

COMUNE DI LUZZARA (RE)

LOCALITÀ CODISOTTO

PROPOSTA DI VARIANTE AL PIANO STRUTTURALE COMUNALE

ARTICOLO 14 BIS L.R. 20/2000-Misure urbanistiche per favorire lo sviluppo attività produttive.

Azienda richiedente SIL.FER. di Ferramola Giuseppe e c. s.n.c. via Canaroli, 15

RAPPORTO AMBIENTALE



Settembre 2016

Rapporto ambientale per la proposta di variante al PSC del Comune di Luzzara nella frazione di Codisotto sottoposta a valutazione ambientale strategica.

Contenuti, obiettivi principali della variante al piano

La proposta di variante urbanistica riguarda le proprietà di Sil.Fer. di Ferramola Giuseppe e c. s.n.c. e di Ferramola Paolo e Silvio presenti nel Comune di Luzzara, frazione di Codisotto via Canaroli contraddistinte in Catasto al fg.7 Mapp.344,345,348,349,350,351.

L'istanza, finalizzata all'ampliamento delle strutture produttive dell'azienda Sil.Fer, è presentata per trasformare l'attuale previsione di Piano da "AN.2.4 Ambiti per nuovi insediamenti" in APC2 "Attività produttive" con lo strumento dell'art. 14 Bis L.R.20/2000- "Misure urbanistiche per favorire lo sviluppo attività produttive", permettendo così la realizzazione dell'ampliamento di mq.1663 degli spazi produttivi, oltre alle quote di parcheggi e verde di cessione lungo via Canaroli.

La sistemazione proposta si prefigge, oltre all'ampliamento dell'azienda, l'eliminazione dell'eventuale traffico di attraversamento anche commerciale nell'area residenziale di futura realizzazione, il completamento morfologico dell'area produttiva confermando, nel contempo, il collegamento per la mobilità gentile previsto nel "POC , Progettazione Urbana allegato B." Sono previste zone di mitigazione fra la parte produttiva e residenziale così come indicato nelle tavole allegate.

L'assetto finale delle aree coinvolte in variante sarà caratterizzato da:

- Conferma dell'accesso all'area produttiva da via per Suzzara superando il passaggio a livello già esistente;
- Mantenimento del collegamento esistente fra l'area produttiva e le aree residenziali per il solo traffico leggero veicolare;
- Mantenimento della previsione dei due nuovi accessi (via S.Marco e via Nazionale) di collegamento agli edifici residenziali programmati con strada a fondo chiuso nel parcheggio di urbanizzazione;
- Continuità della pista ciclabile indicati nel documento "POC , Progettazione Urbana allegato B.";
- Riduzione delle superfici per la mobilità
- Mantenimento di aree per il verde di mitigazione fra l'area produttiva e l'espansione residenziale in quantità prossima a quanto programmato

Stato attuale dell'ambiente e sua evoluzione senza l'attuazione della variante al Piano proposto;

L'area oggetto di richiesta si inserisce in un ambito urbano fortemente antropizzato caratterizzato dall'alternarsi di edifici residenziali e produttivi.

L'edificato, un tempo di" tipo sparso" lungo gli assi stradali e la ferrovia, si è nel tempo sempre più esteso formando cortine edilizie residenziali/commerciali su via Nazionale, principalmente residenziali su via S. Marco e produttiva su via per Suzzara e via Canaroli.

Il principio compositivo urbano ha generato ampie aree che il pianificatore ha individuato come AN, ambiti per nuovi insediamenti: codeste aree sono ora prati stabili. Lo spazio urbano è caratterizzato, oltre che dalle cortine edilizie, dalla presenza dei manufatti della strada Cispadana e della linea ferroviaria Parma - Suzzara.

Sull'intera area è prevista una nuova espansione residenziale che include anche l'area per cui si chiede la trasformazione da residenziale a produttiva; così il naturale sviluppo dell'area senza la realizzazione dell'ampliamento produttivo sarà la sostituzione del prato in complessi di edilizia residenziale a bassa densità la cui distribuzione sarà pianificata negli elaborati tecnici di dettaglio.

Caratteristiche ambientali, culturali e paesaggistiche delle aree che potrebbero essere significativamente interessate;

Dai quadri conoscitivi allegati ai Piani PTCP e PSC vigenti, dall'esame dei luoghi si evince che l'area oggetto di variante e le sue prossime non presentano caratteristiche ambientali, culturali e paesaggistiche rilevanti.

Problemi ambientali esistenti

Dall'esame dei documenti appartenenti al Quadro conoscitivo PTCP 2010 e dalla verifica dello stato dei luoghi non sono emersi problemi ambientali. L'area e il suo intorno non sono zone di interesse archeologico e culturale, non appartengono ad aree storicamente inondate, a zone di interesse archeologico e ad aree di protezione speciale per la conservazione degli uccelli selvatici. Non appartengono altresì a quelli classificati come siti di importanza comunitaria per la protezione degli habitat naturali e della flora e della fauna selvatica e a territori con produzioni agricole di particolare qualità e tipicità. E' un luogo urbanizzato prossimo alla linea ferroviaria di possibile espansione

Obiettivi di protezione ambientale stabiliti a livello internazionale, comunitario o degli Stati membri, pertinenti al piano

Per l'assenza di luoghi significativi per l'ambiente e la cultura, nell'area non sono previsti obiettivi di protezione stabiliti a livello internazionale, comunitario che interessano l'area oggetto della variante al piano

Possibili impatti significativi sull'ambiente,

La variante richiesta si riferisce ad un modesto ampliamento di edificio produttivo in zona ampiamente occupata da edifici a medesima destinazione d'uso. La realizzazione di quanto proposto non avrà impatti significativi sull'ambiente sia a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, positivi e negativi. A dimostrazione di quanto sopra si riportano le seguenti note:

Traffico

Per il modesto ampliamento previsto dal progetto (1663 mq) e per le tecnologie impiegate nel ciclo produttivo dell'azienda, non si avranno significativi aumenti di personale (cinque operatori massimo) e di transiti di mezzi per forniture e spedizioni limitandole a 2/3 passaggi in più rispetto agli attuali. La convenzionata sistemazione di via Canaroli assicurerà le dotazioni di parcheggio necessarie per visitatori e fornitori esterni, mentre il personale impiegato utilizzerà per la sosta le aree all'interno del sedime dell'azienda. Con la proposta di rendere l'ultimo tratto della nuova strada di lottizzazione nell'area

residenziale AN.2.4.a. “strada senza uscita” con termine nel parcheggio di urbanizzazione, si eviterà l’eventuale traffico di attraversamento nell’area residenziale, migliorando la qualità ambientale e la sicurezza dell’utenza debole. Sarà comunque mantenuto il collegamento con via Nazionale con la viabilità ordinaria già presente. La proposta di variante mantiene la continuità in sede propria proposta in POC per la mobilità gentile. Alla luce di quanto sopra, l’impatto sul traffico generato dall’ampliamento dell’industria SIL.FER. su Codisotto è da ritenersi trascurabile.

Emissioni in atmosfera

Non si prevedono nuove emissioni in atmosfera oltre quelle relative alle macchine già presenti all’interno dell’attività produttiva e già autorizzate presso gli Organi Competenti. Gli spazi relativi alla superficie in ampliamento saranno occupati da macchine e postazioni di lavoro relative a cicli della produzione come la piegatura o la fresatura e che, comunque, non prevedono nuove emissioni in atmosfera. Le macchine a taglio numerico, le cui emissioni in atmosfera sono già autorizzate, resteranno tali e quali sia per numero che per posizione all’interno della parte esistente della sede dell’azienda.

Rumore

Le emissioni sonore prevedibili resteranno invariate a quanto già rilevato nell’analisi acustica ambientale redatta dal Dott. Riccardo Bosi di cui si riportano le conclusioni:

“Per lo stato di fatto, ai fini della valutazione dell’impatto acustico ante-operam per il rispetto dei limiti assoluti e differenziali d’immissione, sono stati considerati 3 ricettori acustici (R1, R2 e R3) maggiormente esposti alla rumorosità prodotta dall’azienda. Per la situazione post-operam ne è stato aggiunto un quarto (R4).

La verifica ante-operam e quella previsionale post-operam vedono entrambe rispettati tutti i requisiti di legge, sia per la rumorosità immessa, sia per quella emessa presso i confini aziendali e sia per quanto concerne il rumore differenziale... In conclusione, le verifiche eseguite consentono di giudicare le opere fattibili dal punto di vista acustico.”

Rischi geologico, idrogeologico e sismico

Le indagini, i rilievi e le prove “in situ” geologiche, geotecniche, e sismiche hanno permesso di conoscere la composizione e le qualità del suolo nonché evidenziati i potenziali rischi per la costruzione e l’ambiente circostante:

- L’area d’intervento è caratterizzata da un suolo composto da sedimenti a tessitura fine, di natura argillosa e argilloso limosa e moderatamente fine di natura limosa;
- La falda nei terreni superficiali è a -3,10 metri da p.c.;
- Dalla prova sismica effettuata si è stabilito che la successione lito-stratigrafica dei primi 30 metri sotto il piano di fondazione rientra nella Categoria C, definita come “Depositi di sabbie mediamente addensate e da argille di media rigidezza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/sec”. Le caratteristiche morfologiche - topografiche permettono di attribuire il sito in Categoria topografica T1. Dalle verifiche del potenziale alla liquefazione mediante procedure semplificate per prove penetrometriche CPTU, si è stimato che con i parametri della sismicità di riferimento, l’Indice del Potenziale di Liquefazione indica un “Rischio basso”.

I rischi naturali sono:

- cedimenti, in relazione all'entità del carico non ammissibile applicato;
- l'accumulo eccessivo delle acque meteoriche, che può portare ad un decadimento delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni, diminuendone la capacità portante ed aumentandone la compressibilità.

L'area di intervento non risulta essere depressa rispetto ai terreni circostanti o di forma chiusa, il che non rende difficoltoso il drenaggio superficiale; ad ogni modo, inseguito alla realizzazione dell'intervento edilizio, si deve garantire per questo l'allontanamento delle acque superficiali meteoriche.

g) misure previste per impedire, ridurre e compensare nel modo più completo possibile gli eventuali impatti negativi significativi sull'ambiente dell'attuazione del piano o del programma;

Energia elettrica

L'impatto sulla rete elettrica del progetto di ampliamento sarà risolto attraverso la richiesta all'Ente Gestore di una fornitura pari a circa 150 KW la quale sarà garantita a fronte dell'impegno, da parte del soggetto richiedente (SIL.FER), alla costruzione di un'adeguata cabina elettrica, già prevista nel progetto di ampliamento della sede dell'attività produttiva e posizionata su suolo privato. La stessa cabina non porterà alcun impatto sulla rete esistente ma, al contrario, una volta realizzata, potrà essere utilizzata anche al fine di soddisfare ulteriori esigenze future di fornitura elettriche di maggiore potenza.

Rete gas

L'impatto sulla rete del gas previsto in seguito all'ampliamento in progetto è da considerarsi di entità trascurabile. Attualmente l'attività produttiva è collegata ad una cabina del gas, posizionata su via San Marco, che è stata richiesta dalla stessa attività produttiva in anni relativamente recenti e che, comunque, è sovradimensionata rispetto alle reali esigenze di fornitura richieste. Il gas metano fornito dall'ente Gestore è utilizzato dall'attività ai soli fini del riscaldamento degli ambienti di lavoro e della produzione dell'acqua calda sanitaria e non rientra in nessun modo nelle necessità del ciclo produttivo né attuale né futuro. L'aumento di richiesta di gas conseguente all'ampliamento del volume da riscaldare è da considerarsi trascurabile anche grazie all'utilizzo di sistemi di contenimento dei consumi energetici (isolamento fabbricato, sistemi di riscaldamento a bassa temperatura, ecc) richiesti dalle vigenti normative in materia e previsti nel progetto di ampliamento.

Risorse idriche

Anche l'impatto previsto sulla rete idrica derivante dall'ampliamento è da considerarsi trascurabile in quanto l'acqua non rientra in nessuno dei cicli produttivi in essere o futuri dell'azienda e la maggiore richiesta di acqua alla rete pubblica sarà unicamente quella relativa alle esigenze idro-termo-sanitarie del capannone e dei relativi vani destinati a servizi igienici e spogliatoio.

Rete fognaria

Dalle indicazioni contenute nella relazione geologica e dal progetto di ampliamento è stato affrontato il tema della regimentazione delle acque e della conseguente autorizzazione allo scarico in fognatura delle acque meteoriche provenienti dai tetti e dai piazzali del capannone. Con l'Ente Gestore si è convenuto che le acque di prima pioggia, data la tipologia dell'attività produttiva da ampliare e lo specifico utilizzo che la stessa fa delle superfici scoperte permeabili recapitanti in fogna (piazzali circostanti il capannone), non è necessario prevedere la laminazione delle acque raccolte perché non contengono materiali e/o sostanze inquinanti. Il gestore della rete fognaria ha già autorizzato lo scarico secondo gli schemi allegati al progetto esecutivo dell'ampliamento.

Mitigazione

Il pianificatore indicò nello strumento progettuale di POC la presenza di un'area di mitigazione fra l'area produttiva e l'espansione residenziale, previsione che, seppur in parte modificata, viene mantenuta lungo il confine. In sostituzione dell'intersezione a rotatoria e nella parte Nord dell'area d'intervento è prevista un'area di "verde ecologico di mitigazione e fasce di ambientazione".

Sintesi delle ragioni della scelta delle alternative individuate e una descrizione di come è stata effettuata la valutazione

Per la modesta trasformazione d'uso richiesta non sono state valutate soluzioni alternative. La valutazione è stata effettuata integrando le conoscenze presenti nei quadri conoscitivi del PTCP2010 e del PSC del Comune di Luzzara con indagini geologiche, soniche e ambientali in loco.

Sintesi non tecnica delle informazioni di cui alle lettere precedenti.

Obiettivo della richiesta è la trasformazione di due lotti in via Canaroli a Codisotto di Luzzara da residenziali a produttivi permettendo così all'azienda Sil.fer di ampliarsi di 1663 mq. L'area è tangente all'attuale zona produttiva e la procedura seguita per la presentazione del progetto è quella stabilita per favorire lo sviluppo delle attività produttive.

Questa modifica completa la destinazione funzionale di via Canaroli e le modifiche alla viabilità prevista nel PSC non si avrà traffico pesante di attraversamento fra via per Suzzara e via Nazionale. La mitigazione fra l'area produttiva e quella residenziale sarà ricavata nello spazio non più occupato dall'intersezione a rotatoria, all'interno del lotto trasformato in prossimità del confine di proprietà e di zona, nonché in parte dell'area a nord dell'ampliamento.

L'area non appartiene a nessun programma di tutela comunitario, nazionale locale e la realizzazione dell'intervento non avrà impatti significativi nell'ambiente; in particolare sia le acque di superficie sia quelle nel sottosuolo saranno regimentate e immesse nella rete fognaria seguendo le indicazioni dettate dalle indagini geologiche, sismiche.

In queste risulta che la falda è a -3.00 m del piano di campagna mentre la categoria sismica del sottosuolo del sito è C con potenziale di liquefazione basso.

Il fabbisogno di energia sarà soddisfatto in parte dalle società di erogazione di servizi pubblici e in parte da energie rinnovabili

CONCLUSIONI

Premesso che i richiedenti possiedono le condizioni necessarie per il provvedimento di variante ai sensi dell'ex art. 14 bis della L.R. 20/2000:

- L'azienda SIL.FER. è un'attività industriale esistente prima del 22 luglio 2009;
- È un'attività insediata nel territorio urbanizzato (APC 2);
- La proposta è un intervento di ampliamento di fabbricati industriali dove si svolge l'attività di impresa.

Considerate le miglorie che la modificazione morfologica proposta avrà nella gestione della mobilità;

Considerata la riduzione del verde ecologico individuato "nell'allegato B al documento programmatico" compensato parzialmente da eventuali mitigazioni nell'area parcheggio, dal verde ecologico previsto in sostituzione dell'ampia superficie per la realizzazione di una rotatoria, dalla barriera posta in confine fra l'area produttiva e la zona di espansione residenziale e il verde ecologico nella parte nord dell'intervento;

Verificati i modesti impatti nell'ambiente prossimo all'area progetto in cui l'ampliamento si edificherà;

Si ritiene che l'ampliamento dell'area produttiva APC 2 in sostituzione della prevista area per nuovi insediamenti AN.2.4.a. non inciderà negativamente nel territorio di Codisotto.

OGGETTO: Integrazione alla Relazione sulla pericolosità sismica relativa all'ampliamento di insediamento produttivo in Via Canaroli n. 25 nel comune di Luzzara (RE) su terreni di proprietà di SILFER di Ferramola Giuseppe & C. S.n.c., secondo i dettami della D.G.R. 2193/2015 "AGGIORNAMENTO DELL'ATTO DI COORDINAMENTO TECNICO DENOMINATO "INDIRIZZI PER GLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA IN EMILIA-ROMAGNA PER LA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E URBANISTICA", DI CUI ALLA DELIBERAZIONE DELL'ASSEMBLEA LEGISLATIVA 2 MAGGIO 2007, N. 112.

La presente relazione viene svolta come integrazione della Relazione sulla pericolosità sismica redatta il 13 Ottobre 2015 inerente l'area in Via Canaroli n. 25 nel comune di Luzzara (RE) sulla quale è prevista la realizzazione di nuovo fabbricato produttivo, adeguando le considerazioni, le verifiche e le analisi ai dettami della D.G.R. 2193 del 21 Dicembre 2015, che modifica ed indica le metodologie per l'analisi della micro zonazione sismica.

Nel presente documento vengono riportate le analisi aggiornate alla normativa vigente.

Dr. Geologo Leonardo Calzolari

Ordine dei Geologi della Lombardia

n. 1167 Sez. A



Via Carpi 21 - 42018 San Martino in Rio (RE)

tel. 333.4273452

e.mail geostudiocalzolari@gmail.com

Dott. Geologo Leonardo Calzolari

Iscritto all'Ordine dei Geologi della Lombardia - n. 1165 - Sez. A

Nella presente relazione di integrazione vengono prese in considerazione i metodi analitici e le formulazioni contenuti nella DGR 2193/2015, per un'analisi di II Livello del comparto urbanistico.

Le verifiche vengono condotte secondo l'analisi semplificata che è richiesta e ritenuta sufficiente per la stima dell'amplificazione, negli ambiti suscettibili di urbanizzazione e per gli interventi sul territorio urbanizzato, nelle aree pianeggianti e sub-pianeggianti.

Per la definizione dell'amplificazione mediante l'analisi semplificata si utilizzeranno gli abachi, le formule e le procedure indicate nell'Allegato A2 della DGR 2193/2015.

La stima dell'amplificazione tramite la procedura semplificata è possibile in quanto l'assetto geologico del comparto è assimilabile ad un modello fisico monodimensionale.

L'amplificazione sismica è quantificata in termini di parametri FAPGA, $FA_{0,1-0,5s}$, $FA_{0,5-1s}$, $FA_{0,5-1,5s}$ che esprimono l'amplificazione per motivi stratigrafici, eventualmente incrementati con il fattore di amplificazione per cause topografiche ST. Tali coefficienti di amplificazione vengono stimati impiegando le tabelle e le formule dell'Allegato A2 (punti A2.1 e A2.2) che permettono di calcolare i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento. Questi fattori sono espressi sia in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale ($FAPGA=PGA/PGA_0$) sia di rapporto di Intensità di Housner (SI/SI_0) per prefissati intervalli di periodi ($FA_{0,1-0,5s}$, $FA_{0,5-1s}$, $FA_{0,5-1,5s}$), dove PGA_0 e SI_0 sono rispettivamente l'accelerazione massima orizzontale e l'Intensità di Housner al suolo di riferimento ricavabili dal data base regionale e PGA e SI sono le corrispondenti grandezze di accelerazione massima orizzontale e Intensità di Housner calcolate alla superficie dei siti esaminati.

Per l'utilizzo degli abachi e delle tabelle è necessario determinare la stratigrafia del sottosuolo, in particolare lo spessore H della copertura, o profondità del substrato rigido, e il valore di V_s nell'intervallo di spessore H .

Per la definizione dei valori di V_{sH} o V_{s30} è stata realizzata una prova sismica HVSR, con la quale si è ricostruita la stratigrafia fino alla profondità del substrato rigido.

E' richiesta anche la valutazione degli effetti topografici, secondo quanto indicato nell'Allegato A2, punto A2.2.

Per calcolare i Fattori di Amplificazione (FA) richiesti nell'analisi semplificata è stata realizzata una specifica indagine geofisiche che ha permesso la definizione dello spessore del deposito di copertura o profondità del substrato rigido (H) e della velocità equivalente delle onde di taglio per lo spessore considerato (V_{sH} e V_{s30}) del deposito di copertura secondo le formule di seguito riportate:

$$V_{sH} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N h_i / V_{s_i}}$$

dove:

N è il numero di strati del profilo sismico corrispondenti alla copertura,

H è lo spessore totale (in m) dei terreni di copertura o profondità del tetto del substrato rigido,

h_i = spessore (in m) dello strato i-esimo (fino al substrato rigido),

V_{s_i} = velocità (in m/s) dello strato i-esimo (fino al substrato rigido);

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^M h_i / V_{s_i}}$$

dove:

M è il numero di strati del profilo sismico fino alla profondità di 30 m,

h_i = spessore (in m) dello strato i-esimo (fino alla profondità di 30 m),

V_{s_i} = velocità (in m/s) dello strato i-esimo (fino alla profondità di 30 m).

I F.A. rappresentano il rapporto fra lo scuotimento sismico, espresso con i parametri sotto indicati, valutato per la condizione geo-litologica specifica e il corrispondente scuotimento relativo alla categoria di sottosuolo A. Quest'ultimo è definito nella tabella 3.2.II delle Norme Tecniche per le Costruzioni, NTC (2008), come segue:

Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

I F.A. sono relativi a due parametri rappresentativi dello scuotimento sismico.

Il primo è l'accelerazione di picco orizzontale (PGA), il secondo è l'intensità spettrale SI:

$$SI = \int_{T_1}^{T_2} PSV(T_0, \xi) dT_0$$

dove PSV è il pseudospettro di risposta in velocità, T₀ è il periodo proprio e ξ è lo smorzamento.

È stato considerato uno smorzamento ξ = 5 % e tre intervalli di periodo proprio T₀ ottenendo tre valori di intensità spettrale:

$$SI_1 : 0.1s \leq T_0 \leq 0.5s$$

$$SI_2 : 0.5s \leq T_0 \leq 1.0s$$

$$SI_3 : 0.5s \leq T_0 \leq 1.5s$$

MODELLO SISMICO LOCALE

Dalla prova sismica eseguita è possibile ricavare alcuni parametri sismici caratteristici del sito. L'interpretazione dei dati misurati consente di correlare sia il valore di picco dello spettro di risposta H/V con la profondità del substrato litoide, inteso come bedrock sismico, sia di individuare una corrispondenza tra i valori di frequenza relativi alle discontinuità sismiche e i cambi litologici presenti nell'immediato sottosuolo.

Interpretando i minimi della componente verticale come risonanza del moto fondamentale dell'onda di Rayleigh e i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH, si possono ricavare il valore della frequenza caratteristica del sito. Sapendo che ad ogni picco di frequenza corrisponde una profondità (metri) dell'orizzonte che genera il contrasto di impedenza si può estrapolare una stratigrafia geofisica del sottosuolo.

La **frequenza caratteristica di risonanza del sito** risulta generata da discontinuità sismiche localizzate alle medio - basse frequenze, attorno ad **0,90 ÷ 1,00 Hz**, che corrisponde ad un periodo proprio **$T_0 = 1,05$ sec**; per frequenze maggiori (minori profondità) lo spettro sismico acquisito non mostra altre discontinuità evidenti, a testimonianza di una bassa differenza di impedenza tra i vari sedimenti per profondità inferiori.

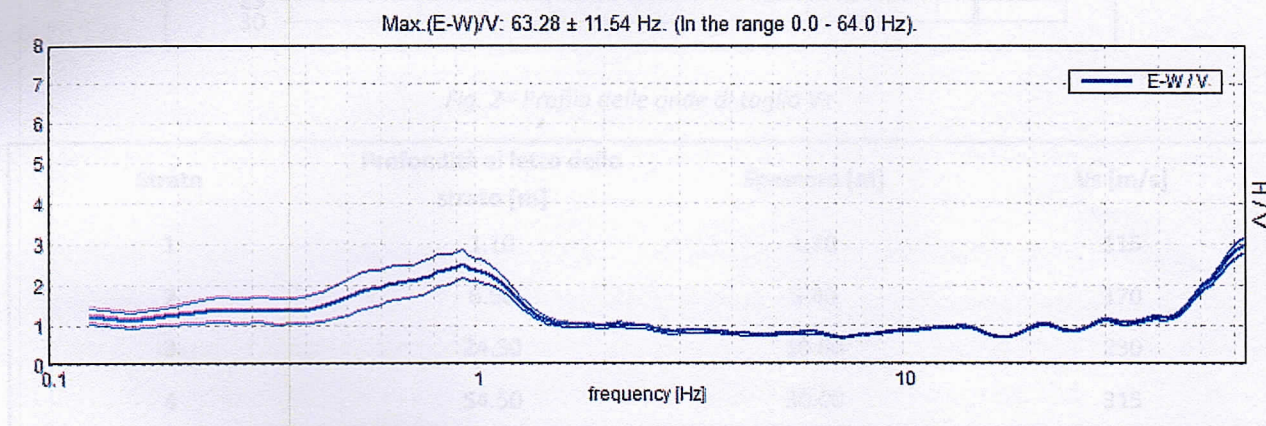


Fig. 1– Diagramma del Rapporto degli Spettri orizzontale (H) su verticale (V)

Dalla ricostruzione sismo-stratigrafica è stato possibile individuare il valore dello spessore della copertura prima del bedrock sismico che è di circa 320 m.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (come previsto da art. 3.2 del DM 14.01.08) sono stati esaminati i dati ottenuti dalle prospezioni sismiche di superficie, da cui si è potuto ricostruire il profilo delle onde di taglio Vs. In particolare si è proceduto con la definizione del profilo delle Vs ottenute dalla prova sismica attiva tipo down-hole, mediante il quale si è potuto tarare il modello geofisico più profondo ottenibile dalla prova sismica passiva HVSr. Si è potuto così ricostruire il profilo delle onde di taglio Vs riportato in Fig. 2.

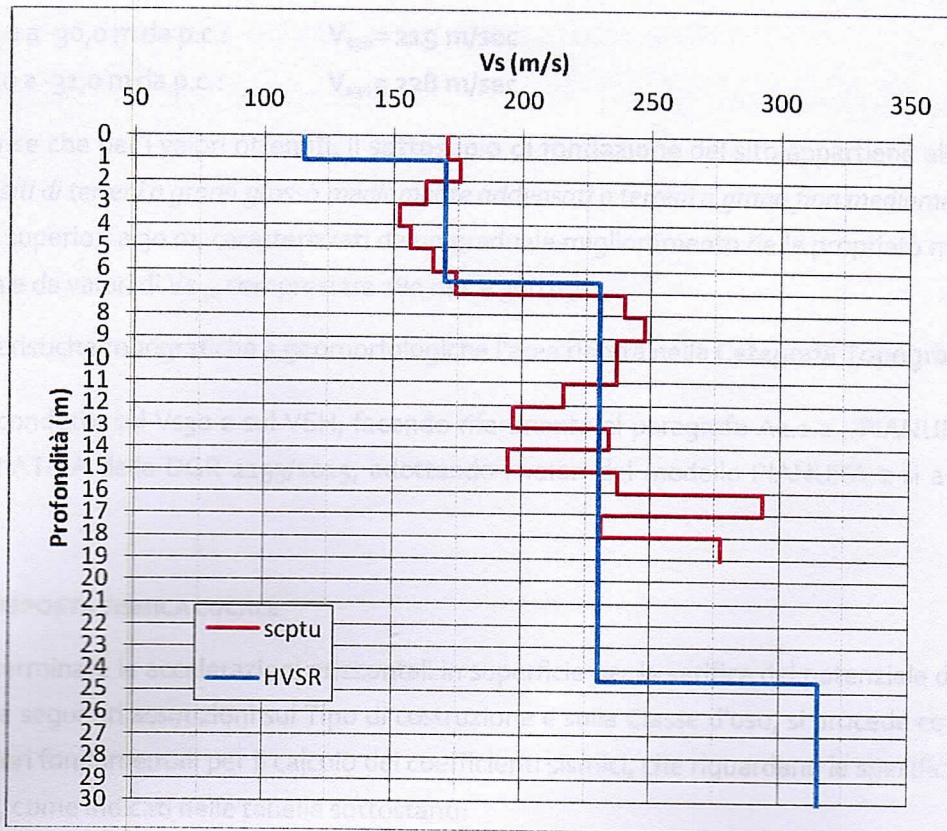


Fig. 2- Profilo delle onde di taglio Vs

Strato	Profondità al letto dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
1	1.10	1.10	115
2	6.50	5.40	170
3	24.50	18.00	230
4	54.50	30.00	315

Sulla base del profilo sismostratigrafico si può ricavare la classificazione della categoria del sottosuolo di fondazione, come da All. 2 (cfr. Ord. Pres. Consiglio dei Ministri 3274 del 20-3-2003 e art. 3.2.2 DM 14.01.08), in relazione velocità media di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di sottosuolo, $V_{S_{30}}$, dall'espressione:

$$V_{S_{30}} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S_i}}}$$

Per la definizione della Regione Sismica Locale è stata eseguita una verifica mediante il programma di dove : h_i = spessore dello strato i-esimo; V_{S_i} = velocità onde S nello stato i-esimo; N = numero strati considerati.

In base ai dati sopra esposti ed a quanto previsto da art. 3.2.2 NTC08, "Per le fondazioni superficiali tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse,..", quindi considerando alcune possibilità del piano di posa fondale, si ha:

- da 0,0 a -30,0 m da p.c.: $V_{s30} = 219 \text{ m/sec}$
- da 1,0 a -31,0 m da p.c.: $V_{s30} = 228 \text{ m/sec}$

Da cui si evince che per i valori ottenuti, il **sottosuolo di fondazione** del sito appartiene alla **categoria di tipo C** (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s*).

Per le caratteristiche topografiche e geomorfologiche l'area rientra nella **Categoria Topografica T1**.

Dalle stime condotte sul V_{s30} e sul VSH, facendo riferimento al paragrafo A2.1.2 - PIANURA PADANA E COSTA ADRIATICA della DGR 2193/2015, adottando i valori del modello PIANURA 2 si assume un F.A. $PGA = 1.7$.

SPETTRO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

Al fine di determinare le accelerazioni orizzontali in superficie per la verifica del potenziale di liquefazione, si adottano le seguenti assunzioni sul Tipo di costruzione e sulla Classe d'uso, si procede con l'indicazione di questi fattori fondamentali per il calcolo dei coefficienti sismici, che riguardano le specificità delle opere da realizzare, come indicati nelle tabelle sottostanti:

Tipo di costruzione	Classe d'Uso	Vita Nominale (V_N)	Coefficiente d'Uso (c_u)	Vita di Riferimento $V_R = V_N * c_u$
2	II	50	1.0	50

In funzione della struttura, vengono considerati i dati relativi alle caratteristiche della costruzione, ed utilizzando il foglio di calcolo "SPETTRI-NTC" ver. 1.0.3, si ottengono i valori dei parametri a_g , F_0 e T_c^* , per i periodi di ritorno T_r associati allo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) e allo Stato Limite di Danno (SLD), in considerazione di una categoria di sottosuolo C e di una categoria Topografica T1:

Stato Limite	SLD	SLV
Tr (anni)	50	475
Ag (g)	0.040	0.093
F₀	2.599	2.528
Tc* (sec)	0.262	0.314
S	1.500	1.500
a_{gmax} (m/sec²)	0.06	0.14

Per la definizione della Risposta Sismica Locale è stata eseguita una verifica mediante il programma di calcolo fornito dal CC.SS.LL., SPETTRI-NTC, si ha che per lo stato Limite di salvaguardia della Vita l'accelerazione massima attesa in superficie è di $a_{gmax} = 0,14g$, per un Fattore di Amplificazione al sito di F.A. (PGA/PGA_0) = 1,5.

Sulla base del valore di F.A. $PGA = 1.7$ si valuta, per il sito in esame, una accelerazione massima attesa in superficie, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, pari ad $a_{gmax} = 0,16g$ per lo SLV.

VERIFICA DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE CON METODO SEMPLIFICATO

Per quanto indicato nel D.M. 14.01.2008 e nella O.P.C.M. 3519/06, nonché nell'Ordinanza 70/2012, è necessario effettuare la verifica della suscettibilità alla liquefazione, qualora non sussistano le condizioni indicate al paragrafo 7.11.3.4.2. "Esclusione dalla verifica a liquefazione" delle NTC 2008. Siccome non sussiste nessuna delle condizioni escludenti si è proceduto alla verifica del potenziale di liquefazione con metodologia semplificata.

Per sviluppare la verifica del Potenziale di Liquefazione si considera l'accelerazione sismica massima attesa al sito, come definite al punto precedente.

Detto ciò, si è proceduto sviluppando il procedimento per la determinazione dello sforzo di deformazione indotto dal sisma CSR (Cyclic Stress Ratio) sulla relazione di *Seed & Idriss (1971)*, mentre per la determinazione della capacità di resistenza del terreno alla liquefazione CRR (Cyclic Resistance Ratio), riferita ad un sisma di magnitudo $M_w = 7.5$, si fa riferimento alla procedura di *Idriss & Boulanger (20014)*, come indicata nella D.G.R. 2193/2015, sia per quanto riguarda i valori del fattore di scala MSF che del fattore di riduzione r_d .

Alla procedura di *Idriss & Boulanger (2015)*, sono state applicate le indicazioni di *Ahmadi & Robertson (2005)*, per i quali i dati ottenuti dalle CPTU nelle fasce di transizione tra due tipi di suoli differenti (e.i.: argille – sabbie) con differenze significative di rigidità, dovrebbero essere non considerati, perchè danno risultati eccessivamente conservativi (Seismic (Cyclic) Liquefaction, Robertson, Mantova 2015 - Atti del Convegno).

La verifica a liquefazione è condotta in condizioni di free-field, cioè di piano campagna orizzontale ed in assenza di sforzi di taglio antecedenti il sisma.

I metodi di verifica semplificata permettono di esprimere la suscettibilità alla liquefazione degli intervalli litologici riscontrati attraverso il confronto tra le caratteristiche granulometriche e di addensamento dei materiali, espresse dai valori della resistenza penetrometrica q_c normalizzati, con lo sforzo tagliante indotto dal sisma (CRR e CSR); i valori vengono ottenuti mediante le seguenti relazioni:

$$CSR = 0.65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \left(\frac{\sigma_{v0}}{\sigma_{v0}} \right) \cdot r_d = \text{Rapporto di Tensione Ciclica (Cyclic Stress Ratio)} \quad \text{Seed \& Idriss (1971)}$$

Relazione per CRR utilizzata nel metodo *Idriss & Boulanger (2015)*

$$CRR = \exp \left[\frac{q_{clNcs}}{113} + \left(\frac{q_{clNcs}}{1000} \right)^2 - \left(\frac{q_{clNcs}}{140} \right)^3 + \left(\frac{q_{clNcs}}{137} \right)^4 - 2.80 \right]$$

il terreno è non liquefacibile (NL) per $FC > 35\%$ e $q_{clN} > 95$

il terreno è non liquefacibile (NL) per $FC < 5\%$ e $q_{clN} > 160$

dove: Q_{tn} = resistenza penetrometrica normalizzata secondo il metodo iterativo (*Robertson, 2009*)

$(q_{clN})_{CS} = K_c \cdot q_{clN}$, dove K_c è fattore di correzione del contenuto di fine, la cui stima è dipendente dal valore dell'indice I_c

a_{max} = accelerazione sismica di picco al piano campagna

g = accelerazione di gravità

σ_{vo} = pressione litostatica totale

σ'_{vo} = pressione litostatica efficace

r_d = fattore di riduzione della rigidezza con la profondità.

Il valore di $CSR_{7,5}$ così ottenuto si riferisce ad eventi sismici di magnitudo M pari a 7,5; diversi studio hanno portato ad un fattore di scala per la magnitudo sismica, denominato MSF, calcolato secondo la seguente relazione:

$$MSF = 1 + (MSF_{max} - 1) \left[8.64 \exp\left(\frac{-M}{4}\right) - 1.325 \right]$$

$$MSF_{max} = 1.09 + \left(\frac{q_{cINTE}}{180}\right)^3 \leq 2.2$$

Il potenziale di liquefazione si ottiene eseguendo il calcolo del fattore di sicurezza. Pertanto si è potuto verificare il fattore di sicurezza del potenziale alla liquefazione con la relazione:

$$FS_L = \frac{CRR_{7,5}}{CSR} * MSF * K_\sigma$$

Con riferimento a quanto riportato nella Relazione sulla pericolosità sismica ed alle indicazioni riportate nel Volume 1 della Microzonazione Sismica, per verificare se i livelli sabbiosi, o granulari che siano, riscontrati nella colonna stratigrafica abbiano siano potenzialmente a rischio relativamente al fenomeno della "liquefazione" o "mobilità ciclica", si ritiene di dover assumere la magnitudo di riferimento della zona sismogenetica ZSg12, cioè la magnitudo di $M_w = 6,14$, mentre per il valore dell'accelerazione di superficie a_{max} si assume il valore di $a_{max} = 0,16g$.

I risultati delle verifiche sono mostrati nelle figure seguenti, dove è riportato l'andamento del fattore di sicurezza nei confronti della liquefazione dei terreni simil-sabbiosi e simil-argillosi saturi riferiti alla magnitudo di riferimento, e l'Indice del Potenziale di Liquefazione.

La Circolare n. 617/2009 indica che la sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista; a differenza della precedente O.P.C.M. n.3274/2003, in cui veniva espressamente indicato un fattore di sicurezza pari a 1.25 per i fenomeni di liquefazione, la normativa vigente non obbliga all'assunzione di un determinato coefficiente di sicurezza. Nelle valutazioni qui condotte, si è scelto un valore limite del fattore di sicurezza pari ad 1, che costituisce la soglia al di sotto del quale il fenomeno accade, senza applicare ulteriori margini di sicurezza.

Dallo sviluppo delle verifiche si è ottenuto che per le condizioni di pericolosità sismica assunte, i livelli sabbiosi presenti tra -4,5 ÷ -10,0 metri ed a -11,0, a -13,0, a -14,0, a -16,0 metri mostrano il fattore di sicurezza FS_L inferiore ad 1, ad indicare la tendenza alla liquefazione, intesa come mobilità ciclica.

Al fine di verificare la potenzialità alla liquefazione per il sito si fa riferimento al metodo di Iwasaki et al. (1982), sulla base dell'indice del potenziale di liquefazione (LPI) definito dalla seguente relazione:

$$I_L = \int_0^{20} F(z)w(z)dz$$

in cui: z profondità dal piano campagna in metri

$$w(z) = 200/z_{crit} * (1 - z/z_{crit})$$

La variabile F(z) è definita nel modo seguente:

$F(z) = 0$	per	$FSL \geq 1.2$
$F(z) = 2 * 10^6 * \exp(-18.427 * F_L)$	per	$0.95 < FSL < 1.2$
$F(z) = 1 - FSL$	per	$FSL < 0.95$

Le classi del Potenziale di Liquefazione sono assunte secondo la definizione di Sonmez (2003):

$LPI = 0$	Non Liquefacibile
$0 < LPI < 2$	Basso
$2 < LPI < 5$	Moderato
$5 < LPI < 15$	Alto
$15 < LPI$	Molto Alto

Pertanto, riassumendo le varie condizioni al contorno adottate, si è ottenuto:

Magnitudo = 6,14, Accelerazione in superficie $a_{gmax} = 0,16g$, MSF = 1,67 (NCEER), livello di falda : -2,00 metri, si ottengono i seguenti Indici del Potenziale di Liquefazione $LPI = 1,16$ "Potenziale di liquefazione basso".

Dalla verifica condotta si può indicare che per l'accelerazione attesa in superficie, il sito presenta alcuni livelli a tessitura limoso sabbiosa che hanno predisposizione alla liquefazione ciclica; lo spessore e la profondità dei livelli liquefacibili rispetto alla base delle fondazioni ed un indice LPI basso, fa ritenere che il rischio per il sito sia basso; pertanto la definizione dell'azione sismica viene eseguita tramite l'approccio semplificato descritto al punto 3.2.2. delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

La categoria sismica del sottosuolo di fondazione del sito è C.

Dr. Geologo Leonardo Calzolari

Geologo Specialista

Ordine dei Geologi della Lombardia

n. 1165 Sez. A

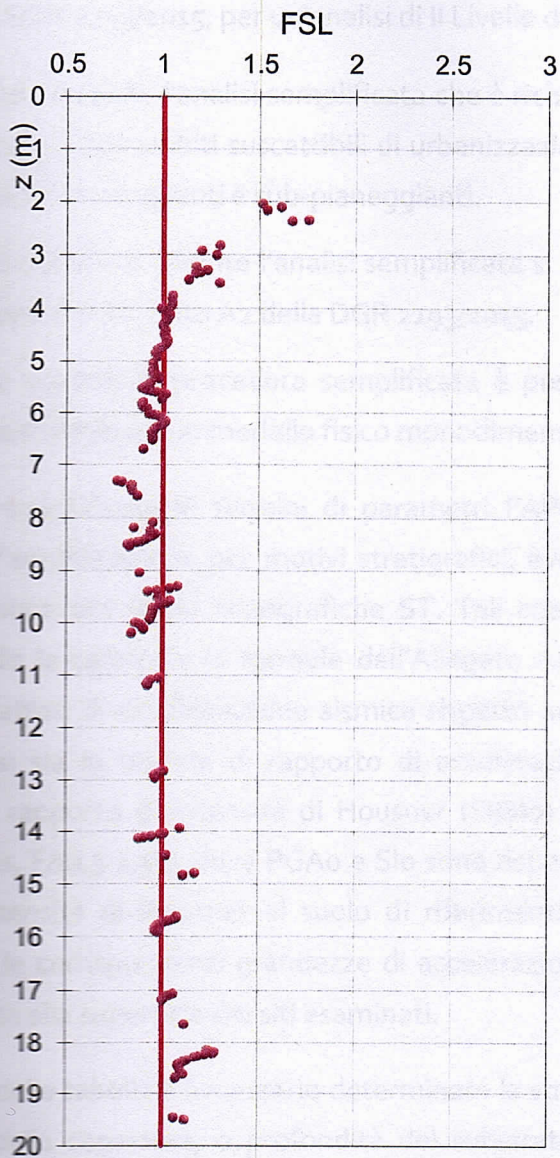


Fig. 3 – Fattore di Sicurezza

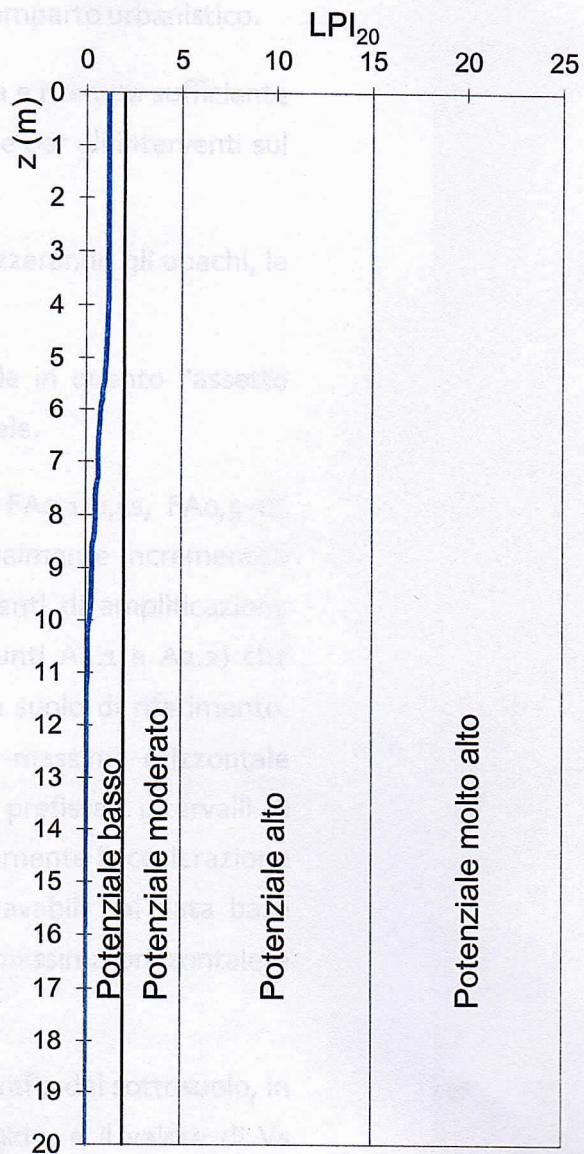


Fig. 4 – Indice del Potenziale di Liquefazione

