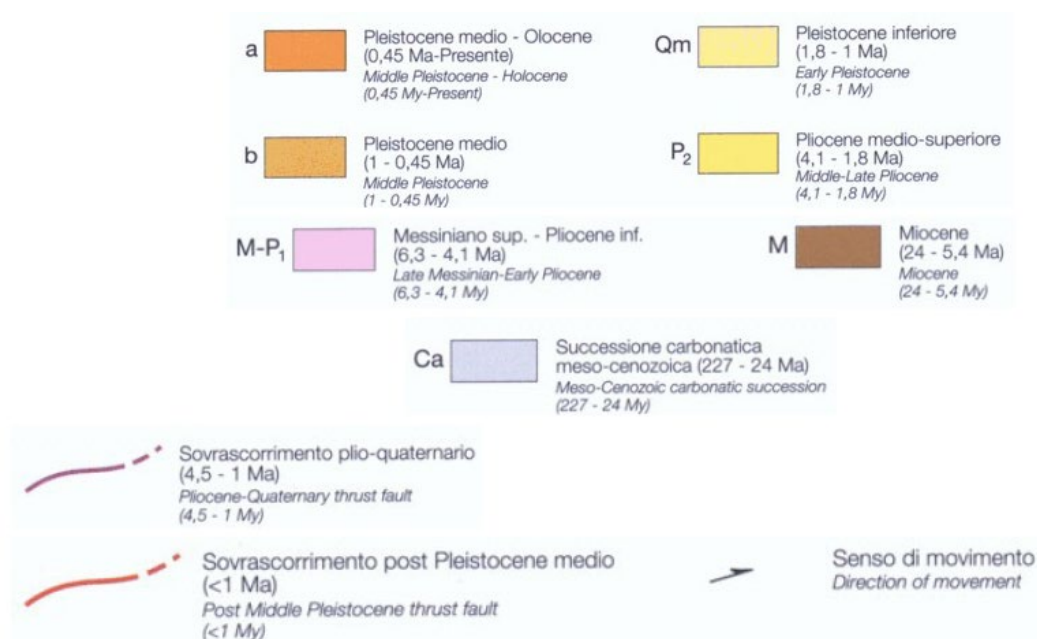




Figura 7 – Sezione geologica schematica dell'Appennino Reggiano

Legenda:


UNITÀ STRATIGRAFICHE		SEQUENZE DEPOSIZIONALI	ETÀ (milioni di anni)	SCALA CRONOSTRATIGRAFICA
SUPERSISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE	Qc	~0.12	PLEISTOCENE SUPERIORE-OLOCENE
	SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE		~0.35-0.45	PLEISTOCENE MEDIO
SISTEMA DI COSTAMEZZANA	Qm	Qc ₂	~0.65	
		Qm _{3''}	~0.8	PLEISTOCENE INFERIORE
		Qm _{3'}	~1.0	
SISTEMA DEL T. STIRONE	P ₁	Qm ₂	~2.2	PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE
		Qm ₁	~3.6	PLIOCENE INFERIORE
ARGILLE AZZURRE	P ₂			

 Superficie di discontinuità principale
  Superficie di discontinuità minore

Dal punto di vista della cartografia ufficiale, l'area rientra nella "Carta Geologica D'Italia alla scala 1:100.000 - Foglio 74 – Reggio Emilia", a cura Servizio Geologico d'Italia.

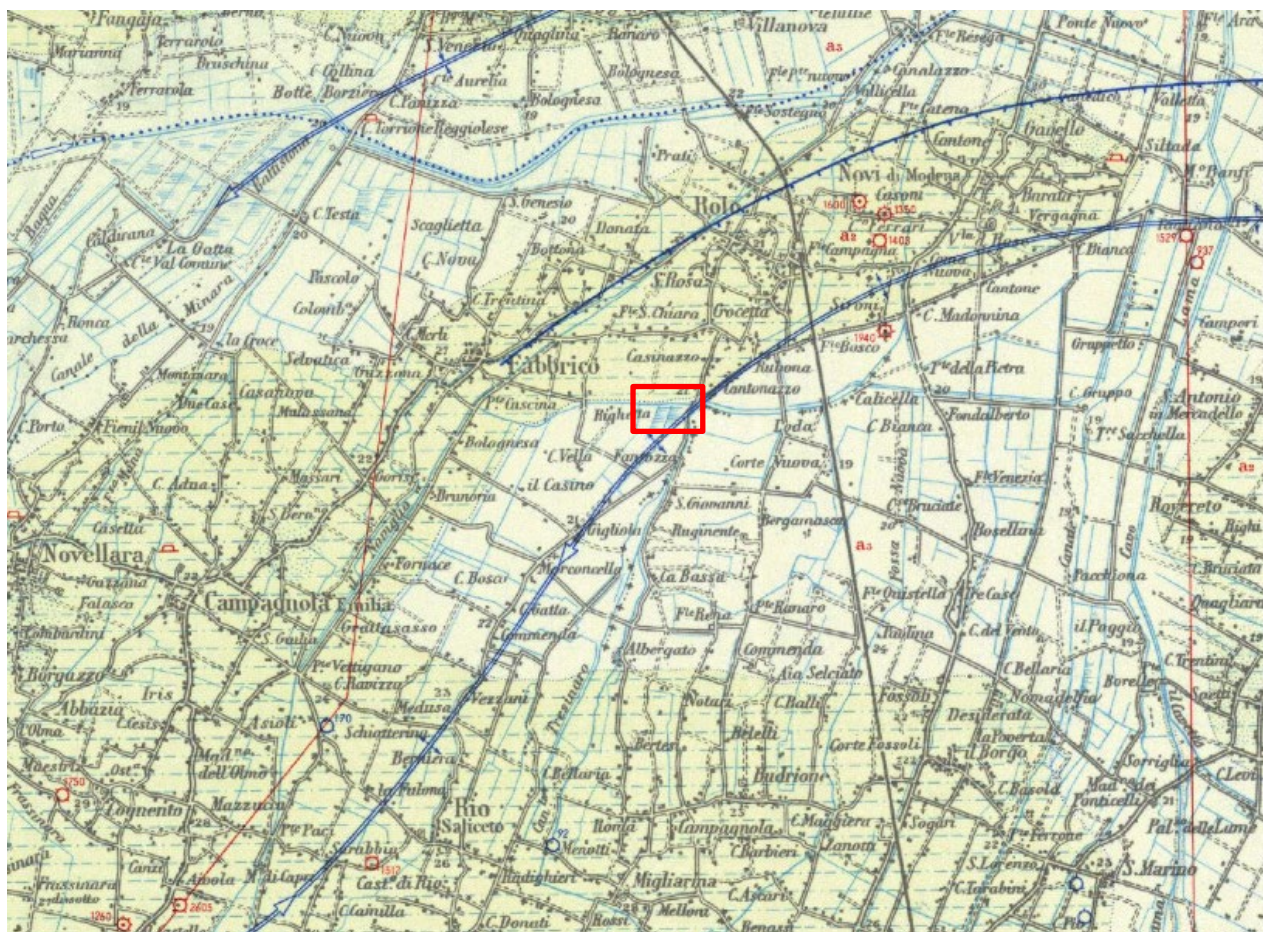
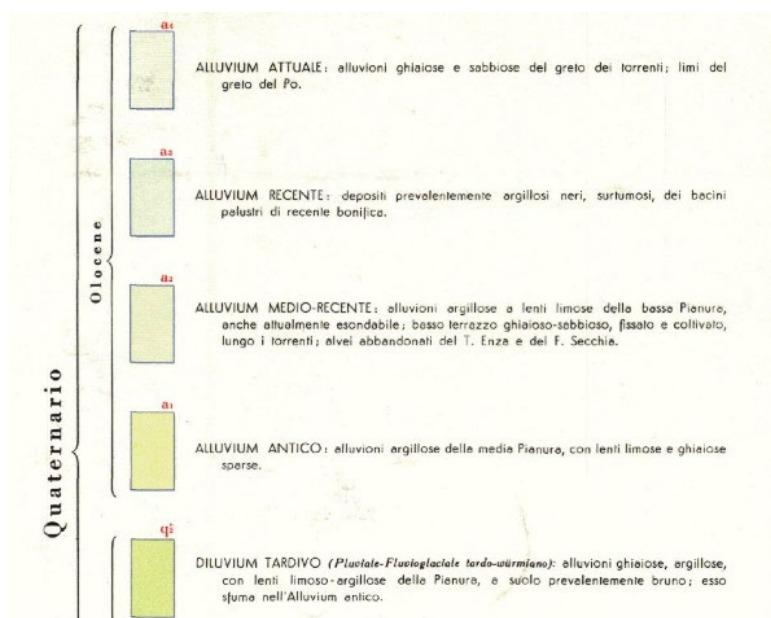


Figura 8 – stralcio Foglio Geologico 74 in scala 1:100000 – Reggio Emilia

Legenda:



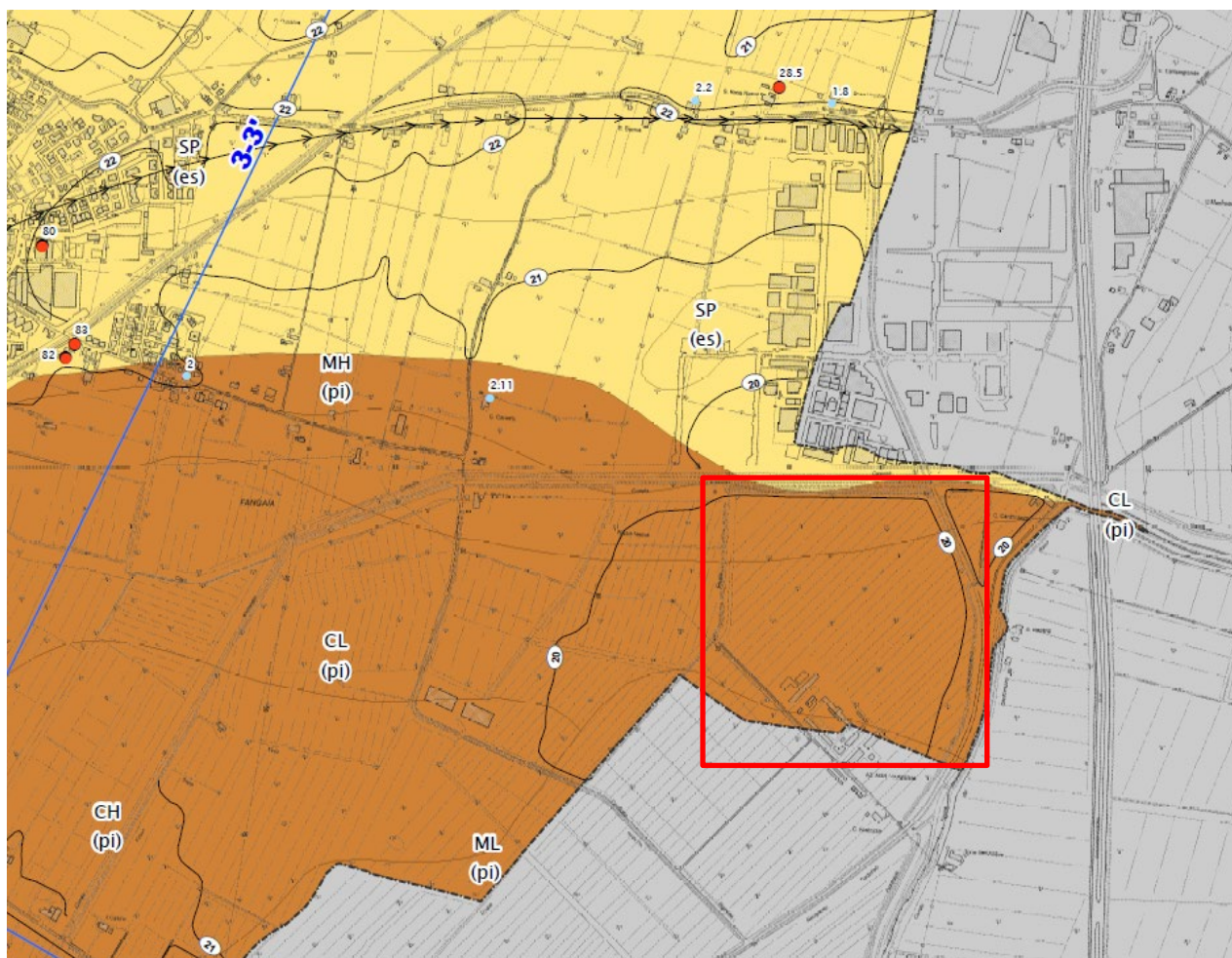


Figura 9 – stralcio carta geologico-tecnica con ubicazione dell'area di impianto

Legenda

Terreni di copertura

SP	Sabbie pulite con granulometria poco assortita
SM	Sabbie limose, miscela di sabbia e limo
CH	Argille inorganiche di alta plasticità, argille grasse
CL	Argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre
MH	Limi inorganici, sabbie fini
ML	Limi organici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità

Ambiente deposizionale

es	Argine/barre/canali
pi	Piana inondabile

Elementi geologici e idrogeologici

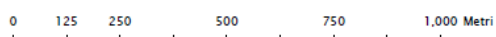
10	Profondità (m) sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato
4.5	Profondità (m) della falda
1-1'	Traccia di sezione geologica rappresentativa del modello del sottosuolo

Forme di superficie e sepolte

→	Asse di paleoalveo
---	--------------------

Altri elementi rappresentati

25	Isoipse (m slm)
	Limite di Comune



Dal punto di vista geologico, la gran parte dei sedimenti che affiorano sulla superficie della pianura emiliano-romagnola sono di età olocenica, meno di 10.000 anni e derivano dalla complessa interazione fra il fiume Po, a nord, i fiumi appenninici, a sud e il Mare Adriatico, a est. I diversi ambienti sedimentari hanno determinato la formazione di conoidi e piane alluvionali dei fiumi appenninici, della piana a meandri del Po, della piana costiera, e del delta del fiume Po.

Nello specifico, nell'area oggetto di studio, si possono distinguere nei primi quindici metri di profondità i seguenti ambienti deposizionali:

- Ambiente dei bacini interfluviali, costituito dalle aree di sedimentazione delle frazioni più fini. Tale ambiente è caratterizzato dalla prevalenza di argille, argille limose, limi argillosi, argille organiche, con frequenti intercalazioni torbose.
- Ambiente di transizione dalle zone di paleoalveo a quelle dei bacini interfluviali, caratterizzato da alternanze di materiali fini e lenti sabbiose.

Come accennato, la zona in esame è situata all'interno della piana alluvionale originatasi dalla deposizione dei materiali in sospensione nelle acque dei fiumi che attraversavano l'attuale Pianura Padana. I depositi fluviali che ne sono derivati sono invariabilmente costituiti dall'alternanza ciclica di corpi sedimentari a granulometria prevalentemente fine, con corpi sedimentari a granulometria prevalentemente grossolana.

In particolare, la zona oggetto di studio è caratterizzata da depositi alluvionali a granulometria fine, con livelli a granulometria medio-fine.

4.0 ASSETTO GEOMORFOLOGICO

Il territorio di Fabbrico appartiene alla fascia di transizione tra la Media Pianura e la Bassa Pianura Padana Appenninica costituitasi tra l'area dei coni alluvionali pedeappenninici e la zona di dominio del Po. Detto settore pianiziale, nella parte meridionale dell'area comunale, è caratterizzato nel sottosuolo da sequenze di spessi orizzonti prevalentemente argillosi - argilloso limosi, ai quali si intercalano subordinate sequenze di strati sabbiosi generalmente di modesto spessore. D'altra parte nelle zone centrali e settentrionali il sottosuolo è contraddistinto da un progressivo arricchimento in alternanze di strati prevalentemente sabbiosi che formano orizzonti sensibilmente spessi che, nell'insieme dei primi 100 + 150 m dal piano campagna, risultano presenti in percentuali praticamente equivalenti alle unità argillose. Queste ultime comunque tendono ad essere più rappresentate con l'incremento della profondità.

Negli ambiti pianiziali i corsi d'acqua svolgono prevalentemente un'azione sedimentante e pertanto un fiume in tali condizioni è libero di espandere le proprie acque sulle aree che lo fiancheggiano in occasione delle piene.

In detti modelli di accrescimento, i materiali in carico alle acque si distribuiscono in modo che quelli più grossolani, cioè le sabbie, formino, oltre alle barre, gli argini naturali d'alveo; d'altra parte i più fini come le argille limose, si depositano nei punti più distanti dalle sponde fluviali e quindi nelle depressioni comprese tra un fiume e l'altro. Ne consegue che le unità litologiche superficiali evidenziano nelle componenti granulometriche sabbiose, ambienti sedimentari ad energia idrodinamica elevata: tratti d'alveo, mentre le aree costituite da litotipi argilloso - limosi definiscono settori di bassa energia a sedimentazione lenta concordanti con ambienti palustri.

L'ambito evolutivo della pianura padana, caratterizzato da condizioni di equilibrio dinamico, è stato fortemente influenzato dall'azione dell'uomo. Quest'ultimo, per cautelarsi dalle esondazioni, ha costretto i corsi d'acqua a scorrere sempre negli stessi alvei, elevando gli argini di pari passo all'innalzamento dei letti fluviali. Tale irrigidimento della rete idrografica naturale ha accentuato i dislivelli tra i fiumi ed i territori che li fiancheggiano sia per un mancato apporto di materiali che per l'incremento di subsidenza differenziale.

Le caratteristiche evolutive descritte concordano con le emergenze morfologiche presenti nel territorio comunale di Fabbrico. Infatti si riscontra una conformazione pianeggiante blandamente ondulata, contraddistinta da un dosso topografico principale, estendentesi in modo sub parallelo alla SP n°4 Campagnola – Fabbrico – Rolo, e da depressioni vallive nei settori nord – nord ovest e sud – sud est.

Di detti assetti topografici quelli leggermente più rilevati sono caratterizzati da componenti litologiche e del microrilievo che palesano una genesi legata ad antichi tratti fluviali naturali, come visualizzato nella allegata carta litotecnica. Quest'ultima evidenzia, un prevalente sistema a corpi sabbiosi allungati in senso ovest - est ed un sistema subordinato e di gerarchia inferiore, con direzione estesa sud ovest – nord est.

I tratti d'alveo residuali descritti conseguono dalle divagazioni fluviali del Po e dei fiumi appenninici, derivate sia dalle variazioni climatiche avvenute in passato che, con tutta probabilità, da movimenti tettonici che hanno interessato la Dorsale Ferrarese (*Viggiani A; 1974*)

Il paleoalveo di maggior rilievo, sul quale è ubicato il capoluogo, è attribuibile al T. Crostolo che, circa sino al 12° secolo d.C. quindi prima della rotta di Ficarolo avvenuta tra il 1152 ed il 1192 (*Ciabatti, 1966*), passava ad est di Reggio Emilia. Da qui proseguiva verso nord est attraversando l'area compresa tra Budrio – Correggio – Cognento e, deviando verso

oriente, assumeva un andamento est est sud – ovest ovest nord secondo l'allineamento Campagnola E. – Fabbrico – Rolo – Novi. Successivamente, raccogliendo le acque del Secchia, confluiva al Po nei pressi di Bondeno di Ferrara (Viggiani, 1974). La preesistenza di questo antico tracciato fluviale naturale ha ostacolato l'impostazione del reticolo idrografico più recente, a direttrice sud ovest – nord est, come evidenziano le tendenze a volgere verso occidente oppure ad oriente che assumono i paleoalvei a meridione di Fabbrico e la presenza di coni di rota alluvionale osservabili a nord est del capoluogo ed in prossimità del confine con il comune di Rolo. L'esistenza di detto preesistente canale fluviale ha determinato ritardi nel colmamento delle fasce al bordo occidentale e settentrionale e di quelle a sud est dell'area comunale. Un analogo effetto sulle possibilità di deposizione nelle zone nord del territorio di Fabbrico è stato esercitato dall'antico percorso fluviale estinto, attribuibile al F. Po, esteso ovest – est concordemente alla SP Reggiolo – Moglia che ha ostacolato le possibilità degli afflussi provenienti da nord. Un altro agente che ha influito sulla formazione del territorio fabbricese è il T. Tresinaro che, in base a dati storici, prima dello sbarramento di Fellegara, avvenuto circa nel 1300 d.C., si dirigeva da Roncadella verso S. Martino In Rio e poi proseguiva, con il Canale di Migliarina, sino al Parmigiana Moglia.

Alle condizioni geomorfologiche descritte, nelle fasce nord occidentali e sud orientali dell'area comunale, è conseguita l'instaurazione di ambienti vallivi palustri, caratterizzati dalla deposizione di materiali essenzialmente argillosi con intercalati subordinati sottili e discontinui livelli sabbiosi fini limosi, contrassegnati a livello territoriale da un forte grado di lenticolarità. Dette peculiarità di ambito vallivo contraddistinguono la maggior parte del territorio ad occidente ed a settentrione del Canale della Pia. Analoga tipologia ambientale caratterizza l'area ad est del Cavo Naviglio ed a sud di via Rigetta. Tali conformazioni, sono contraddistinte dalla presenza di terreni prevalentemente argillosi – argilloso limosi nei primi 8 □ 12 m del sottosuolo. Altre peculiarità geomorfologiche di interesse nell'ambito comunale, sono rappresentate dai coni di rota alluvionale che si riscontrano a settentrione di via Bedollo. L'ubicazione e la geometria di dette strutture sedimentarie concorda con la presenza di un antico dosso fluviale a nord del Cavo Parmigiana Moglia che rendeva difficoltosa la possibilità a defluire in direttrice nord – nord est degli antichi tracciati fluviali che sono transitati nel territorio di Fabbrico - Rolo.

La dinamica dell'evoluzione geomorfologica descritta trova riscontro nelle tracce di antichi insediamenti umani rinvenuti nel contesto di ricerche archeologiche le quali evidenziano una vasta area ad ovest di Fabbrico priva di reperti sino all'età del Bronzo. Ciò è in accordo con le caratteristiche climatiche dell'Olocene Medio, che risultavano contraddistinte da un clima caldo secco in fase di evoluzione verso un periodo fresco umido di tipo sub atlantico che si sarebbe decisamente impostato verso il 1000 ÷ 800 a.C. I cicli di piovosità che giunsero ai valori massimi tra il 1400 ed il 1300 a.C. (Mayr; 1964) causarono variazioni morfologiche degli alvei e quindi rotte e tracimazioni nelle zone di pianura. Fenomeni simili a quello descritto continuarono poi a verificarsi sino al 9° ÷ 6° secolo a.C. Successivamente il paesaggio dal punto di vista idrografico si è progressivamente stabilizzato come indicano gli insediamenti dapprima etruschi poi romani. Il dosso formato dal paleoalveo del Crostolo ha costituito una fascia favorevole agli insediamenti umani come evidenziano i rinvenimenti di reperti romani, barbarici e medioevali – rinascimentali. L'incremento in presenza dei siti archeologici, dopo il basso medioevo, indica una progressiva stabilizzazione del paesaggio dal punto di vista idraulico anche in ragione delle bonifiche e regimazioni antropiche.

Nel contesto dell'evoluzione geomorfologica territoriale ha esercitato una sensibile influenza l'assetto geostrutturale del substrato prepliocenico, come indicano i progressivi spostamenti verso nord del Po che si

è via via allontanato dalla Dorsale Ferrarese e le anomalie delle direttrici dei percorsi dei fiumi sia a sud che a nord del PO. La tendenza evolutiva attuale del territorio fabbricese è conservativa dato che le principali linee di drenaggio sono rigidamente regimate dall'uomo. Tuttavia sono presenti, a nord ovest, nord est del comune e sud est del capoluogo, aree dove in caso di piogge particolarmente intense si sono verificati allagamenti.

Dalle disamine sopra esposte si evince che l'evoluzione morfopaesaggistica del territorio in esame è legata alle grandi trasformazioni idrografiche del Po ed è correlabile prevalentemente a fenomeni di sovralluvionamento degli alvei fluviali coincidenti con l'alternarsi di cicli climatici a diversa piovosità, subsidenza differenziata legata sia al diverso grado di costipamento dei terreni che a fenomeni tettonici profondi, conformazione strutturale della Dorsale Ferrarese ed ai relativi spostamenti recenti che l'hanno interessata. Gli ultimi fattori hanno indotto fenomeni di subsidenza differenziata e quindi anche diversi equilibri di sedimentazione locale concordanti con gli aspetti morfopaesaggistici riscontrati.

Gli assetti delle successioni alluvionali continentali, nell'area compresa Cavo Tassone/Torrente Crostolo ad ovest, Cavo Tresinaro ad est, delimitata a sud dall'Autostrada del Sole ed a nord dal Cavo Parmigiana – Moglia, evidenziano un'elevata influenza sulle geometrie deposizionali correlata alla conformazione del substrato prepliocenico e degli sovrascorrimenti e faglie che lo interessano.

Tali fattori hanno indotto condizioni differenziate nelle geometrie degli ambienti deposizionali ai quali sono conseguiti diversi spessori delle unità alluvionali. Questi ultimi si sono ripercorsi sulla subsidenza, per processi di auto consolidazione che hanno generato deformazioni più o meno pronunciate in funzione dello spessore ed età delle successioni continentali.

Il complesso deposizionale più recente AES8 (Ciclo A0), nelle fasce più settentrionali, del territorio reggiano – modenese, zone nord di Novellara – Fabbrico – Fabbrico, Reggio – Moglia – Novi MO, è caratterizzato da geometrie dei corpi sabbiosi a sviluppo tendenzialmente tabulare estesi in direzione ovest est con spessori mediamente variabili tra 5 e 10 m e che a sud del sopracitato allineamento (Campagnola E. – Rio Saliceto – Carpi – Correggio) assumono morfologie nastriformi lenticolari principalmente allungate in senso sud ovest – nord est.

Tale complesso nelle aree settentrionali presenta spessori mediamente compresi tra 15 e 10 m con assottigliamento in verso orientale (Novi MO – Mirandola); le potenze sono generalmente oscillanti tra 15 e 20/25 m nei territori a meridione dell'allineamento Novellara – Campagnola E. – Fossoli ed aumentano in direzione sud est. L'unità stratigrafica in oggetto in pratica evidenzia l'assenza di deformazioni correlabili a fattori tettonici o processi subsidenti accentuati; le differenziazioni laterali e verticali che lo caratterizzano sono sostanzialmente connesse alle variazioni climatiche che hanno interessato il bacino padano nell'Olocene: attuale /12.000 – 14.000 anni bp; in detto periodo hanno influito in modo pronunciato le fasi di recrudescenza climatica tra 10000/14.000 e 8.300/7.000 anni bp, e la fase tra 4000 e 4600 anni bp, alle quali si sono associate ingressioni marine, che hanno indotto condizioni di diffuso impaludamento nella pianura padana.

Simili caratteristiche evidenziano le sequenze deposizionali del ciclo deposizionale A1 (12/14.000 ÷ 125.000 bp) con spessori mediamente compresi tra 45/50 m nei settori nord – nord est e che si riducono a 35 ÷ 20 m in direzione orientale (Fabbrico est – Novi MO); nelle zone occidentali (Campagnola E – Novellara) le potenze aumentano e variano tra 50/65 m con incrementi sia in verso ovest ed in subordine sud est.

Generalmente l'unità in oggetto (AES7) non presenta significative deformazioni correlate a processi tettonici ad eccezione delle zone più orientali (Novi MO) nelle quali la base della successione evidenzia dorsature e pronunciate riduzioni degli spessori nei settori prossimi alla culminazione assiale della Dorsale Ferrarese interna (Novi MO) (Cavone – San Possidonio). Tali condizioni sono essenzialmente correlate a subsidenza differenziata per processi di auto consolidazione, legati alle diverse potenze delle unità deposizionali che diminuiscono sensibilmente in direzione nord est. La base del ciclo deposizionale si rinviene in genere sino a -50/-45 m pc e -35 m pc nelle zone più orientali (Rolo Novi MO), -65/-70 m pc Fabbrico; nei settori occidentali e meridionali di solito giunge a -75/-85/-90 m pc.

Con questa successione (125.000 – 350/450.000 anni bp) si delineano assetti deformativicorrelati alle maggiori o minori distanze dalle fasce di asse della Dorsale Ferrarese ed al suo progressivo incremento in profondità in direzione sud ovest; contestualmente nella sua parte medio basale, si evidenziano influenze di fattori tettonici. Le sequenze deposizionali, con spessori e minori percentuali relative rappresentate dei corpi sabbioso ghiaiosi / sabbiosi nella parte inferiore del sintema, aumentano in potenza in senso ovest, sud e sud ovest, con l'allontanarsi della fascia di asse della Dorsale Ferrarese e concordemente con il suo approfondimento in direzione sud ovest; gli spessori corrispondono a 20/30 m nei settori nord orientali (Novi MO) ed aumentano rapidamente a 50/70 m in direzione occidentale sud occidentale nel territorio di Rolo ed incrementano ulteriormente a 110/130 m nell'area di Fabbrico, successivamente in verso occidentale e meridionale (Campagnola E. – Novellara – Correggio sud – S. Martino in Rio) aumentano a 150/170 m. La base del sintema raggiunge profondità di 50/70 m pc nelle zone nord orientali (Rolo – Novi MO – Mirandola), -170/-200 m pc in territorio di Fabbrico, nei settori occidentali centrali (Campagnola E. – Rio Saliceto – Correggio), si attesta a -210/-250 m pc, nelle aree più occidentali e meridionali Novellara ovest/sud – Bagnolo in Piano – S. Martino in Rio è generalmente rinvenibile a -210/-240 m pc; nelle zone nord occidentali (Novellara nord ovest – Guastalla) la base AES si attesta a -240/-260 m pc. Le geometrie dei corpi sabbiosi evidenziano deformazioni inferiori e maggior frequenza in percentuale rappresentata, nei settori centrali del territorio in esame: Correggio centro nord – Bagnolo in Piano centro nord – Novellara – Fabbrico – Rolo, appartenenti alla fascia di asse della Dorsale Ferrarese, che si approfondisce progressivamente da -1,5/-2 km (Fabbrico – Fabbrico est) a -2,5 ÷ -3,5 (Fabbrico centro ovest - Campagnola E. - Correggio) a -4,0/-5,0 km (Bagnolo In Piano sud – S. Martino in Rio - Reggio Emilia).

In tale zona gli spessori relativi e le profondità sono minori, rispettivamente 110/120 m e -180/-200 m pc e contestualmente evidenziano assetti orizzontali – sub orizzontali; procedendo in direzione ovest sud le unità deposizionali evidenziano deformazioni che generano inclinazioni di $1^{\circ} \div 1,5^{\circ}$ dei corpi sabbiosi in direzioni sud – ovest.

Un'analogia condizione si osserva nel settore occidentale – nord occidentale, zone a nord e nord ovest di Novellara, nord ovest di Fabbrico, nei quali con l'allontanamento della fascia di asse della Dorsale Ferrarese, gli spessori incrementano a 160/180 m e la profondità si attesta a -250/-260 m pc; contestualmente i corpi sabbiosi della parte medio basale evidenziano assetti deformati con immersione di $2^{\circ}/2,5^{\circ}$ a nord.

Le caratteristiche deformative locali del Sintema AES si modificano nettamente nel settore nord orientale dell'area in esame: zone a nord est di Correggio ed al bordo orientale – nord orientale del confine comunale di Rio Saliceto e nei territori meridionali orientali di Fabbrico e meridionali di Rolo.

In dette zone gli spessori e profondità delle sequenze deposizionali diminuiscono sensibilmente e nella parte medio basale, a profondità sottostanti -120/-140 m pc, i corpi sabbiosi sono discontinui e sfalsati in senso verticale. Tali discontinuità evidenziate in prospezioni geofisiche profonde (analisi F.C. Molinari) oltre alla parte basale di AES, risulta

coinvolgano anche tutta la successione deposizionale sottostante AEI ed anche porzione del Pliocene inferiore sino ad almeno -2000/-2500 m dal piano campagna. Dette condizioni, che innalzano la base di AES a -120/-140/-170 m pc e dell'AEI a -180/- 200-250 m pc, in relazione al contesto strutturale nel sottosuolo del territorio a nord est di Correggio e ad est – nord est di Rio Saliceto, sud – sud est di Fabbrico e di Rolo, sono correlabili a faglie distensive di “collasso crostale” (F.C. Molinari) e pare abbiano indotto rigetti stimabili in 40/50 m.

In rapporto ai cicli deposizionali interessati da dette faglie cieche: parte medio basale di AES, (cicli A3 – A4) tali processi tettonici sono probabilmente correlabili alla fase di attività tettonica che si è sviluppata nel bacino padano tra 220.000 e 260.000 anni bp, come osservato nel territorio ferrarese (F.C. Molinari et Alti: Servizio Geologico Sismico e dei Suoli R.E.R., Università degli Studi di Ferrara, Provincia di Ferrara, 2007). Gli effetti correlati all'assetto del substrato ed ai fattori tettonici hanno determinato spessori della successione AES che variano da 80 m a 40 m, con assottigliamento in direzione nord est e che si riducono ulteriormente a 30/20 m nella zona di Novi MO, dove si attestano a profondità di 70/40 m a sud e di 40 m a nord; i corpi sabbiosi di detta sequenza evidenziano geometrie deformative con immersione di 0,8°/1,7° a sud e ad ovest. Nel settore ad oriente della fascia di faglia, che si sviluppa nella parte nord ovest del territorio di Carpi, le deformazioni si accentuano sensibilmente in verso orientale con approfondimento della base di AES a -240/-260 m pc ed inclinazioni di 1,5° ad est.

Per quanto riguarda le condizioni geomorfologiche locali, l'area di realizzazione del nuovo impianto fotovoltaico si inserisce nel settore deposizionale della bassa Pianura Padana caratterizzato da moderate ondulazioni che degradano progressivamente verso Est; la quota di intervento è prossima ai 19 metri s.l.m e l'acclività è compresa entro 1°. Qui affiorano sedimenti olocenici di piana alluvionale che si spingono in profondità per diversi di metri. La deposizione di tipo fluviale, avvenuta in modo non uniforme, ha determinato una forte eterogeneità granulometrica dei sedimenti, sia in senso verticale che areale, per cui l'assetto stratigrafico della zona risulta abbastanza complesso. La morfologia superficiale risente fortemente del costante e progressivo intervento antropico, volto a migliorarne l'efficienza agricola. Anche la stessa rete idrografica, che connota fortemente l'intero comprensorio è stata determinata dall'intervento antropico che ne ha modificato i corsi per mettere in sicurezza, dal punto di vista idraulico, le aree antropizzate. In precedenza i diversi fossi e canali di scolo tracimavano con costante regolarità, generando alluvioni che hanno sedimentato lenti a diversa granulometria che conferiscono alla zona un paesaggio leggermente ondulato. Le bonifiche hanno prodotto scoli, collettori, canali artificiali e scolmatori che regolano il deflusso delle acque in eccesso e nello stesso tempo distribuiscono le acque destinate all'irrigazione.

4.1 Stabilità dell'area e vincoli normativi

Da un'attenta analisi della cartografia geologica e geomorfologica ci si propone schematicamente di individuare:

- Il contesto geologico dell'ambiente nel quale le opere dovranno inserirsi;

- Individuare gli effetti geomorfologici negativi dell'opera sull'ambiente imputabili sia alla fase di costruzione che di esercizio dell'opera progettata;

L'anamnesi del luogo, è consistita nella raccolta di alcune informazioni di base sui fattori implicati con il dissesto (caratteristiche geo-litologiche, caratteristiche morfologiche, caratteristiche idrogeologiche ed idrauliche, caratteristiche podologiche e uso del suolo) su cui sono state svolte analisi di tipo prevalentemente qualitativo.

Relativamente agli aspetti di Pianificazione, le aree di intervento, rientrano nel Piano per l'Assetto Idrogeologico relativo all'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume PO.

Di seguito si riportano le carte relative al Richio e Pericolosità Idrogeologica.

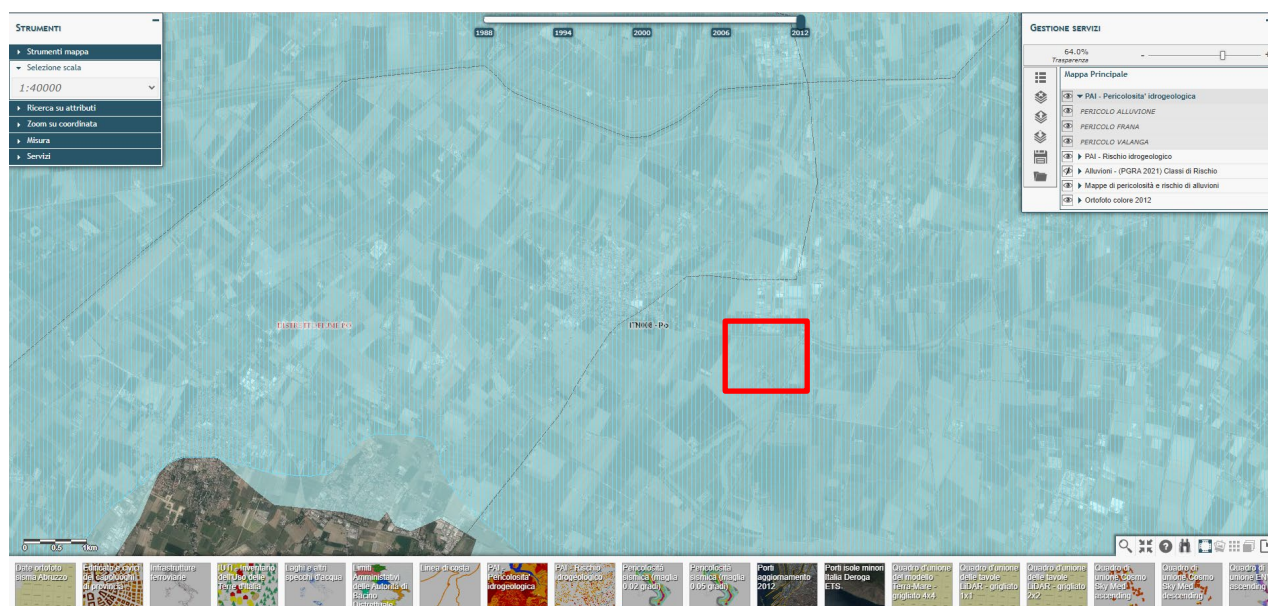
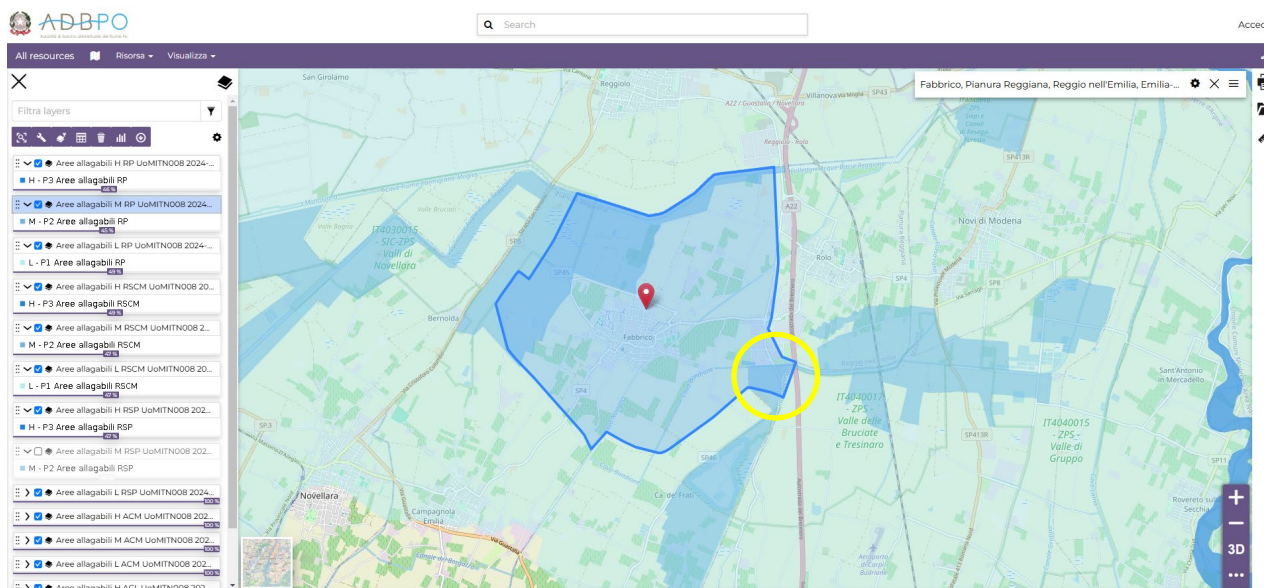


Figura 10 – l'area è perimetrata a pericolosità idrogeologica da alluvione

Mappa delle aree allagabili complessive predisposte nell'ambito del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (2024-07-30) per il Distretto idrografico del fiume Po e scenari di scarsa probabilità L (Pericolosità P1), Media probabilità M (Pericolosità P2), Elevata probabilità H (Pericolosità P3).

**Figura 11 - Stralcio perimetrazione aree allagabili**

Le osservazioni e le indagini compiute hanno evidenziato buone condizioni geomorfologiche dei terreni in questione; Nella zona in esame non si evincono particolari problematiche geologico-tecniche relative alla stabilità globale delle stesse. Nello specifico per le aree di intervento non risultano perimetrati e cartografati fenomeni attivi né tanto meno quiescenti; inoltre, non sussistono particolari condizioni geomorfologiche e geostrutturali predisponenti all'instabilità delle stesse. Dal punto di vista dell'acclività, l'area si presenta sub-pianeggiante, quindi, in questo caso, la categoria topografica (tabella 3.2.IV delle nuove NTC-2018) definita in base al D.M. 17/01/2018 è T1 (pendii con inclinazione media $< 15^\circ$) cui corrisponde un valore del coefficiente di amplificazione topografica S_t pari ad 1 (tabella 3.2.VI delle nuove NTC-2018).

5.0 ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il modello idrogeologico dell'area, orientato prevalentemente alla circolazione sub-superficiale, quale fattore di controllo delle dinamiche evolutive del versante, viene condizionato dalla permeabilità dei terreni di copertura e dalle caratteristiche del substrato. Si presume che lo stato di saturazione dei depositi superficiali sia condizionato dall'inclinazione del terreno e dalla morfologia del territorio in genere, ma è altrettanto importante conoscere l'andamento della superficie di separazione substrato-coperture che ci aiuta nella determinazione dello spessore delle coperture. Il modello morfoevolutivo ipotizzato e i processi di genesi delle coperture lasciano intendere che è possibile una discreta correlazione tra la morfologia superficiale e quella sepolta.

Per ciò che riguarda la circolazione idrica superficiale, nell'intera regione padana si individua un'idrografia piuttosto diffusa. Ciò è da mettere in relazione sia alla natura geolitologica, con affioramenti di litologie prevalentemente limo argillose che favoriscono il ruscellamento superficiale sia anche alla collocazione morfologica e geografica, ai piedi di importanti rilievi dove si verificano intense precipitazioni e forti ruscellamenti a causa delle pendenze elevate e degli affioramenti lapidei impermeabili. Il reticolo ha subito profonde variazioni nel periodo olocenico in funzione sia degli alluvionamenti delle aree, sia anche per via dell'azione antropica che ha svolto una importante azione di bonifica e regimentazione delle acque superficiali per migliorare la pratica agricola e per evitare danni alle persone e alle cose.

I maggiori corsi d'acqua della Regione, il Po e il Reno hanno, allo stato attuale un deflusso orientato circa Ovest-Est. Gli affluenti del Reno, che scendono direttamente dai rilievi appenninici (il torrente Idice, il torrente Sillaro, il fiume Santerno e il torrente Senio) hanno un deflusso orientato SO-NE (direzione antiappennica) a connotare un forte controllo strutturale sul deflusso idrico. I corsi d'acqua presenti nell'area di studio sono caratterizzati da un percorso generalmente rettilineo, forzato entro argini ben definiti. Tutta una serie di canali minori si intersecano secondo direttrici regolari che formano un complesso sistema con funzione di regolare le piene e parallelamente di distribuire quanto più uniformemente sul territorio la risorsa idrica.

L'immediata conseguenza dell'assetto orografico della regione è rappresentata dalla diminuzione pressoché costante delle quote procedendo dal margine meridionale della regione verso Nord- NordEst. Nel suo complesso il reticolo idrografico risulta fortemente condizionato da due fattori principali: il gradiente regionale e la presenza di importanti dislocazioni tettoniche; in particolare il controllo tettonico ha influenzato i tracciati dei reticoli del drenaggio superficiale, determinando l'orientamento di molte valli fluviali.

Tutti i corsi d'acqua presentano un generale sviluppo sub-parallelo. Tra le caratteristiche comuni possiamo sottolineare il loro regime torrentizio, il profilo trasversale asimmetrico delle valli, la ridotta lunghezza e le ridotte dimensioni dei relativi bacini imbriferi.

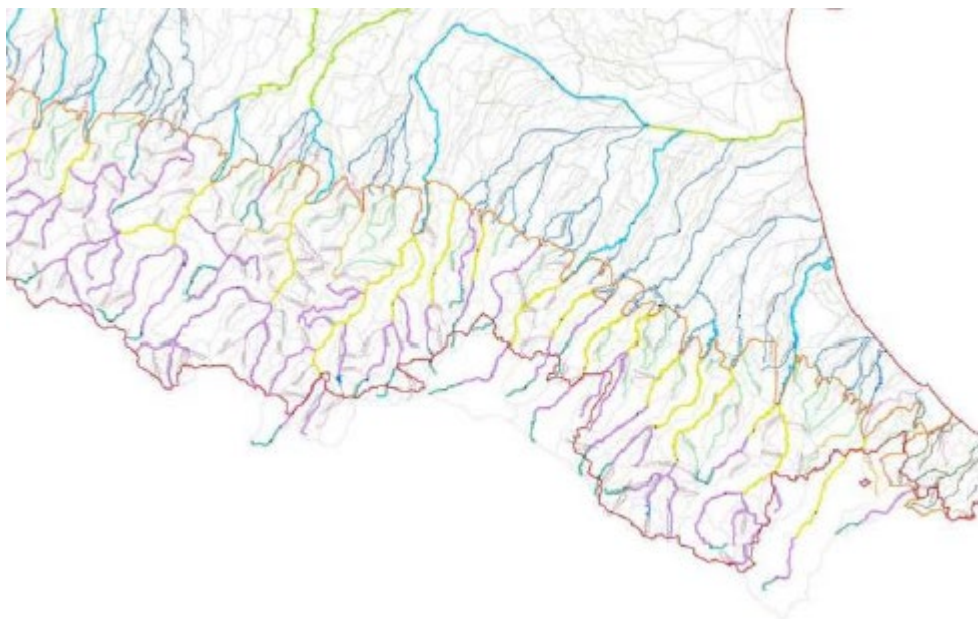


Figura 12 - Principale Reticolo Idrografico della Regione Emilia Romagna

La rete idrica superficiale è costituita dai cavi e canali delle Acque Alte del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale appartenenti al bacino idrografico del F. Secchia che a sua volta fa parte di quello del Po. Il reticolo idrografico consegue, oltre che dalla naturale evoluzione dei Fiumi Secchia e Po, da una serie di successive modificazioni antropiche del sistema scolante iniziate dagli Etruschi e continuate, con fasi alterne, dai Romani, dai Benedettini e successivamente dagli Enti e Consorzi di Bonifica. Il sommarsi di tali agenti ha portato all'attuale conformazione dell'assetto idrografico superficiale costituito da un sistema di assi drenanti principali orientati sud – nord e sud ovest - nord est tra i quali il Cavo Parmigiana Moglia e Collettore Acque Basse Reggiane che costituiscono gli assi idrici fondamentali per l'efficienza idraulica delle aree comunali Fabbrico – Rolo – Novi MO. Detta rete consente l'agibilità di un territorio che altrimenti risulterebbe caratterizzato da ampie aree frequentemente allagate in occasione di eventi piovosi intensi.

I deflussi idrici delle acque di superficie nell'area di Fabbrico, per la parte che non si infiltra nel sottosuolo, avvengono tramite un sistema di scoli e fossi minori che offeriscono ai cavi: Campagnola, Acque Basse Reggiane, Cuscina, Acque Basse Modenesi, contraddistinti da un sistema di scolo meccanico ad al Cavo Naviglio, Cavo Parmigiana Moglia, caratterizzati da scolo di tipo misto.

I principali collettori delle acque a scolo meccanico, C.A.B.R. e C.A.B.M. coinvolgono il proprio carico idrico al Canale Emissario dal quale mediante l'Impianto di S. Siro le acque giungono al F. Secchia affluente del F.Po. Le acque a scolo misto offeriscono al principale asse costituito dal Cavo Parmigiana Moglia tributario del F. Secchia. Per quanto riguarda gli assi idrici superficiali nel territorio di Fabbrico, risultano rientrare nell'elenco delle acque pubbliche del T.U. N° 1775 del 11/12/83 i seguenti cavi:

- Cavo Parmigiana Moglia
- Fossa Raso inf.
- Naviglietto Inferiore
- Naviglio di Fabbrico

- Fossa Campagnola.

Gli assi idrici secondari a scolo meccanico che raccolgono ed allontanano le acque di superficie dalla parte occidentale del territorio comunale sono il Cavetto di Campagnola e Fossa Selvatica tributari del Cavo Campagnola; nella fascia settentrionale gli flussi avvengono mediante: Fosso del Vallone, Fossetta Ponticelli, Scolo Chiavica Bassa, Scolo Chiavica Matta, Scolo Barbanta Bassa, affluenti al C.A.B.R.; lo scolo delle acque nelle zone meridionali ed orientali è garantito da: Fossetta Colombarone, Fossa delle Valli, Fosso della Risaia, Cavo Cuscina, affluenti del C.A.B.R. e Fossetta del Naviglio nel settore nord est che conferisce al C.A.B.R.

Gli assi idrici della rete superficiale sopra citati consentono l'agibilità del territorio comunale di Fabbrico che in occasione di piogge intense presenterebbe altrimenti estese aree allagate. In relazione alla conformazione dei cavi e canali si riscontra a volte un loro andamento sinuoso che denuncia un'impostazione su tratti di antichi drenaggi naturali. In tali casi è consigliabile un attento controllo sulla qualità delle acque immesse in detti tratti di rete poiché l'interscambio di fluidi con la falda freatica è particolarmente attivo.

Dal punto di vista del funzionamento della rete idrica superficiale si riscontrano condizioni sufficienti per le esigenze odierne che però richiedono continue manutenzioni ed adeguamenti. Tale aspetto consegue dai parametri di calcolo utilizzati, tra il 1920 ed il 1926, per il progetto delle dimensioni e sezioni dei cavi e canali che erano riferiti a gradi di urbanizzazione del territorio ed a condizioni del dissesto idrogeologico dei bacini montani sensibilmente diversi dagli attuali. Ne consegue, considerando i fenomeni di tracimazione verificatisi nel 1958 – 1964 – 1979 – 1992, che il sistema di scolo superficiale richiede un adeguamento alle necessità di oggi in relazione ai mutati coefficienti idrometrici e tempi di corrivazione. Pertanto, oltre ad un attento dimensionamento degli assi fognari, rapportati alla topografia dei luoghi, è opportuno valutare anche la possibilità di realizzazione di vasche di laminazione delle acque di prima pioggia corredate di comparti separati per la raccolta delle acque di testa delle piogge.

5.1 Pericolosità idraulica

L'analisi relativa agli eventi di esondazione o allagamento in occasione di piogge critiche è stata sviluppata in base ai dati del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale, alle elaborazioni dell'UTA Correggio per il Piano Sovracomunale di Protezione Civile ed ai censimenti di tali fenomeni effettuati direttamente dal 1986 al 1999, agli elaborati cartografici (in fase di aggiornamento) del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni - DGR.ER 1300/2016. Oltre a ciò si è fatto riferimento all'assetto topografico e geomorfologico del territorio. In relazione agli eventi di allagamento successivi al 1986, è opportuna la distinzione tra le aree esondante e quelle allagabili in occasione di piogge critiche o con difficoltoso drenaggio poiché diverse sono le condizioni di possibilità mitigazioni della pericolosità idraulica. Per quanto riguarda i valori delle piogge critiche sono assunti come soglia critica quella con intensità maggiore di 40 mm/ora. Tale differenziazione è correlata ai diversi effetti prodotti da detti fenomeni, che nel caso di tracimazioni ed esondazioni da cavi e canali possono indurre spessori della lama d'acqua superiori a $0,5 \div 0,6$ m; allagamenti per piogge critiche determinano generalmente altezze del battente idrico inferiori a $0,2 \div 0,3$ m. Ne consegue che limitate sopraelevazioni di $0,4 \div 0,6$ m, rispetto al piano campagna esistente, ed un efficiente sistema fognario per le acque bianche, determinano accettabili condizioni di sicurezza nei confronti di piogge critiche. D'altra parte per fenomeni di

esondazione necessitano sopraelevazioni non inferiori a $0,7 \div 1,0$ m. Le zone del territorio di Fabbrico che sono state soggette in passato ad esondazioni con tempo di ritorno di 20-50 anni (P3) nell'area comunale (tav. 183-SO – Novellara – Piano di Gestione del Rischio di Alluvione – Reticolo Secondario) sono localizzate nella zona occidentale e settentrionale del territorio tra nella fascia larga 1,5 km ad est del confine con Campagnola E. compresa tra lo stesso e Cavetto di Campagnola – Canale della Pia e che si estende ad est sino a via Ponticelli ed è delimitata a nord dal Cavo Parmigiana Moglia; ad oriente di detta via l'area si riduce a 200/250 m di larghezza ed è compresa tra Via Bonifica, Scolo Chiavica Bassa, C.A.B.R., Fosso della Risaia. Un'altra zona interessata da analoghi processi è individuata all'estremità orientale centrale tra il confine con Rio Saliceto, C.A.B.M., Cavo Righetta. La rimanente parte del territorio comunale è classificata P2: aree soggette ad alluvioni poco frequenti con tempo di ritorno tra 100 e 200 anni. Per quanto riguarda le aree allagabili in occasione di piogge critiche (difficoltoso drenaggio), oltre alle sopra descritte aree si riscontrano condizioni problematiche nella parte di territorio a sud del capoluogo nella fascia larga 200/350 m ad ovest del Cavo Naviglio delimitata a nord da via Cuscina ed a sud dall'allineamento via Bernolda – C. Zoccarella; analoghe situazioni sono presenti a nord del capoluogo tra via Ponticelli e via Genesio a settentrione di C. Favrega, nella fascia larga 200/300 m a sud di via della Bonifica ed in quella a settentrione della stessa sino al confine comunale nord, tra il Canale Naviglio e la SP n° 46 e 180 m a nord di via Bedollo, nel settore orientale centrale del capoluogo tra Canale Naviglio e Prevostura. Detti difficoltosi drenaggi sono prevalentemente correlabili agli effetti di barriera idraulica indotti da assi stradali sopraelevati e/o da rilevati arginali di cavi e canali. Il territorio comunale di Fabbrico (tav. 183-SO – Novellara – Piano di Gestione del Rischio di Alluvione – Reticolo Primario) appartiene alla zona a scarsa probabilità di alluvione correlata ad eventi estremi P1: area ricompresa nel limite della fascia C del PAI. In funzione di quanto esposto è consigliabile l'adozione delle modalità di intervento di seguito esposte:

- Nelle aree di nuovo insediamento in zone con morfologia depressa rispetto a quelle circostanti (aree con drenaggio difficoltoso), dovrà essere prevista una sopraelevazione minima di 0,4 m, rispetto al piano campagna esistente; tale quota dovrà essere idoneamente incrementata nei settori ove la presenza di barriere idrauliche, naturali o antropiche quali rilevati stradali, argini, ecc., non dotati di idonee cunette con bypass, possono determinare il formarsi di battenti idrici con altezza superiore a 0,4 m in occasione di piogge critiche. Oltre a ciò, nelle aree esondabili dovrebbero essere evitate realizzazioni di opere destinate allo stoccaggio temporaneo o permanente di liquidi e materiali inquinanti. Qualora risultassero in essere dette tipologie di opere è opportuno prevedere la loro messa in sicurezza mediante interventi di presidio ambientale quali contro arginature, sopraelevazione dei corpi arginali, ecc.
- Per evitare incrementi di carico idraulico negli assi idrici di scolo superficiale, conseguenti all'aumento di aree impermeabilizzate nei siti completamente e/o di nuovo insediamento, dovranno essere previste ed eseguite idonee aree di ritenzione delle acque piovane. Queste ultime saranno gradualmente restituite alla rete idrica superficiale dopo un adeguato intervallo di tempo dalla fase di piena della rete superficiale. Le aree di laminazione o "vasche teste di pioggia e di prima pioggia" potranno essere costituite da superfici di terreno depresse rispetto ai settori circostanti collegate con idoneo scarico regolamentato o ai collettori di convogliamento ad impianti di trattamento acque reflue (primi 5 mm- teste di pioggia) o alla rete idrica superficiale (prima pioggia).

- Evitare la realizzazione di piani interrati o seminterrati, non dotati di sistemi di autoprotezione, quali ad esempio: realizzazione delle pareti perimetrali del solaio di base a tenuta d'acqua;
- Favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti.

Detti accorgimenti sono da adottarsi anche negli ambiti di trasformazione e di riqualificazione nei quali il piano campagna sia ubicato a quote inferiori rispetto alle esistenti strade o strade di progetto e quando sussistano condizioni equivalenti a quelle sopra descritte. In relazione al grado di efficienza dei corpi arginali, degli assi idrici superficiali, rilevazioni sul campo hanno evidenziato l'idonea funzionalità degli stessi data l'assenza di avvallamenti e depressioni, anche su lunghezze superiori ai 500 m. Oltre a ciò si osserva che le continue manutenzioni e ripristini operate dal competente Consorzio di Bonifica, mantengono in essere l'efficacia delle arginature dei canali. In funzione degli andamenti meteorologici rilevati negli ultimi 15 anni e dei tempi intercorsi della realizzazione dei rilevati arginali, è opportuno siano continuate ed implementate.

5.2 Sistema idrogeologico

Il territorio di Fabbrico appartiene al Sistema Acquifero Padano delimitato dagli affioramenti appenninici a sud e da quelli alpini a nord e terminante ad est circa 50 km al largo della Costa Adriatica. Detta successione idrogeologica è formata da depositi del Quaternario Continentale assemblati in alternanze di livelli più o meno permeabili con rapporti stratigrafici sensibilmente complessi. Le formazioni superficiali che costituiscono gli orizzonti idrogeologici del sottosuolo della zona in oggetto sono rappresentate prevalentemente da sedimenti medio-fini (sabbie) depositi dai fiumi appenninici e dal Po. La base dell'acquifero utilizzabile a scopo idropotabile è formata da orizzonti poco permeabili o impermeabili.

I dati ottenuti dalle indagini ed elaborazioni di: AGIP, Regione Emilia Romagna, Studio Idrogeologico Della Bassa Reggiana, dalle indagini geofisiche precedentemente effettuate dallo studio di PSC Centrogeo, indicano che le acque salate si rinvenivano generalmente tra -450 e -250 m dal piano campagna. Tale limite tende ad approssimarsi alla superficie nelle zone sud orientali del territorio, dove si riscontra a -240 ÷ -260 m dal P.c. in prossimità del confine con il comune di Rolo. Questo innalzamento dell'interfaccia si verifica concordemente con l'approssimarsi alla zona di culminazione assiale della Dorsale Ferrarese, presente nel sottosuolo dell'area di Rolo – Novi MO, come hanno evidenziato prospezioni geofisiche con metodo geoelettrico effettuate nel contesto delle analisi di PSC (2002). La profondità dell'interfaccia acque dolci – acque salmastre evidenzia che gli emungimenti dal sottosuolo nel fabbricese non hanno determinato un richiamo significativo verso il piano campagna del tetto delle acque salate.

La successione idrogeologica presente nel sottosuolo di Fabbrico (RE) ed in zone limitrofe, è stata desunta dalle analisi di sezioni geofisiche eseguite da AGIP/ENI analizzate ed interpretate da Dr. Fabio Molinari, dai dati contenuti in Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia Romagna (R.E.R. – ENI – AGIP), dai dati del Servizio Tecnico dei Bacini affluenti del Po, settore di Reggio Emilia – Modena, dalle elaborazioni e modellazioni effettuate dall' "Ex Comprensorio della Media Pianura" Capri – Correggio (G.P. Mazzetti, 1984) dalle elaborazioni delle prospezioni geofisiche con metodo geoelettrico effettuate nel contesto delle analisi di PSC 2002 (Centrogeo). I caratteri litotecnici e l'assetto degli orizzonti acquiferi evidenziano che il

sottosuolo del territorio di Fabbrico è suddivisibile in due unità a caratteristiche diverse la prima, quella più superficiale, costituita dall'acquifero freatico, formato da livelli permeabili saturi a spessore variabile in prevalenza modesto (2/4 m) ed a luoghi medio (4/7 m), ad assetto spiccatamente lentiforme.

Tale unità denota una geometria di insieme complessa nella quale le prevalenti alternanze di orizzonti argilloso limosi, a livello territoriale, tendono a confinare i corpi sabbiosi sede di circolazione idrica. Tali condizioni non costituiscono però condizioni di falda protetta poiché in corrispondenza delle fasce di antico alveo fluviale estinto o in prossimità di cavi e canali si ha il contatto praticamente diretto con le acque di circolazione e di filtrazione idrica dalla superficie. La seconda unità è costituita dagli acquiferi confinati o artesiani, formati da un complesso ad alternanze di spesse sequenze sabbiose e di orizzonti argilloso limosi e limosi che sono rappresentate in percentuali circa equivalenti. Tali successioni evidenziano la tendenza ad assottigliarsi e ad approfondirsi, rispetto al piano campagna, delle unità prevalentemente sabbiose in direzione sud. Analoga caratteristica di diminuzione in spessore degli orizzonti sabbiosi a 4/6 m in verso occidentale si riscontra nelle zone meridionali del territorio comunale; in queste ultime con l'allontanarsi dalla fascia di culminazione assiale della Dorsale Ferrarese le unità stratigrafiche AES ed AEI aumentano sensibilmente in spessore giungendo a 280/300 m in adiacenza al confine comunale con Campagnola E; in direzione est si riducono a 260/250 m in prossimità del confine orientale con Rolo. Le caratteristiche di detta sequenza sono attribuibili all'Unità Idrogeologica del Po.

Di seguito si riporta lo stalcio della carta della soggiacenza della falda per le aree interessate dall'impianto fotovoltaico.

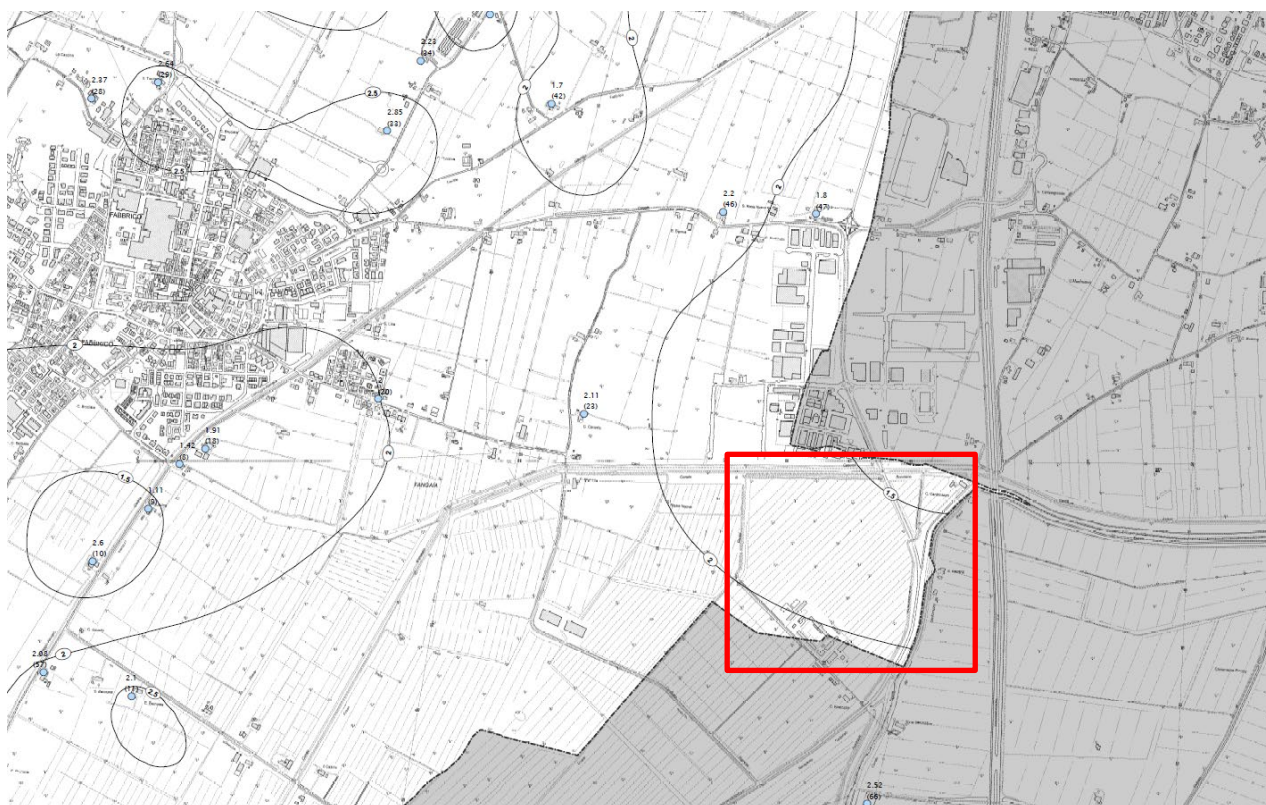

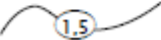


Figura 13 – stralcio soggiacenza della falda.

Legenda

-  4,51 (71) Soggiacenza della falda (metri) e numero d'ordine
-  1,5 Soggiacenza della falda (metri dal piano di campagna)

6.0 RILEVAMENTO GEOLOGICO TECNICO E DESCRIZIONE DELLE INDAGINI

Nell'area di progetto non sono stati eseguiti approfondimenti di caratterizzazione geotecnica nè sismica delle litologie implicate direttamente dalle opere. Sono state considerate delle indagini e prove archivite nell'ambito dello studio di micorzonazione sismica di primo livello del comune di Fabbrico.

Di seguito si riporta la carta ubicazione delle indagini:

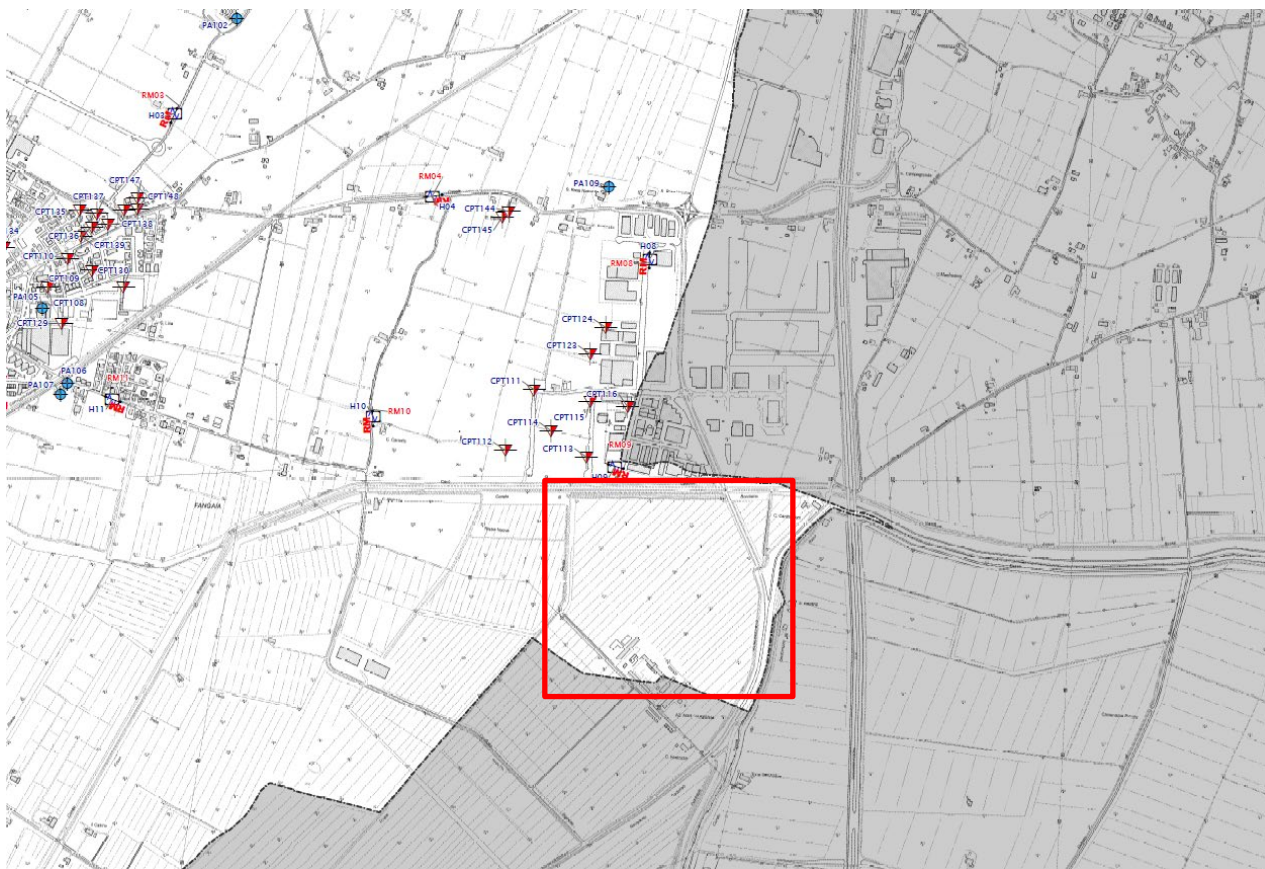









Figura 14 – carta delle indagini disponibili in prossimità dell'area di intervento

Legenda

Indagini pregresse e nuove

- | | | | |
|---|---|---|-----------------|
|  | Microtremori a stazione singola |  | Pozzo per acqua |
|  | Penetrometrica statica CPT |  | REMI |
|  | Penetrometrica statica con piezocono CPTU |  | MASW |
|  | Sondaggio a carotaggio continuo | | |

7.0 DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Le caratteristiche litologiche relative ai primi 10 ÷ 20/30 m del sottosuolo del territorio di Fabbro sono state determinate in base alle analisi geomorfologiche, banca dati del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli RER, esame delle colonne litostratigrafiche di pozzi, basi topografiche IGM relative al primo impianto 1881, delle notizie e pubblicazioni storico – geomorfologiche, prospezioni con metodo geo-elettrico, prove penetrometriche statiche effettuate per lo Studio Geologico Ambientale del PSC 2002 e di Microzonazione Sismica di Primo Livello 2014 PDR (Centrogeo), indagini geognostiche di AA.VV reperite presso l'U.T. Comunale. Gli areali che delimitano le unità litotecniche identificano gli orizzonti litologici che principalmente influenzano il tipo di risentimento sismico in occasione di sollecitazione dinamica. In funzione di quanto esposto si sono individuate come aree prevalentemente sabbiose – sabbioso limose le fasce di territorio dove anche se detti litotipi non affiorano in superficie sono però presenti con spessori significativi, 2 – 3 m, nei primi 5 m del sottosuolo e spessori non inferiori a 3 – 5 m nei primi 10 m dal piano campagna. Le classificazioni delle unità prevalentemente limoso argillose – argilloso limose – argillose esprimono la netta prevalenza di detti litotipi nei primi 5 ÷ 10 m dal sottosuolo.

Verticale tipo SE Zona a sud di via Righetta – Cavo Cuscina e ad est del Cavo Naviglio

Profondità	Caratteristiche litologico – geotecniche prevalenti
Unità SE1 Da piano campagna a -2,0 m p.c	Superato lo strato di terreno agrario argilloso limoso, si riscontrano alternanze argilloso limose con intercalati sottili livelli limoso argillosi contraddistinti da valori di resistenza alla punta variabili tra $q_{cm} = 8 \div 12/14$ kgf/cm ² e di resistenza all'attrito laterale oscillanti tra $f_{sm} = 0,3/0,4 \div 0,6/0,8$ kgf/cm ² .
Unità SE2 Da -2,0 a -5,0 m p.c.	Alternanze prevalentemente argilloso limose, con intercalati strati limoso sabbiosi – limosi contraddistinti da $q_{cm} = 8 \div 12$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,3 \div 0,5$ kgf/cm ² .
Unità SE3 da -5,0 a -12/-15 m p.c	Argille – argille limose leggermente sovraconsolidate, con intercalati locali sottili strati limoso argillosi; i valori di resistenza alla punta variano tra $q_{cm} = 18/20 \div 28/30$ kgf/cm ² e la resistenza all'attrito laterale oscilla tra $f_{sm} = 0,8 \div 1,3$ kgf/cm ² .
Unità R5 da -11/-12 a -15/-20 m p.c	Sabbie medie a grado di densità relativa medio/medio elevato, contraddistinte da $q_{cm} = 50 \div 70$ kgf/cm ² ed $f_{sm} 0,7/1,2$ kgf/cm ² .

L'unità geotecnica SE caratterizza il settore sud orientale del territorio comunale delimitato a nord dall'allineamento via Righetta – Cavo Cuscina, ad est ed a sud dal confine comunale con Rio Saliceto, ad ovest dal Cavo Naviglio.

Le verticali litotecniche individuate nello studio di microzonazione definiscono estensioni areali notevolmente differenziate e ad esse sono attribuibili diverse proprietà per gli utilizzi edificatori come di seguito descritto:

- **Unità Litotecnica SE.** costituisce il settore meridionale orientate del territorio esteso ovest est compreso tra via Righetta-Cavo Cuscina a nord confine comunale con Rio Saliceto ad ovest ed a sud, allineamento Colombarone C.Bernolda ed ovest; forma circa il 17,0 % della area comunale. Le caratteristiche geotecniche d'insieme evidenziano un medio grado di compressibilità dei litotipi

presenti nei primi 4/5 m del sottosuolo, medio – medio elevato grado di compressibilità da -4/-5 a -7 m pc e medio basso grado di compressibilità da -8 a -12/-17 m pc. In funzione del grado di consistenza dei terreni che costituiscono i primi 5/8 m del sottosuolo, in subordine alla valutazione della pericolosità di liquefazione e verifica della compatibilità dei cedimenti, per strutture che non impongano elevate tensioni sul suolo sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi in termini di ammissibili corrispondenti mediamente a:

$$q_a = 0,8 \div 1,0 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,4 \div 1,8 \text{ m pc}$$

Per edifici con più di due/tre piani fuori terra o carichi totali superiori alle 100 Ton per pilastro, è consigliabile valutare l'adozione di fondazioni a platea o di tipo profondo su pali.

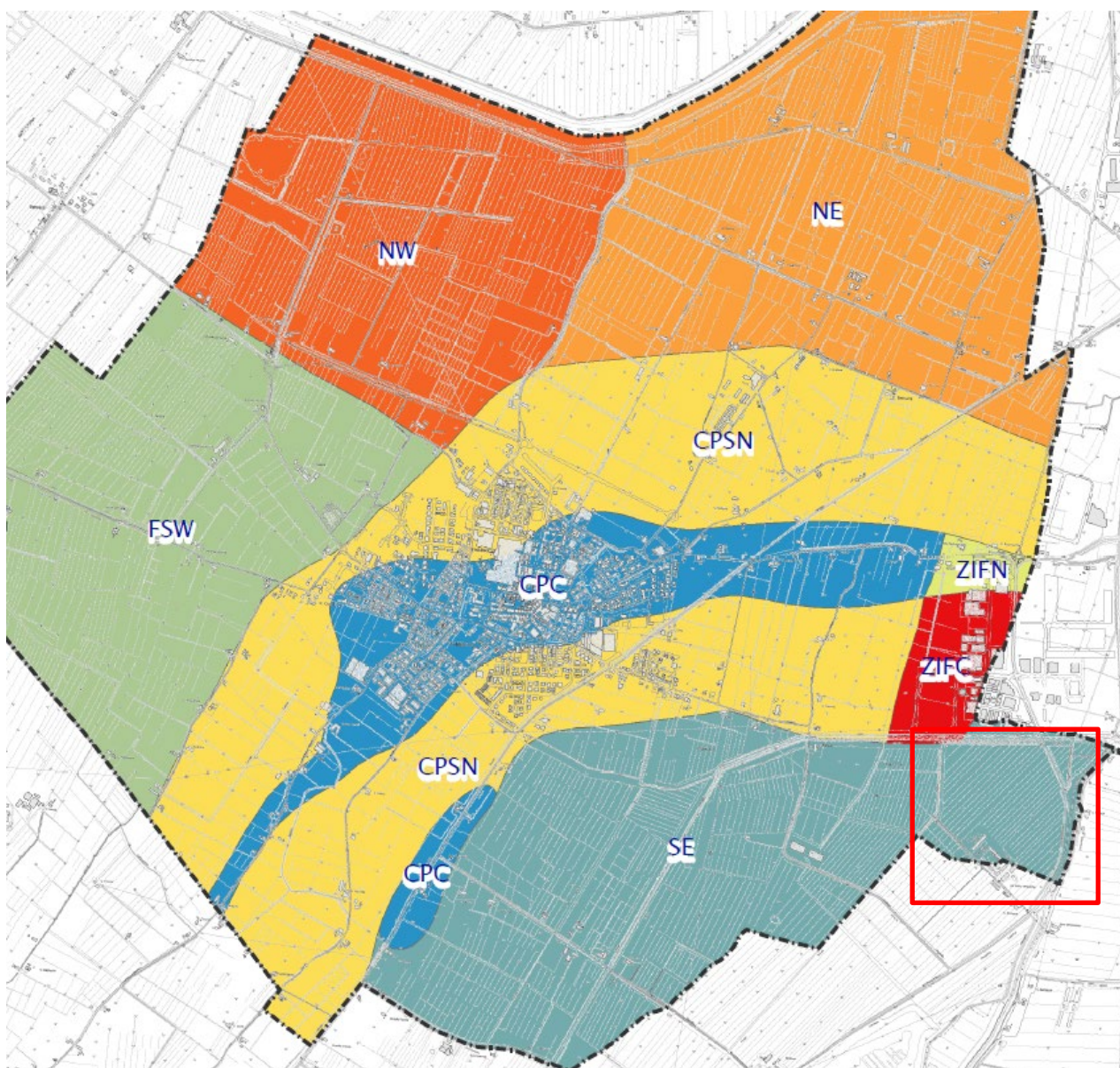


Figura 15 – Unita' litotecnica comune di Fabbrico.

Area di Intervento

8.0 MODELLAZIONE SISMICA

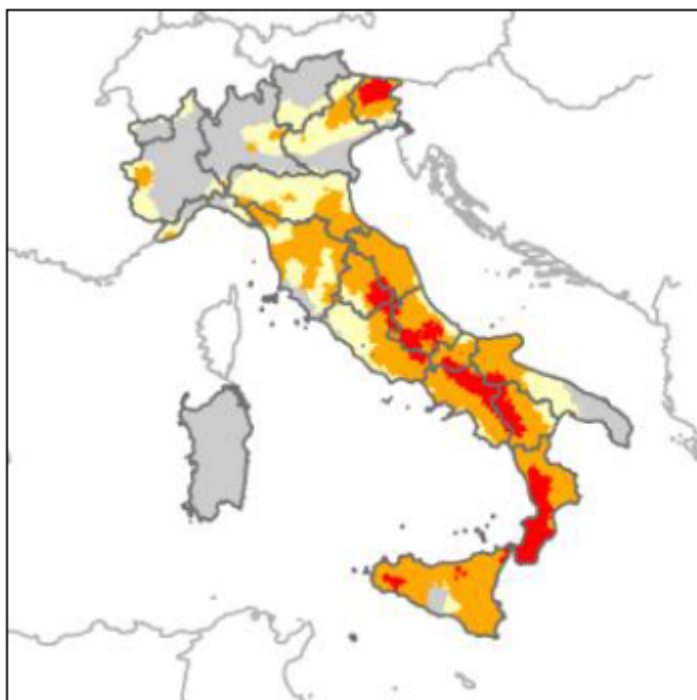
La penisola italiana è una delle zone sismicamente più attive del Mediterraneo. Essa è stata inoltre, sede di alcune tra le più antiche civiltà, e ciò ha permesso la registrazione di notizie attendibili anche di eventi sismici molto antichi. La prima versione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, CPTI99 è stata realizzata utilizzando tutti gli studi macrosismici e strumentali resi disponibili dal 1999 in poi. L'ultima versione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15, aggiornata al 2016, comprende tutti i terremoti a partire dall'anno 1000 al 2014.

Numerosi studi hanno sottolineato che la pericolosità sismica non dipende solo dal tipo di terremoto, dalla distanza tra l'epicentro e la località interessata, ma, soprattutto, dalle caratteristiche geologiche dell'area di interesse. Infatti, la geometria della struttura del sottosuolo, le variazioni dei tipi di terreni e delle sue proprietà con la profondità, le discontinuità laterali e la superficie topografica sono all'origine delle larghe amplificazioni delle vibrazioni del terreno e sono stati correlati alla distribuzione del danno durante i terremoti distruttivi (Aki, 1993; Bard, 1994; Faccioli, 1991, 1996; Chavez - Garcia et alii, 1996). Questi fattori sono particolarmente importanti per la corretta valutazione dell'azione sismica nell'ambito della difesa dai terremoti, per tale motivo, ai fini della riduzione del rischio sismico, è importante riconoscere le aree in cui le oscillazioni del suolo sono più ampie e definire le frequenze con le quali esse tendono ad oscillare.

L'azione esercitata localmente dagli strati più superficiali, che operano sia da filtro che d'amplificatore, costituisce quello che va sotto il nome d'Effetto di Sito. Riconoscere in dettaglio le aree caratterizzate in media da uguale Risposta di Sito, dovuta alle caratteristiche geologiche o alla topografia, è diventata una richiesta fondamentale negli studi geologici e geofisici relativi alle costruzioni.

In Italia la normativa in merito è stata aggiornata con l'Ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".

L'aspetto di maggiore rilievo introdotto dall'Ordinanza 3274 e costituito senza dubbio dai nuovi criteri di classificazione sismica del territorio nazionale, necessari proprio per coprire questa grave lacuna lasciata irrisolta dalla normativa precedente. L'Ordinanza suddivide a tal fine l'intero territorio nazionale in quattro zone di sismicità, individuate in base a valori decrescenti di "accelerazioni massime" al suolo.



zona sismica 1
 zona sismica 2
 zona sismica 3
 zona sismica 4

Figura 16 - Mappa della classificazione sismica del territorio Italiano

Per queste zone le norme indicano quattro valori di accelerazioni orizzontali (a_g/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico. In particolare ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo la tabella seguente:

<i>Zona Sismica</i>	<i>Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]</i>	<i>Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g/g]</i>
1	$> 0,25$	0,35
2	$0,15 - 0,25$	0,25
3	$0,05 - 0,15$	0,15
4	$< 0,05$	0,05

L'assegnazione di un territorio ad una delle quattro zone suddette avviene mediante le valutazioni di a_g (con tolleranza 0,025g) rappresentate in termini di curve di livello con passo 0,025g.

Le faglie conseguenti ai movimenti dei sovrascorrimenti appenninici danno origine alle manifestazioni sismiche che interessano la regione emiliano-romagnola. Sulla base dunque di tutte le informazioni tettoniche riportate, è stata redatta la carta delle zone di maggiore risentimento degli effetti delle faglie attive (**FIGURA 17**) dell'Emilia Romagna. Essa è riportata nelle Note illustrative allegate alla Carta Sismotettonica pubblicata nel 2004.

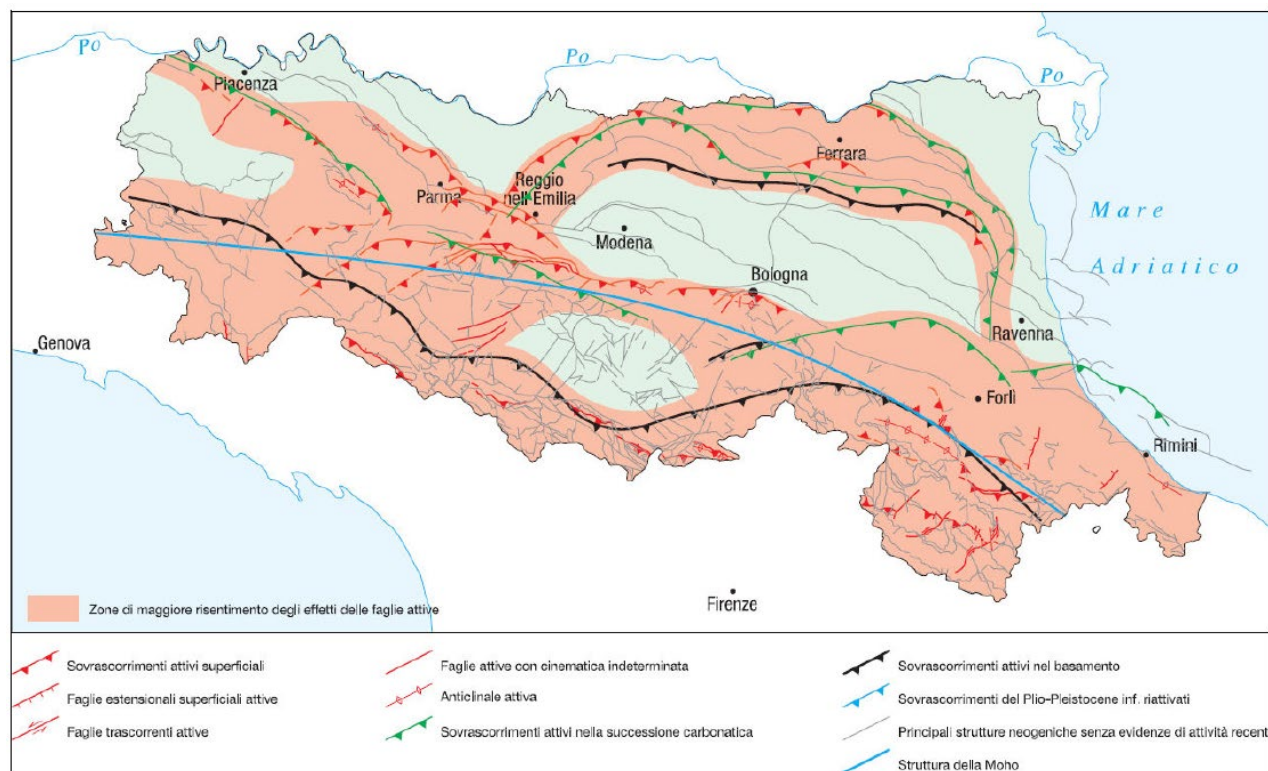


Figura 17 - Carta delle zone di maggiore risentimento degli effetti delle faglie attive
(Carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna - 2004).

La sismicità del territorio, prevalentemente correlata alle strutture geologiche superficiali (primi 15 km) e secondariamente di media profondità (15 ÷ 25 km), è collegata a meccanismi focali compressivi e trascorrenti, mentre sono nettamente meno rappresentati e subordinati i meccanismi focali distensivi. Nell'ambito territoriale al quale appartiene Fabbrico e zone ad esso adiacenti, il Database Macrosismico DBMI15 utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico CPTI15 (a cura di Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>), documenta eventi sismici giungenti al 7° grado della Scala Mercalli - Cancani – Sieberg, con intensità variabile tra Mw = 4,8 ÷ 5,6: Correggio – Novellara – Bagnolo in Piano, Mw=5,9: Mirandola – Finale Emilia, Mw > 5,5: Rubiera.

La riclassificazione sismica del territorio nazionale OPCM 3274/2003, attribuisce il Comune di Fabbrico alla zona 3 con grado di sismicità equivalente ai precedenti ambiti S6, i valori delle accelerazioni orizzontali della griglia delle NTC 17/01/2018 sono congruenti con la sopra citata classificazione. In riferimento all'allegato A4 della Delibera della Giunta della Regione Emilia Romagna 2193/2015, al territorio comunale di Fabbrico compete un valore di picco massimo dell'accelerazione orizzontale, corrispondente a:

Fabbrico **agref= 0,138 g**

I valori di ag elaborati dal Gruppo di Lavoro MPS 2004 (Meletti C., Montaldo V., 2007. *Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag*.

Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D2, <http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>), attribuiscono all' areale a cui appartiene il comune in oggetto valori di accelerazione compresi tra:

$$\text{Fabbrico ag} = 0,125 \div 0,150 \text{ g}$$

Tali valori, a livello territoriale diminuiscono da sud est a nord ovest. In occasione dei sismi che hanno colpito il territorio emiliano il 20 e 29 maggio 2012 la zona di Fabbrico, Reggio Emilia, RE, ha risentito di effetti corrispondenti al V grado MCS, il territorio comunale è stato inserito nei comuni appartenenti al cratere sismico. (Fonte: "Rilievo Macrosismico MCS Speditivo" – Rapporto Finale – Protezione Civile – Giugno 2012). Le mappe di scuotimento INGV (<http://shakemap.rm.ingv.it/shake>) per gli eventi sismici del 20, 29 maggio e 3 giugno 2012, indicano per il territorio in analisi i parametri di seguito esposti:

Area Fabbrico, capoluogo, zona centro settentrionale del comune

Data evento - M	PGA (g)	PGV (cm/s)	PSA 0,3s (g)	PSA 1,0s (g)	PSA 3,0s (g)
20-05-2012 – 5.9	0,115	9,4	0,264	0,091	0,014
29-05-2012 – 5.8	0,125	18,3	0,392	0,152	0,042
29-05-2012 – 5.3	0,063	4,2	0,141	0,041	0,009
03-06-2012 – 5.1	0,140	12,9	0,266	0,017	0,015

Area Industriale Fortinella - Campogrande, zona orientale centrale del territorio comunale

Data evento - M	PGA (g)	PGV (cm/s)	PSA 0,3s (g)	PSA 1,0s (g)	PSA 3,0s (g)
20-05-2012 – 5.9	0,147	11,3	0,305	0,111	0,017
29-05-2012 – 5.8	0,140	20,5	0,435	0,169	0,047
29-05-2012 – 5.3	0,071	4,7	0,156	0,045	0,010
03-06-2012 – 5.1	0,162	14,9	0,301	0,019	0,018

I valori massimi di accelerazione in superficie (PGA) sono stati registrati nell'evento del **03 giugno ML=5.1** mentre le massime sollecitazioni per le strutture (PSA) sono stati registrati nell'evento del **29 maggio 07.00.03 (GMT) ML=5.8**.

I valori di PGA-PSA degli eventi sopra elencati sono inferiori a quelli di progetto della griglia INGV (terreno cat. C – SLU-SLV) e delle tabelle A2.1.2 dell'allegato 2 DGR 2193/2015.

Una stazione sismica provvisoria, messa in opera dallo scrivente il 29 maggio 2012 nel settore centrale orientale di Correggio capoluogo, nell'evento delle 12.54, ha rilevato:

PGA = 0.15 g ed uno spostamento massimo orizzontale di 4 cm.

La PGA per un periodo di ritorno di 475 anni, riportata nelle mappe di pericolosità sismica di INGV (*Meletti C., Montaldo V., 2007. Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D2, <http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>*) varia nell'intervallo 0,125 ÷ 0,175g. Tali dati sono stati utilizzati dalla Regione Emilia Romagna per la redazione delle tabelle contenute nella DGR 2193/2015 "Indirizzi per gli studi di Microzonazione Sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale ed urbanistica di cui alla DAL 112/2007" dove viene indicata una PGA corrispondente a 0,138 g per l'intero territorio comunale.

Di seguito si riporta la storia sismica del comune di Fabbrico come da dati del CPTI15.

I principali eventi registrati nel territorio in analisi ed al suo intorno, sono riportati nelle tabelle di seguito esposte:

Storia sismica di Fabbrico
 Numero di eventi: 23

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6-7	1806 02 12	Reggiano	28	7	5.21
6	1832 03 13 03 30	Reggiano	97	7-8	5.51
6	1928 06 13 08	Carpi	35	6	4.67
6	1971 07 15 01 33 2	Parmense	228	8	5.51
6	1987 05 02 20 43 5	Reggiano	802	6	4.71
6	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38
5	1987 04 24 02 30 2	Reggiano	54	6	4.64
5	1996 10 26 04 56 5	Pianura emiliana	63	5-6	3.94
5	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
5	2012 05 29 07 00 0	Pianura emiliana	87	7-8	5.90
4-5	1929 04 22 08 26	Bolognese	41	6-7	5.10
4-5	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
4-5	1996 11 25 19 47 5	Pianura emiliana	65	5-6	4.29
4-5	1996 12 16 09 09 5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06
4	1988 03 15 12 03 1	Reggiano	160	6	4.57
3-4	1997 05 12 22 13 5	Pianura emiliana	56	4-5	3.68
3-4	1998 02 21 02 21 1	Pianura emiliana	104	5	3.93
3	1898 03 04 21 05	Parmense	313	7-8	5.37
3	1996 10 26 06 50 2	Pianura emiliana	35	5-6	3.63
NF	1910 03 22 23 29	Bassa modenese	15	5	4.16
NF	1984 04 29 05 02 5	Umbria settentrionale	709	7	5.62
NF	1986 12 06 17 07 1	Ferrarese	604	6	4.43
NF	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30

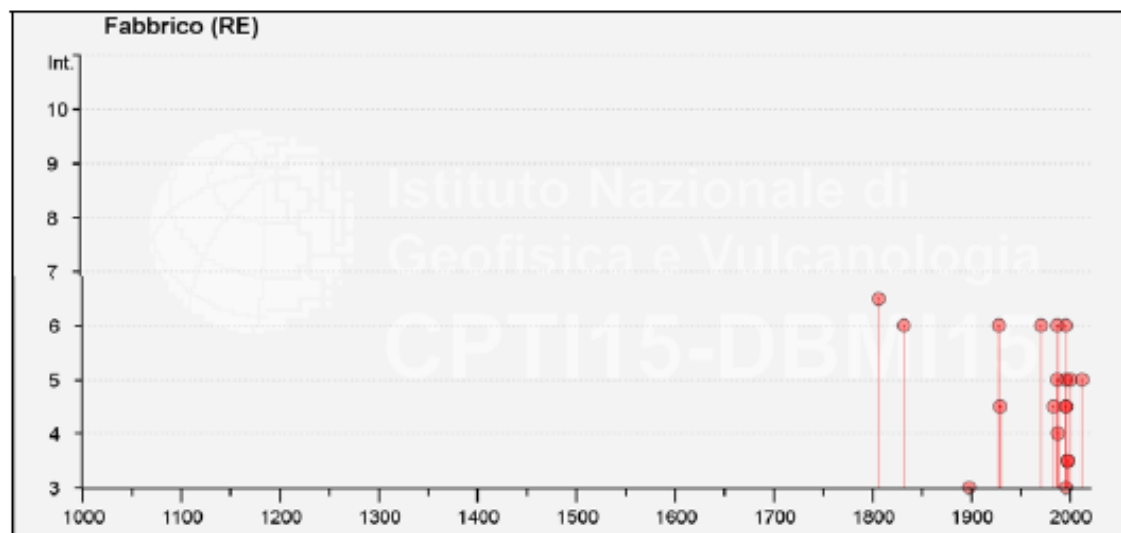


Tabella 1 - Catalogo dei terremoti più forti che hanno interessato il territorio comunale di Fabbrico.

Dalla documentazione della storia sismica sopra esposta si evince che il territorio di Fabbrico e le zone circostanti: Correggio, Rio Saliceto, Rolo, Reggiolo, Novi di Modena, Carpi, sono egualmente interessati dai meccanismi focali che si originano nell'arco delle Pieghe Ferraresi sia interne che esterne, che dall'attività sismica del margine appenninico: Successione carbonatica meso - cenozoica, successioni del basamento pretriassico, ed in modo subordinato, della sismicità della monclinale alpina.

ZS	4.76	4.99	5.22	5.45	5.68	5.91	6.14
912	12	9	6	7	2	2	0
913	26	13	11	6	4	1	0

Distribuzione degli eventi sismici per classi di magnitudo per le zone 912 e 913 (INGV, 2004)

8.1 MODELLAZIONE SISMICA DI SITO

L'individuazione delle sequenze litotecniche - sismiche delle aree a comportamento equivalente in occasione di sollecitazione sismica, è stata definita in funzione delle prospezioni geotecniche e geofisiche ed elaborati sopra descritti integrati dalle prospezioni geofisiche direttamente eseguite per lo studio di microzonazione sismica e quelle precedentemente effettuate sia nel territorio comunale che nelle zone adiacenti.

La discretizzazione delle verticali litotecniche, redatta in conformità alle simbologie e criteri degli Standard di MS versione del 10/2015, è stata eseguita in funzione delle caratteristiche litologiche e geotecniche che prevalentemente influenzano gli effetti dello scuotimento sismico in superficie, relativamente ai primi 20 – 30 m del sottosuolo.

In riferimento a quanto esposto sono state quindi individuate le sequenze delle zone stabili nelle quali gli effetti sono correlati ad amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche: zone 1–2–3 e le zone suscettibili di amplificazione e di attenzione per instabilità: zone 4-5-6-7-8, zone suscettibili di potenziali cedimenti differenziali ZACD, e di attenzione, per sovrapposizioni di instabilità differenti ZAID.

Tali classificazioni distinguono le successioni nelle quali sono presenti nei primi 5 - 15 - 20 m del sottosuolo orizzonti sabbiosi moderatamente addensati ($q_c < 20/30$ kgf/cm²) con $V_s < 160/180$ m/sec, con spessori compresi tra 1/2 e 4/7 m, soggetti a potenziale suscettività di liquefazione: zone LALQ 2004 – 2005 – 2006 – 2007 – 2008, quelle in cui sono attesi incrementi dei consolidamenti per effetti sismici, ZACD e zone potenzialmente soggette a liquefazione e cedimenti ZAID.

Questi ultimi si sviluppano nelle condizioni in cui le successioni litologiche prevalentemente limose – argilloso limose contengono intercalazioni di strati sabbioso limosi – limoso sabbiosi, ad assetto prevalentemente lentiforme, con spessori inferiori/uguali ad 1/1,5 m e che nell'insieme dei primi 15 m pc sono non superano spessori di 2/3 m, contraddistinti da $V_s < 150$ m/sec nei primi 5 m pc e $V_s < 200$ m/sec sino a -10/-12 m pc; in detti casi possono insorgere effetti correlabili ad addensamenti di sottili strati sabbioso limosi, ai quali conseguono cedimenti differenziali.

Analoghi effetti caratterizzano le successioni prevalentemente argilloso limose e limoso argillose – limose nei primi 7/8 m del sottosuolo, contenenti livelli sabbiosi lentiformi con spessore inferiore/uguale a 1 m, contraddistinte da valori di resistenza alla punta di insieme al penetrometro statico equivalenti a $q_c < 7$ kgf/cm² e valori di velocità di propagazione delle onde di taglio equivalenti a $V_s < 150$ m/sec nei primi 5 m da pc e $V_s < 200$ m/sec sino a -10/ - 12 m pc; tali caratteristiche definiscono le aree nelle quali sono attesi cedimenti differenziali, liquefazione e cedimenti differenziali.

Il comune di Fabbrico è dotato di studio di microzonazione sismica di primo livello il quale individua le zone comunali stabili suscettibili di amplificazioni locali.

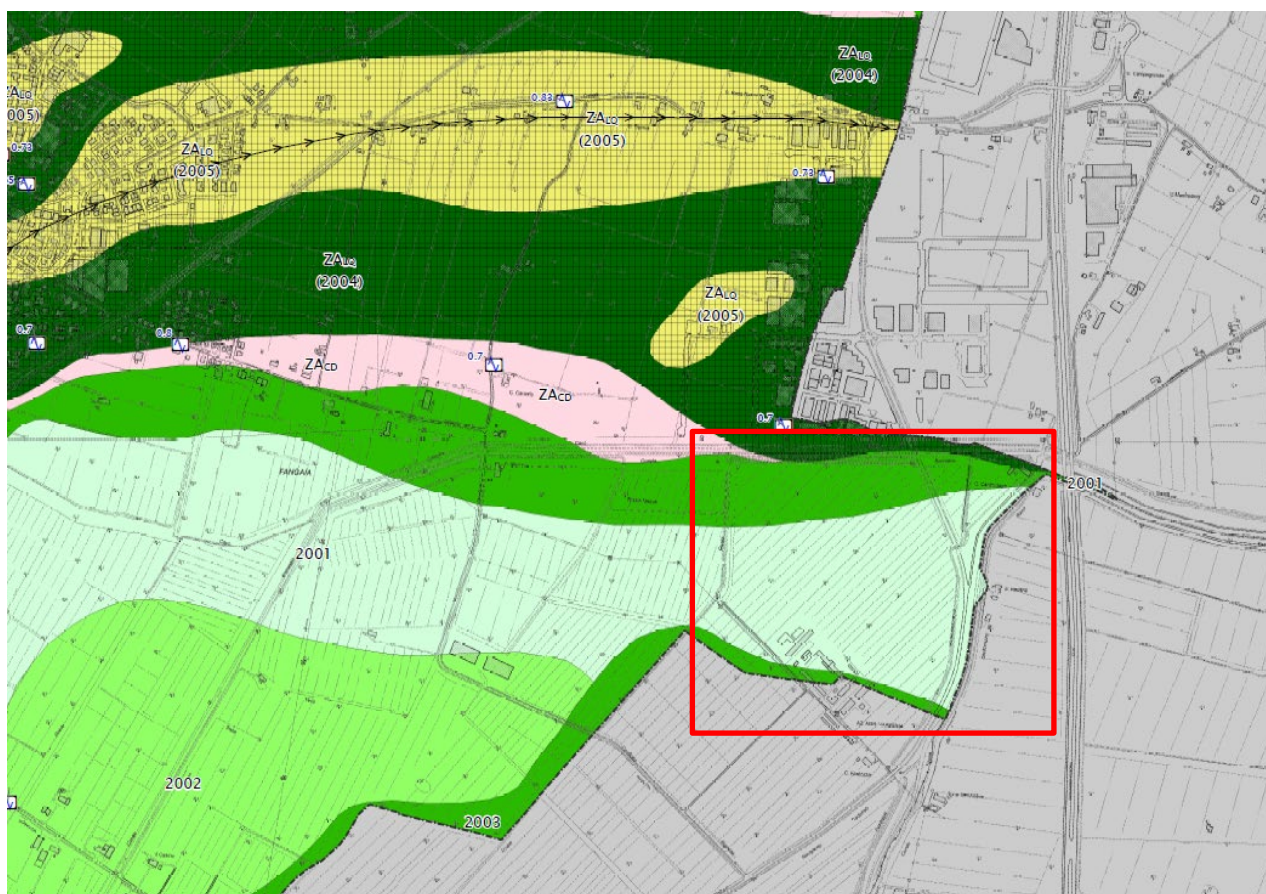


Figura 18 – Stralcio carta delle MOPS comune di Fabbrico

Legenda

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

2001

ZONA 1 Argille limose-limi argillosi di piana alluvionale, moderatamente consistenti con lenti sabbioso limose con spessore inferiore a 1 m, poco addensate, $V_s < 170$ m/sec nei primi 11 m dal pc; seguono argille-argille limose moderatamente consistenti-consistenti con lenti di sabbie moderatamente addensate, $V_s = 170/230$ m/sec sino a -15 m pc; a profondità sottostanti -15/-20 m pc sabbie pulite poco-ben assortite moderatamente addensate-addensate, alternate ad orizzonti argillosi consistenti, $V_s = 230/300$ m/sec.

Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche;

Approfondimenti di II° livello.

2002

ZONA 2 Argille limose e limi argillosi di piana alluvionale, moderatamente consistenti, con lenti sabbioso limose di spessore inferiore a 1 m, poco addensate, $V_s < 130$ m/sec sino a -5 m pc e $V_s = 140/150$ m/sec da -5 a -10 m pc; seguono argille inorganiche consistenti con lenti sabbioso limose poco addensate con spessori inferiori a 1 m, $V_s = 230/260$ m/sec; a quote sottostanti -14/-15 m pc (zone nord) alternanze di sabbie poco assortite-ben assortite, moderatamente addensate-addensate e di argille consistenti, $V_s = 230/260/300$ m/sec.

Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche;

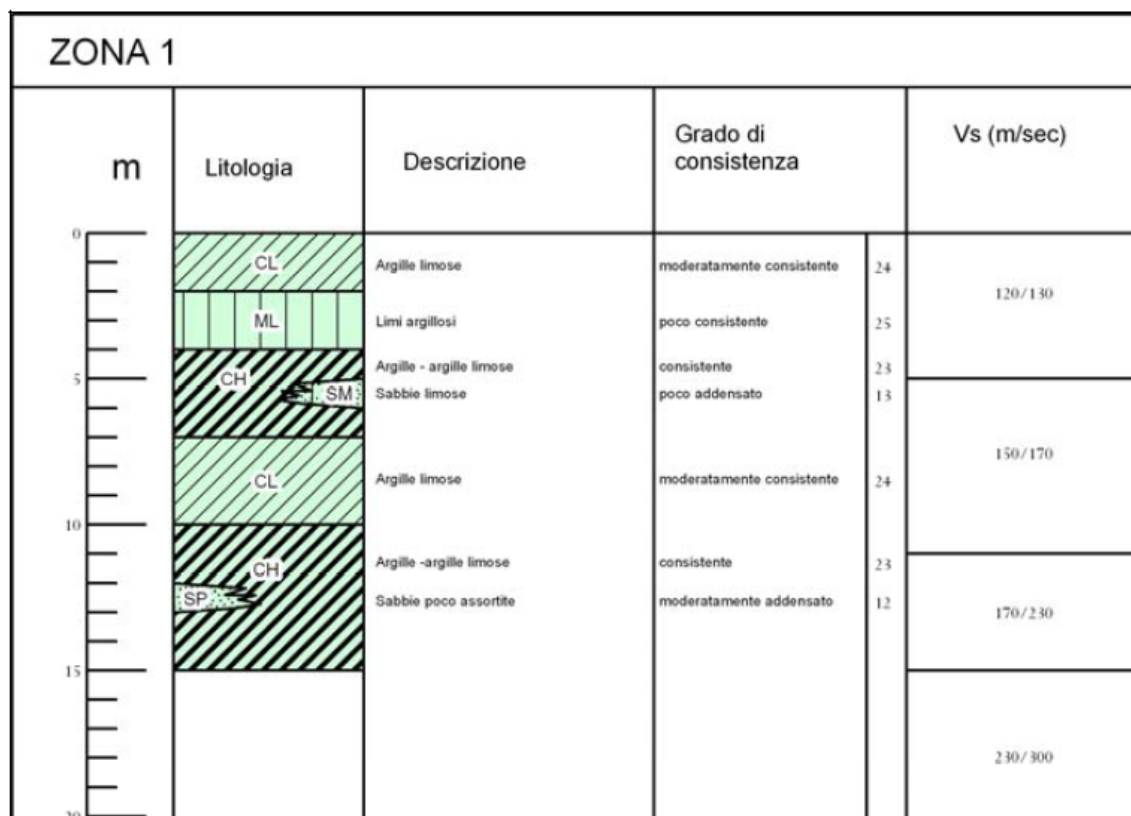
Approfondimenti di II° livello.

2003

ZONA 3 Argille limose e limi argillosi di piana alluvionale, moderatamente consistenti con strati/lenti sabbioso limosi poco addensati con spessori inferiori a 1 m, $V_s < 160$ m/sec sino a -8 m pc; seguono da -8 a -15/-16 m pc argille-argille limose consistenti e limi argillosi poco consistenti con intercalate a -14/-16 m pc lenti sabbiose medio fini ben assortite moderatamente addensate, $V_s = 200/250$ m/sec; a quote sottostanti -15/-16 m pc sabbie addensate ed argille consistenti con $V_s = 240/270$ m/sec.

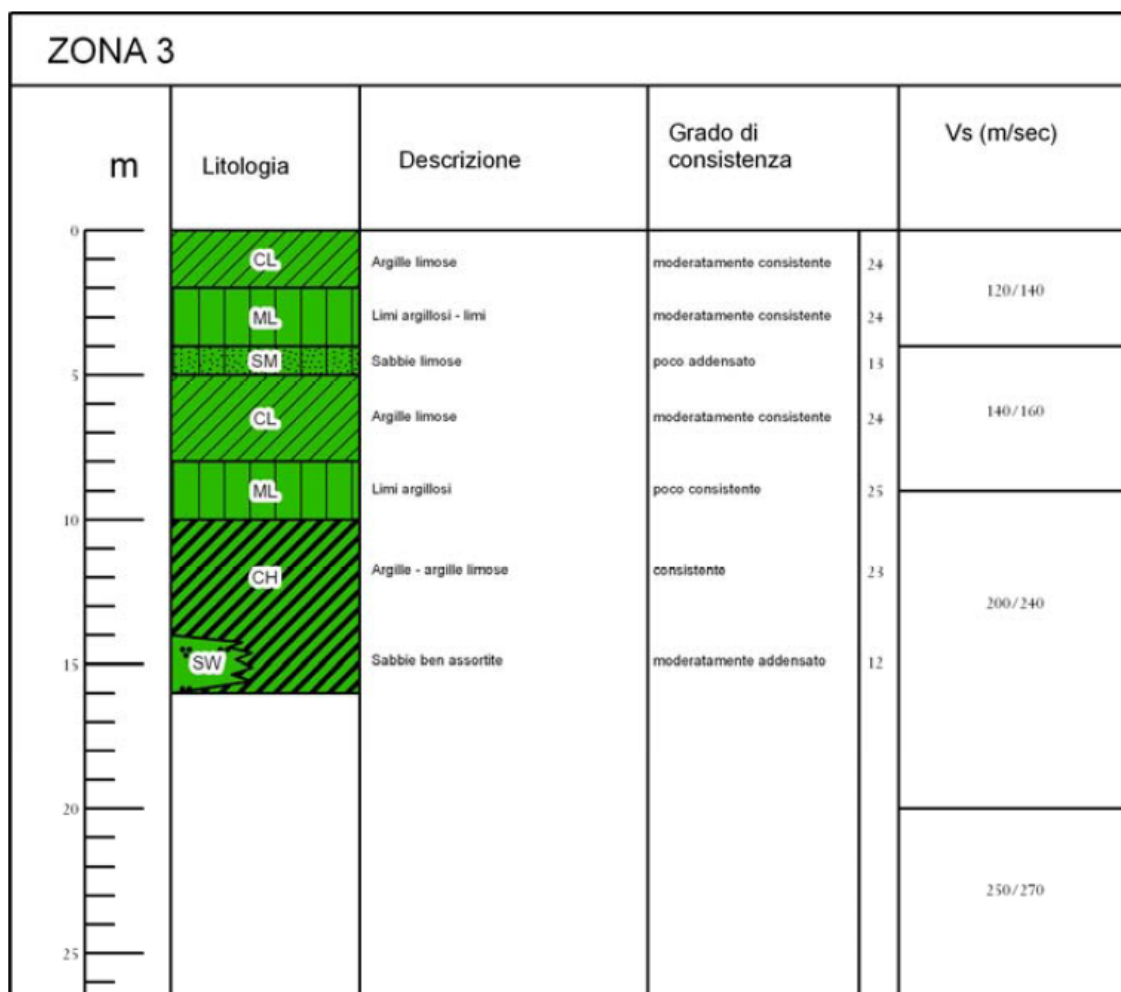
Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche;

Approfondimenti di II° livello.



ZONA 1 (2001) – Aree stabili, depositi di piana alluvionale argilloso limosi – limoso argillosi, di media –alta plasticità, moderatamente consistenti (CL/ML – 24) con intercalate lenti sabbioso limose poco addensate

(SM-13) con spessori inferiori a 1 m, $V_s < 170$ m/sec nei primi 11 m del sottosuolo; seguono argille - argille limose di medio - alta plasticità, da moderatamente consistenti a consistenti (CH/CL-24/23) con lenti di sabbie poco assortite, moderatamente addensate (SP-12) con $V_s = 170/230$ m/sec sino a -15 m pc; a profondità sottostanti -15/-20 m pc sabbie pulite da poco a ben assortite moderatamente addensate – addensate (SP/SW – 12/11) alternate ad orizzonti argillosi di alta plasticità, consistenti (CH-23) $V_s = 230/300$ m/sec. Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche;



ZONA 3 (2003) – Aree stabili, depositi di piana alluvionale, prevalentemente argilloso limosi e secondariamente limoso argillosi moderatamente consistenti (CL/ML -24) con intercalati strati/lenti sabbioso limose poco addensate (SM-13) con spessori inferiori a 1 m, $V_s < 160$ m/sec sino a -8 m pc; seguono da -8 a -15/-16 m pc argille – argille limose di alta plasticità consistenti (CH-23) e limi argillosi poco consistenti (ML-25) con intercalate a -14/-16 m pc lenti sabbiose medio fini ben assortite moderatamente addensate (SW-12), $V_s = 200/250$ m/sec; a quote sottostanti -15/-16 m pc sabbie da poco a ben assortite addensate (SP/SW -12) ed unità argillose di alta plasticità consistenti (CH-23) con $V_s = 240/270$ m/sec. Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche;

8.2 AZIONI SISMICHE DI PROGETTO

La valutazione delle azioni sismiche di progetto verrà effettuata dal progettista secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018 (Nuove NTC), utilizzando come base di partenza i dati scaturiti dall'indagine geofisica illustrata nella presente relazione sismica.

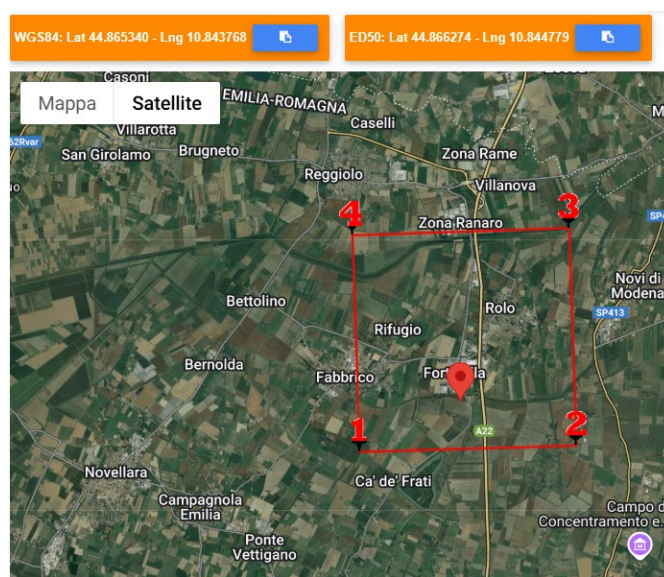
A tale riguardo, oltre a prevedere la valutazione dell'azione sismica attraverso gli spettri di progetto elastici del terreno (§3.2.3.2 delle nuove NTC), la normativa prevede l'impiego di accelerogrammi per la verifica degli stati limite ultimo e di esercizio; resta tuttavia discrezione del progettista la metodologia da utilizzare in fase di verifica delle strutture.

Ovviamente gli spettri di risposta elastici (o gli accelerogrammi) che verranno ottenuti all'analisi delle azioni sismiche dovranno essere rappresentativi delle componenti (orizzontale e verticale) delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito individuata nell'area oggetto di indagine.

Nello specifico si forniscono al progettista tutti i dati ed i parametri di interesse prettamente geofisico al fine di valutare le azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalla normativa vigente.

*Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II) **C***

*Categoria Topografica (Tab. 3.2.IV) **T1***



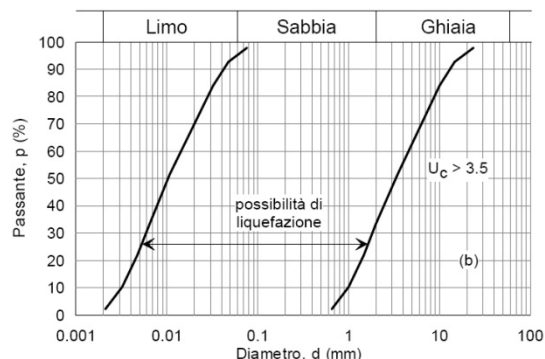
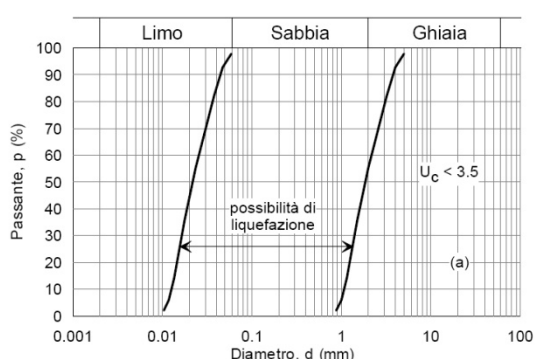
* coordinate geografiche per definire la pericolosità sismica di base in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g

Gli spettri di risposta elastici (o gli accelerogrammi) ottenuti saranno rappresentativi delle componenti (orizzontale e verticale) delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito (**categoria di suolo C – categoria topografica T1**) individuata nelle rispettive aree oggetto di indagine.

Il sito in oggetto deve essere stabile nei confronti della **liquefazione sismica**, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumuli di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate (§7.11.3.4 nuove NTC).

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- Accelerazioni massime attese al p.c. in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g.
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal p.c., per p.c. sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali.
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1n} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 Kpa e q_{c1n} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (CPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 Kpa.
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nelle figure seguenti, nel caso rispettivamente di terreni con coefficiente di uniformità U_c minore e maggiore di 3,5.



Quando nessuna delle condizioni sopra elencate risulti soddisfatta e il terreno comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sottofalda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.

Nel caso specifico, nessuna delle circostanze sopracitate risulta soddisfatta, per cui non si esclude la possibilità di fenomeni di liquefazione di orizzonti sabbiosi sotto falda.



9.0 CONCLUSIONI

Le previsioni edilizie in progetto, sono state valutate secondo il grado di approfondimento previsto dalla normativa vigente, e risultano eseguibili senza particolari limitazioni di fattibilità geologica.

I risultati dello studio geologico e geomorfologico eseguito sui terreni interessati dalle opere in progetto possono essere sintetizzati nei seguenti punti:

- dal punto di vista geomorfologico l'area progettuale ricade in aree pianeggianti in cui non sono state riscontrate evidenze geomorfologiche tali da condizionare negativamente le opere a farsi;
- La stabilità dell'area investigata ed il suo originario assetto idrogeologico, nonché il regime generale di deflusso delle acque superficiali e sotterranee non viene turbato dall'insediamento delle opere di cui al presente progetto;
- L'area è classificata dal punto di vista sismico come zona di 3;
- Le caratteristiche geomeccaniche dei terreni interessati dalle fondazioni sono idonee a sopportare i carichi in relazione alle opere in progetto;
- Dal punto di vista litologico le opere progettuali interessano più litotipi, la cui distribuzione è ampiamente chiara nei profili geolitologici delle indagini disponibili;
- La litologia e la stratigrafia dei terreni di fondazione fanno appartenere il suolo di fondazione alla categoria "C";
- La morfologia topografica fa ricadere il sito, pianeggiante e/o versanti con inclinazione media $i < 15^\circ$, nella classe T1.
- Dalla sovrapposizione del sito in questione con il P.A.I. (Piano per l'Assetto Idrogeologico) si può escludere con sicurezza qualsiasi fenomeno di dissesto legato a movimenti gravitativi;

Il Geologo

Dott. Daniele Pipicelli

