

COMUNE DI CASTELFRANCO DI SOTTO - (Pisa)

PROPOSTA PER UN PIANO DI RECUPERO
DELL'AREA "EX LORBAC"

Via Solferino - Angolo Viale Europa

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'

(D.P.G.R. 25 Ottobre 2011 n. 53/R - L.R. 41/2018)

COMMITTENTE:	UNICOOP FIRENZE SC
GEOLOGO:	DR. GEOL. ERALDO SANTARNECCHI
COLLABORATRICE:	DOTT.SSA GEOL. CINZIA LOCCI
DATA:	MARZO 2019

IL GEOLOGO

Dr. Geol. Eraldo Santarnecki

*Iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione
Toscana con numero di riferimento 240*

Dr. ERALDO SANTARNECCHI - Geologo
Via della Costituente, 17 - 56024 PONTE A EGOLA (PI)
Tel: 0571/485277 Fax: 0571/1831592 e-mail: info@studiolithos.net
pec: e.santarnecki@pec.geologitoscana.net

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	2
2	INQUADRAMENTO	3
2.1	Ubicazione ed inquadramento geologico-geomorfologico	3
3	CLASSIFICAZIONE DELL'AREA IN TERMINI DI PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ (SECONDO I CRITERI DETTATI DAL D.P.G.R. 25 OTTOBRE 2011, N. 53/R).....	4
3.1	Carta della Pericolosità Geomorfologica	4
3.2	Carta della Pericolosità Idraulica	4
3.3	Carta delle aree con problematiche idrogeologiche	5
3.4	Carta delle aree a Pericolosità Sismica Locale	5
3.5	Carta della Fattibilità	5
4	RISCHIO SISMICO	10
4.1	Categorie del suolo di fondazione	11
4.1.1-	Metodologia sismica Down - Hole	13
4.1.2-	Indagine eseguita, acquisizione ed elaborazione dati.....	16
4.1.3-	Risultati	18
5	STRATIGRAFIA E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO	21
6	PRESCRIZIONI RELATIVE AGLI INTERVENTI IN PROGETTO	23
7	CONCLUSIONI.....	24

1 PREMESSA

Nella presente relazione di Fattibilità si riferisce di uno studio geologico – tecnico di supporto alla proposta per un Piano di Recupero dell’area “Ex Lorbac” in Via Solferino Angolo Viale Europa nel Comune di Castelfranco di Sotto (PI) (vedi corografia di figura 1 allegata).

Come meglio osservabile negli elaborati di Progetto, il progetto prevede il recupero dell’ex calzaturificio Lorbac non più operativo per la realizzazione di un nuovo polo attrattivo a destinazione commerciale, con riduzione dei parametri edilizi, e nuovi parcheggi privati ad Est del Lotto, nonché un parcheggio pubblico lungo Via Solferino (vedi planimetria di figura 11 allegata).

Dopo un inquadramento di carattere geomorfologico ed idraulico dell’area d’intervento e di un suo congruo intorno, viene illustrata la ricostruzione geostratigrafica resa possibile attraverso una campagna geognostica eseguita in sito e consistita nella realizzazione di un sondaggio geognostico spinto ad una profondità dal p.c. di – 32 m (vedi log stratigrafico di figura 10) realizzato a carotaggio continuo sino a -10.0 m di profondità, ed a distruzione tra -10.0 m e - 32.0 m; durante tale sondaggio è stato prelevato n. 1 campione indisturbato di terreno sottoposto ad analisi geotecniche di laboratorio ancora in corso di esecuzione, ed eseguita una prova dinamica in foro SPT alla profondità di -5.0 m dal p.c. (vedi allegato 1).

Il foro è stato successivamente attrezzato per l’esecuzione di un’indagine sismica in foro Down-Hole.

Al fine di individuare la categoria sismica di suolo e quindi la velocità media delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità è stata realizzata un’ indagine sismica all’interno del foro del sondaggio S1 effettuato (indagine sismica Down – hole).

L’ubicazione delle indagini geognostiche eseguite viene riportata nella planimetria generale di figura 11 allegata.

Infine, si riporta l'inquadramento dell'area di intervento in termini di Pericolosità e Fattibilità secondo quanto dettato dall'art. 62 della L.R. 3 Gennaio 2005, n. 1 e del D.P.G.R. 25 Ottobre 2011 n. 53/R (Regolamento di attuazione dell'art. 62 della Legge Regionale 3 Gennaio 2005, n.1 in materia di indagini geologiche), e indicate le prescrizioni relative alle modalità di intervento da adottare per la realizzazione degli interventi previsti dal Piano di Recupero.

2 INQUADRAMENTO

2.1 Ubicazione ed inquadramento geologico-geomorfologico

L'area si colloca in prossimità del centro storico di Castelfranco ad una quota media di +16.15 m come emerso dal rilievo strumentale topografico di dettaglio eseguito dal Progettista (vedi corografia di figura 1 allegata).

Per quanto riguarda la stabilità, trattandosi di un'area pianeggiante, nell'immediato intorno della zona in esame non si rilevano situazioni di particolare pericolosità che possano influenzare, o essere influenzate, dall'intervento in progetto.

Sulla zona affiorano depositi alluvionali recenti di età olocenica prevalentemente coesivi argilloso-limosi (vedi carta geologica di figura 2 allegata), appartenenti all'Unità litologico-tecnica "F" di limi e argille moderatamente consistenti.

Le indagini condotte in sito hanno permesso di riconoscere la presenza, dopo un primo spessore di terreno rimaneggiato, di un livello prevalentemente coesivo limoso-sabbioso, seguito da sabbie fini poco addensate.

Per quanto riguarda l'idrogeologia, in corrispondenza dei livelli limoso-sabbiosi meno compatti che si possono trovare intercalati ai terreni di natura prevalentemente coesiva, si può originare un livello di falda superficiale impostato a circa -2.5 m/3.0 m dal p.c.; durante la realizzazione del sondaggio geognostico (Febbraio 2019) NON è stata, comunque, rilevata presenza di acqua almeno sino alla profondità di -10.0 m indagata.

3 CLASSIFICAZIONE DELL'AREA IN TERMINI DI PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ (SECONDO I CRITERI DETTATI DAL D.P.G.R. 25 OTTOBRE 2011, N. 53/R).

Secondo gli elaborati di supporto alla Variante Generale al R.U. Comunale redatta ai sensi del DPGR 53/R-2011, l' area in esame risulta così classificata in termini di Pericolosità:

3.1 Carta della Pericolosità Geomorfologica

L'area in esame ricade nella Classe di Pericolosità Geomorfologica media – G.2 (vedi figura 3 allegata) , comprendente le aree con elementi geomorfologici, litologici e giacitureali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

3.2 Carta della Pericolosità Idraulica

La zona in esame ricade nella Classe di **Pericolosità Idraulica elevata (classe I.3)**, comprendente le aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < Tr < 200$ anni (vedi figura 4 allegata).

Dalla carta dei Battenti riportata nella figura 5 allegata, si evince che **l'area oggetto di intervento è soggetta ad una battente idrico per eventi con TR di 200 anni pari a +17.00 m slm.**

In seguito alla consultazione delle mappe di piano e rischio di alluvioni predisposte per il **P.G.R.A.** del bacino dell'Arno, nel Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, individuato nell' art. 64 del D.L. 152/2006, è stato possibile constatare che le aree in esame ricadono all'interno di una zona contrassegnata da Classe di **Pericolosità da alluvione media P2**, corrispondente ad area inondabile da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni (vedi figura 9 allegata).

Facendo riferimento all' art. 9 comma 1 della Disciplina di Piano della Unit of Management (P.G.R.A.) nelle aree a P2 sono da consentire gli interventi che possano essere realizzati in condizioni di gestione del rischio idraulico con riferimento agli obiettivi di cui all'art. 1 comma 4 della Disciplina di Piano.

Nelle aree P2 l'Autorità di Bacino si esprime sugli interventi di cui al comma 2 dell'art. 9 in merito alla compatibilità degli stessi con il raggiungimento degli obiettivi di PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone.

3.3 Carta delle aree con problematiche idrogeologiche

La zona ricade nella Classe di Vulnerabilità Idrogeologica media – sottoclasse 3b (vedi figura 6 allegata); in essa ricadono nelle aree di pianura le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra 7 e 15 giorni.

3.4 Carta delle aree a Pericolosità Sismica Locale

La zona in esame ricade nella Classe di pericolosità Sismica media – S.2 (vedi figura 7 allegata), comprendente zone stabili suscettibili di amplificazioni locali che non rientrano tra quelle previste per la classe di pericolosità S.3.

Nello specifico, l'area ricade nella Zona 4 di fondovalle del Fiume Arno (vedi carta mops di figura 8 allegata), comprendete i depositi alluvionali attuali e recenti del Fiume Arno a componente prevalentemente argillosa.

3.5 Carta della Fattibilità

Come indicato dal D.P.G.R. 53/R del 2011 di cui il punto 3.1 e in base alla L.R. 1/2005, art. 62, tenendo conto delle classi di Pericolosità sopra descritte, e come riportato nelle carte di Fattibilità di supporto alla Variante Generale al R.U. Comunale, all'area in esame sono state attribuite le seguenti Classi di Fattibilità:

Fattibilità Geologica con normali vincoli – F.2, la quale si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Le indagini geognostiche condotte in sito in questa fase di fattibilità (sondaggio geognostico con prelievo di campione indisturbato di terreno ed esecuzione di una prova dinamica in foro SPT, attrezzato per esecuzione di un'indagine sismica in foro Down-Hole), considerata la volumetria in progetto (superiore a 6.000 mc – Classe di indagine n. 4 ai sensi dell'art. 7 comma 3 del DPGR 36/R-2009),

dovranno essere integrate in fase successiva di intervento diretto tramite l'esecuzione di almeno n. 1 prova penetrometrica di tipo statico.

Fattibilità idraulica condizionata – F.3, la quale si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

Sulla base del rilievo fornitoci dal Progettista, la quota media del p.c. attuale risulta pari a +16.15 m sul l.m.m.; essendo il battente idrico per un evento duecentennale pari a +17.00 m (vedi figura 5 allegata), il battente risulta pari a circa **0.85 m**.

Secondo quanto indicato all'art. 12 comma 4 della L.R. 41/2018, il recupero del fabbricato con cambio di destinazione d'uso , non comportando un incremento volumetrico, risulta consentito a condizione di realizzare contestualmente gli interventi di cui all'articolo 8 , comma 1, lettera d), ovvero "opere di difesa locale".

Pertanto, il piano di calpestio del piano terra del fabbricato sarà impostato ad una quota pari a +16.77 m, con predisposizione di barriere anti-allagamento tipo acquastop sulle aperture che rimangono sotto battente (+17.0 m), al fine di ridurre la vulnerabilità del fabbricato.

Per quanto riguarda i parcheggi a servizio dell'attività commerciale e quello pubblico a Sud dell'Area, la loro realizzazione risulta consentita ai sensi dell'art. 13 comma 3 lettera b) della L.R. 41/2018, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.

A tale proposito, gli stalli del parcheggio privato verranno impostati a quota di +16.78 m, e la viabilità circostante a quota +16.70 m, mentre il parcheggio pubblico a quota di +16.70 m, in modo tale da rispettare il non superamento del rischio medio R2.

Verrà predisposto inoltre un “Piano di emergenza per rischio idraulico” a tutela della sicurezza delle persone e dei beni, caratterizzato da diverse fasi di allerta, con il quale si potrà garantire il coordinamento tra le attività del Centro Operativo Comunale, il Responsabile di Presidio e il personale per la gestione dell'emergenza della cooperativa. Gli stessi operatori saranno tenuti, durante le varie fasi di allerta, a seguire procedure e azioni di salvaguardia da mettere in atto anche mediante l'utilizzo di:

- barriere antiallagamento tipo acquastop sopra citati
- sistemi di segnalazione (luminosa e sonora) dell'emergenza all'ingresso dell'area, e sistemi di chiusura degli accessi al parcheggio in caso di eventi alluvionali (si fa presente che gli accessi al parcheggio privato sono tramite il parcheggio pubblico e pertanto nel momento in cui viene chiuso l'accesso al parcheggio pubblico si impedisce anche quello al parcheggio privato). In questo modo sarà il Centro operativo Comunale che durante le fasi di allerta potrà interdire l'accessibilità al parcheggio pubblico e conseguentemente a quello privato comunicando ai responsabili dell'emergenza della cooperativa di mettere in funzione i sistemi di protezione e di salvaguardia (sbarre automatiche).

Si prevede, infine, la predisposizione di un piano di rimozione delle auto in sosta al termine dell'evento alluvionale che dovesse interessare il parcheggio; si fa presente che le quote di progetto variano tra +16.70 m e +16.78 m con conseguente lama d'acqua massima pari a 30 cm, tale da non comportare il galleggiamento e conseguente possibile spostamento incontrollato dei veicoli in sosta.

Per il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, l'intercapedine vuota che si andrà a creare al di sotto del fabbricato a seguito del rialzamento sino alla quota di +16.77 m di progetto verrà destinata a “compensare” i volumi sottratti alle possibili acque di esondazione, mentre al di sotto della zona del parcheggio privato verrà installato un sistema tipo “drainpanel” (vedi figura A sotto riportata), in modo da rendere idraulicamente trasparente il parcheggio ad un possibile evento alluvionale duecentennale.

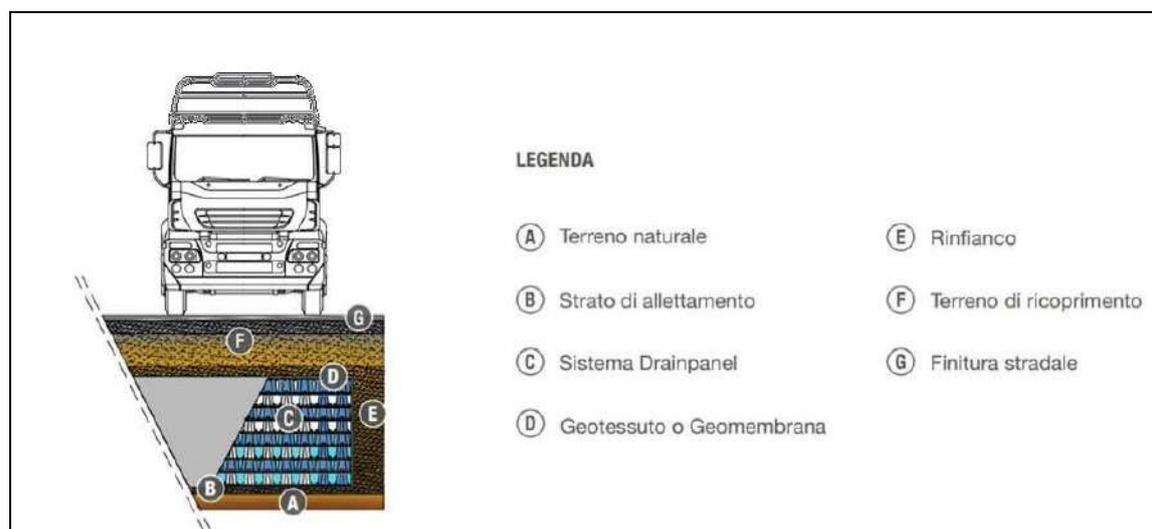
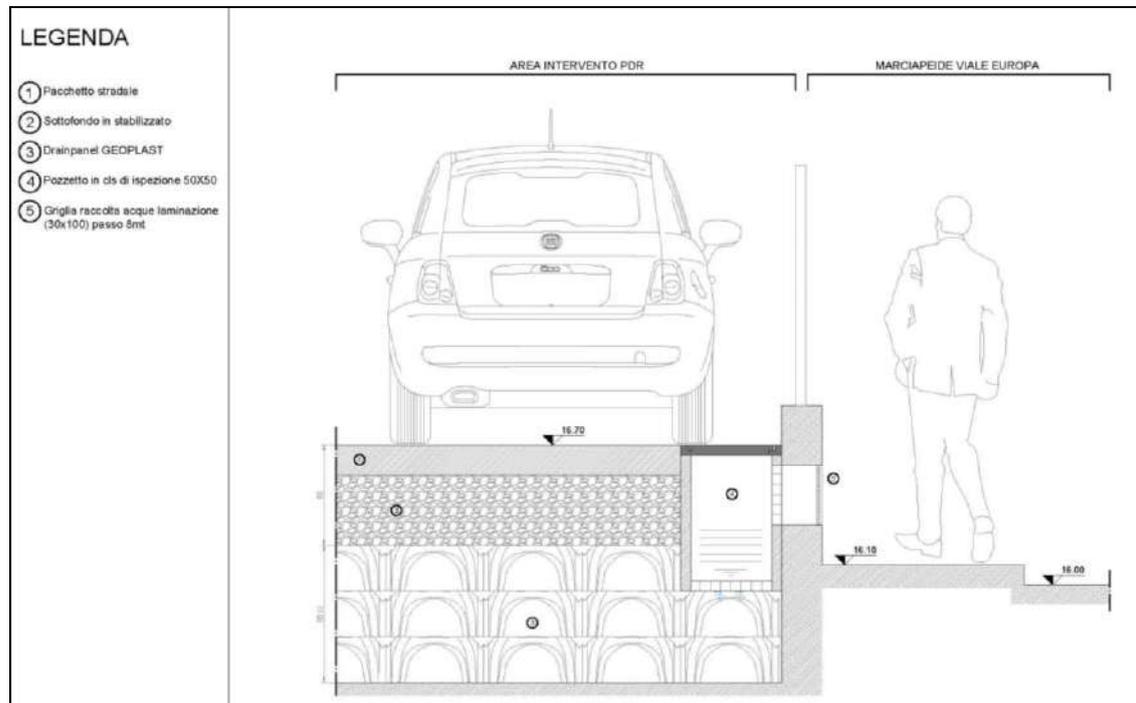


Figura A: sezione tipo sistema di compensazione idraulica e sistema “drainpanel”

L'ingresso delle acque al sistema di stoccaggio sotterraneo sopra descritto avverrà mediante apposite aperture fisse con interasse di 8.0 m provviste di griglia in acciaio poste lungo il muro in c.a. da realizzare lungo il tratto che confina con Viale Europa. Tali aperture saranno collegate al sistema di stoccaggio sotterraneo e la loro base sarà collocata a quota di +16.10 m.

A seguito del verificarsi di un possibile evento esondativo, la vasca interrata verrà pertanto svuotata mediante le aperture stesse per i volumi di acqua posti al di sopra della quota di +16.10 m, mentre al di sotto di tale quota le acque verranno convogliate nella fognatura mista/bianca presente lungo Viale Europa o per gravità o mediante l'utilizzo di pompe idrovore tramite una o più tubazioni di collegamento provviste di valvola clapet in corrispondenza del punto di scarico.

Di seguito si riporta il calcolo dei volumi da compensare; per i particolari, fare completo riferimento alla nota tecnica per gli spetti idraulici redatta dall'Ing. Cristiano Cappelli.

- Volume occupato allo stato attuale: circa 1715 mc
- Volume che andrà ad occupare il fabbricato in progetto: circa 1.015 mc
- Volume sottratto dal parcheggio pubblico: circa 420 mc
- Volume sottratto dal parcheggio privato: circa 1425 mc
- Volume sottratto dall'area di carico/scarico, da collocare a una quota media di +16.70 m: circa 495 mc

Ne consegue, quindi, che il volume totale da compensare è pari a circa **1640 mc**
(1015+420+1425+495)-1715

Fattibilità Sismica con normali vincoli – F.2, la quale si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

L'indagine sismica in foro Down-Hole ha permesso la restituzione del parametro Vs30 e categoria di suolo e la ricostruzione sismo-stratigrafica dei terreni, e risulta esauriente anche per la fase successiva di intervento diretto vista l'appartenenza alla classe di indagine n. 4 ai sensi dell'art. 7 comma 3 del DPGR 36/R-2009 (volume lordo superiore a 6.000 mc).

4 RISCHIO SISMICO

Il territorio del Comune di **Castelfranco**, classificato sismico ai sensi del D.M. 19.03.1982, in seguito all'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 e successivamente con Deliberazione GRT n° 878 del 8 Ottobre 2012 della regione Toscana, viene inserito nella zona sismica 3 alla quale corrisponde un'accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, di 0.15 a_g/g .

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 e successivo DM 17-01-2018, invece, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi "stati limite" presi in considerazione, viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di intervento, che rappresenta l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che in un fissato lasso di tempo, in un detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. In base a quanto riportato nelle NTC, tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato "periodo di riferimento" V_R , legato alla "vita nominale" dell'edificio in progetto V_N ($V_R = V_N \times C_u$ dove C_u è il coefficiente d'uso legato alla categoria dell'edificio), e la probabilità è denominata "probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" PVR.

Per descrivere la pericolosità sismica in un generico sito con un livello di precisione sufficiente, sia in termini geografici che in termini temporali, i risultati dello studio di pericolosità sismica devono essere forniti:

- a) in corrispondenza dei punti di un reticolo ("reticolo di riferimento") i cui nodi, individuati in termini di latitudine e longitudine, debbono distare di un passo $\leq 0,05^\circ$;
- b) per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadendo in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi;
- c) in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai

sensi delle NTC, nelle condizioni di sottosuolo rigido affiorante.

In particolare, i caratteri del moto sismico sul sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica PVR.

a_g = accelerazione massima al sito;

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

TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Il valore di a_g viene desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornita dall' INGV, mentre F_o e TC^* vengono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti dalle NTC approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.

Lo scuotimento del suolo così individuato deve essere corretto per tenere conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e della morfologia di superficie (con la determinazione della categoria di sottosuolo specifica del sito e dei coefficienti di amplificazione topografica **ST** e stratigrafica **Ss**).

4.1 Categorie del suolo di fondazione

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.11 delle NTC (vedi tabella 1) , si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s .

I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità V_s per l'approccio semplificato costituiscono parte

integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2.

I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche prove ovvero, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche. La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{I=1,N} h_i/V_{s_i}}$$

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

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro V_{s30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità, ottenendo pertanto la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{I=1,N} h_i/V_i}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $< 10^{-6}$) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori; $NSPT$, c_u e V_s sono i valori rappresentativi degli strati considerati.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente

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

Tabella 1

La velocità media delle onde di taglio e quindi la categoria sismica di suolo, è stata determinata tramite l'esecuzione di un'indagine sismica in foro Down-Hole all'interno del sondaggio geognostico eseguito (vedi sua ubicazione nella planimetria di figura 11 allegata).

4.1.1- Metodologia sismica Down - Hole

La prova sismica Down-Hole consiste nella misurazione del tempo di percorso delle onde di compressione (onde P) e di taglio (onde S) nel tragitto tra la sorgente

sismica posta in superficie ed i ricevitori posti all'interno di un foro di sondaggio opportunamente predisposto (vedi figura I).

Il terreno viene energizzato in superficie ad una distanza di circa 1,50 m dalla testa del foro attraverso una mazza battente.

Il sistema di acquisizione è formato, nel caso specifico, da una sonda costituita da 5 geofoni da 10 Hz di cui uno orientato lungo la direzione verticale e quattro orientati orizzontalmente in modo da garantire la lettura dei primi arrivi in ogni condizione.

Tale sistema di acquisizione, quindi, è in grado di registrare simultaneamente sui 5 canali distinti le tracce provenienti dai 5 geofoni orientati.

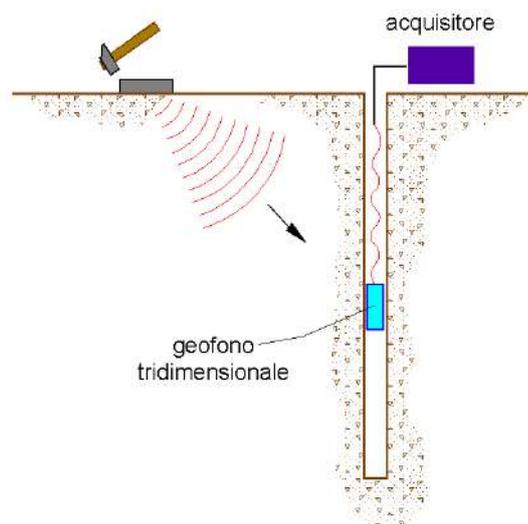


Figura I – Schema down hole ad un solo ricevitore

Energizzando il terreno in superficie e misurando i tempi di arrivo delle onde P ed S ai geofoni, si ha la possibilità di determinare la velocità delle onde sismiche nei litotipi attraversati dalla perforazione nonché i moduli elastici dei terreni.

L'energizzazione dunque genera onde elastiche longitudinali (P) e trasversali (S) che si propagano in tutte le direzioni; in particolare le onde longitudinali (figura II) si propagano mediante oscillazioni delle particelle che costituiscono il mezzo attraversato nella stessa direzione della propagazione dell'onda. Di conseguenza il mezzo sarà soggetto principalmente a sforzi di compressione e dilatazione e la velocità dell'onda sarà anche funzione del modulo di incompressibilità (K) o

compressibilità volumetrica (E_v), che esprime la resistenza del mezzo a questo tipo di sforzo, oltre che dal modulo di rigidità detto anche modulo di taglio (G) e dalla densità (ρ):

$$V_p = \sqrt{\frac{E_v + 4G/3}{\rho}}$$

Le onde trasversali (figura II) si propagano mediante oscillazioni delle particelle del mezzo perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda. Di conseguenza il mezzo sarà soggetto a sforzi di taglio e la velocità delle onde sarà funzione della resistenza del mezzo a questo tipo di sforzo, che è espressa dal modulo di rigidità o di taglio (G):

$$V_s = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

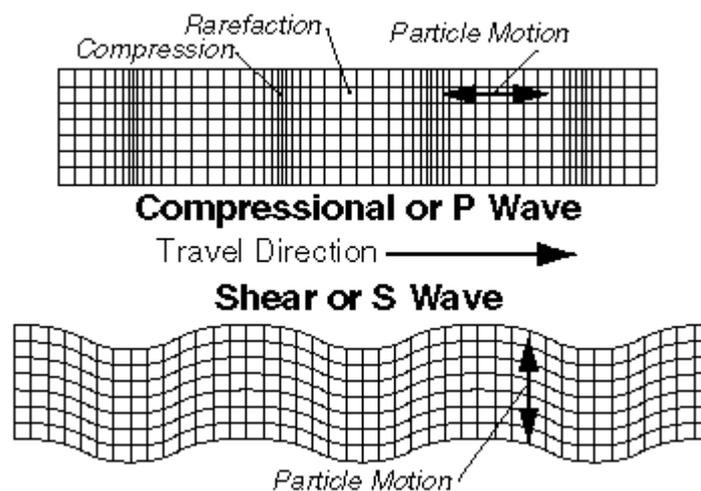


Figura II - Rappresentazione grafica della direzione di oscillazione delle particelle che costituiscono il mezzo nel caso della propagazione di onde longitudinali P (direzione di oscillazione coincidente con quella di propagazione dell'onda) e onde di taglio S (direzione di oscillazione perpendicolare alla direzione di propagazione dell'onda)

Onde di compressione e di taglio sono quindi caratterizzate da diverse velocità di propagazione; attraverso lo studio dei tempi di percorso di tali onde e quindi della velocità, si può risalire alla disposizione geometrica e alle caratteristiche meccanico-elastiche dei litotipi presenti nell'area di indagine.

Note le velocità V_p e V_s che vengono ottenute direttamente tramite le misure acquisite durante lo svolgimento della prova sismica, possono essere ricavate alcune proprietà meccaniche, quali:

1) coefficiente di Poisson medio:

$$\nu_{\text{medio}} = 0.5 \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}$$

2) modulo di deformazione a taglio medio:

$$G_{\text{medio}} = \rho V_s^2$$

3) modulo di compressibilità edometrica medio:

$$E_{\text{dmedio}} = \rho V_p^2$$

4) modulo di Young medio:

$$E_{\text{medio}} = 2\rho V_s^2 (1 + \nu)$$

5) modulo di compressibilità volumetrica medio:

$$E_{\text{vmedio}} = \rho \left(V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2 \right)$$

4.1.2- Indagine eseguita, acquisizione ed elaborazione dati

L'indagine eseguita è stata condotta in data Febbraio 2019 all'interno del foro del sondaggio S1 realizzato e spinto ad una profondità dal p.c. locale di – 32 m.. Tale foro è stato successivamente attrezzato calando all'interno un tubo in PVC di 3 pollici di diametro e cementando adeguatamente l'intercapedine tra perforo e tubo.

L'indagine è stata eseguita mediante un sismografo SARA Do.Re.Mi. collegato ad una sonda equipaggiata con n. 5 geofoni da 10 Hz orientati secondo direzioni ortogonali (n. 1 geofono verticale e n. 4 geofoni orizzontali).

La generazione delle onde di compressione è stata ottenuta battendo in senso verticale una piastra di alluminio con un martello da 4.0 Kg; mentre per la generazione delle onde di taglio SH è stata utilizzata una trave in legno con doppia piastra di battuta. Per evidenziare l'arrivo delle onde S tale trave è stata colpita lateralmente prima in un senso e poi nell'altro in modo da ottenere onde di taglio opposte nel medesimo istante.

Nel caso specifico è stata eseguita una prospezione con acquisizione dei segnali ad intervalli di profondità di 2.0 m.

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con programmi specifici ed i dati sono stati interpretati attraverso il metodo diretto correggendo i tempi di tragitto (t) misurati lungo il percorso sorgente-ricevitore per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde.

Se "d" è la distanza della sorgente dall'asse del foro (figura III), "r" la distanza fra la sorgente e i sensori, "z" la profondità di misura è possibile ottenere i tempi corretti (t_{corr}) mediante la seguente formula di conversione:

$$t_{\text{corr}} = \frac{z}{r} t$$

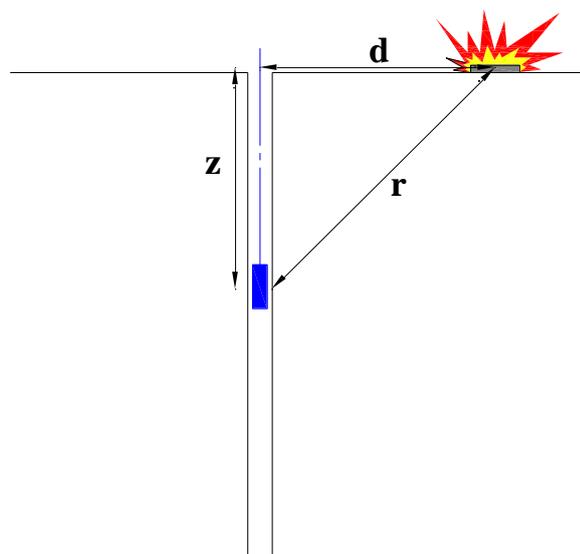


Figura III – Schema di down hole con metodo diretto

Calcolati i tempi corretti sia per le onde P che per le onde S si realizza il grafico $t_{corr} - z$ in modo che la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali.

Ottenute le velocità si calcolano la densità, il coefficiente di Poisson, il modulo di deformazione a taglio, il modulo di compressibilità edometrica, il modulo di Young, il modulo di compressibilità volumetrica per ogni intervallo con le formule riportate nel precedente paragrafo oltre che la velocità media di propagazione delle sole onde di taglio.

4.1.3- Risultati

Di seguito vengono riportati in forma grafica e numerica i dati ottenuti con l'indagine eseguita.

Dati iniziali

Offset scoppio [m]	Numero di ricezioni	Posizione primo geofono [m]	Interdistanza [m]
1.5	16	2	2

Dati misure down hole

Registrazioni Nr.	Z [m]	Tp [msec]	Ts [msec]
1	2.00	7.30	15.00
2	4.00	7	22.60
3	6.00	8.20	39.70
4	8.00	9.60	53.00
5	10.00	12.20	66.50
6	12.00	13.60	70.40
7	14.00	15.00	82.50
8	16.00	18.00	91.20
9	18.00	21.00	100.20
10	20.00	22.60	106.00
11	22.00	22.6	113.00
12	24.00	23.80	118.30
13	26.00	25.00	123.60
14	28.00	26.10	129.00
15	30.00	27.30	134.20
16	32.00	28.50	139.50

Risultati

SR [m]	Tpcorr [msec]	Tscorr [msec]
2.5000	5.8400	12.0000
4.2720	6.5543	21.1610
6.1847	7.9552	38.5147
8.1394	9.4356	52.0922
10.1119	12.0650	65.7643
12.0934	13.4950	69.8564
14.0801	14.9146	82.0305
16.0702	17.9214	90.8018
18.0624	20.9275	99.8539
20.0562	22.5367	105.7031
22.0511	22.5477	112.7383
24.0468	23.7537	118.0696
26.0432	24.9585	123.3948
28.0402	26.0626	128.8153
30.0375	27.2659	134.0326
32.0351	28.4687	139.3470

Metodo diretto

Profondità di riferimento: 30 m

VS30: 224.39 m/s

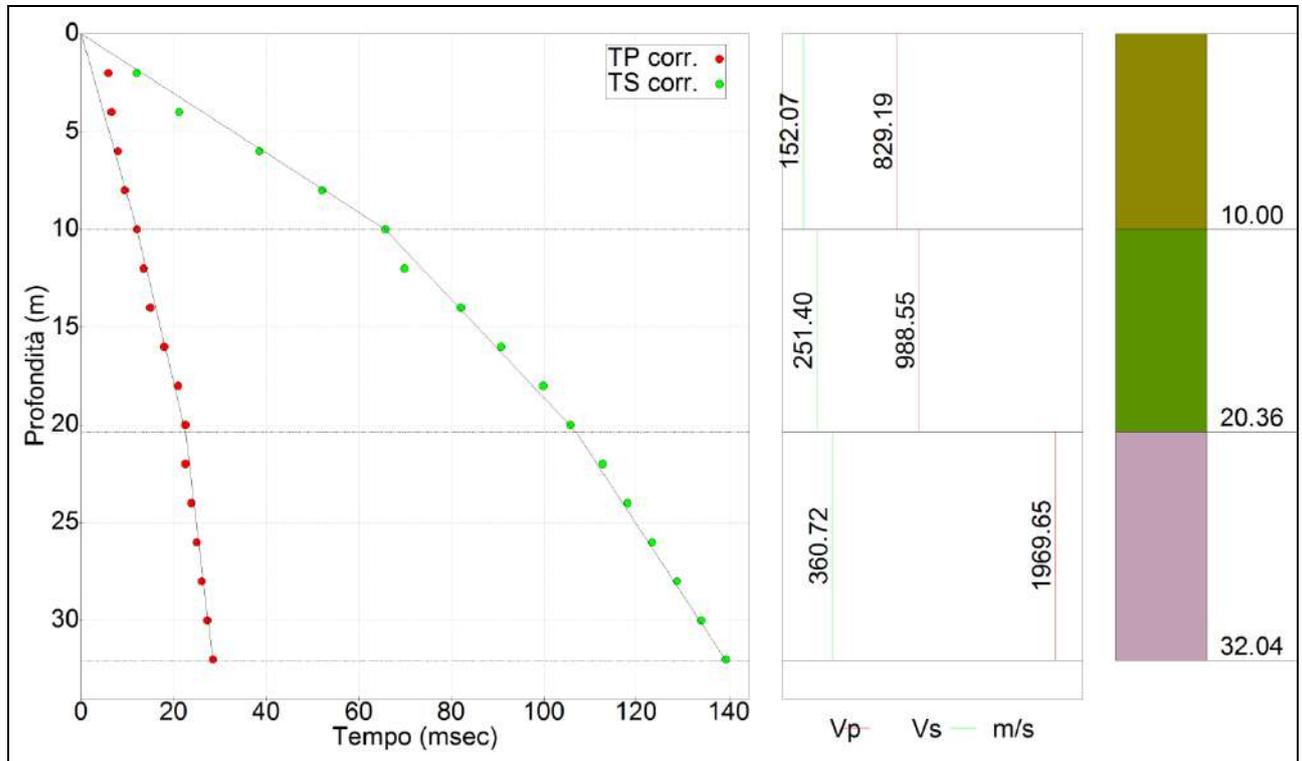
Sismostrati con metodo diretto

Descrizione [-]	Profondità [m]
Limo sabbioso	10
Argilla limosa e sabbia limosa	20.36
argilla	32.04

Valori medi

Vp medio [m/s]	Vs medio [m/s]	g medio [kN/mc]	ni medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
829.19	152.07	16.7	0.48	39.38	1170.83	116.77	1118.32
988.55	251.4	18.67	0.47	120.3	1860.19	352.59	1699.79
1969.65	360.72	19.96	0.48	264.83	7895.98	785.29	7542.88

Dromocrone



Dai valori delle velocità sismiche delle onde di taglio calcolate e riportate nelle tabelle sopra esposte è possibile ottenere il valore di Vs30 calcolato secondo la formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m di riferimento dal piano di imposta delle fondazioni.

I risultati ottenuti individuano un valore di Vs30 pari a 224.39 m/s al quale corrisponde una **categoria di suolo sismico di tipo C** così come indicato nella tab. 3.2.II del D.M. 17/01/18.

5 STRATIGRAFIA E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO

Come già accennato precedentemente, ai fini della caratterizzazione specifica dei terreni presenti nell'area in esame, è stato eseguito un sondaggio geognostico, a carotaggio continuo sino a -10.0 m di profondità, e proseguito a distruzione sino a -32.0 m (vedi sua ubicazione nella planimetria generale di figura 11 allegata).

Durante l'avanzamento del sondaggio è stato prelevato n. 1 campione di terreno indisturbato sottoposto ad analisi geotecniche di laboratorio (ANCORA IN CORSO DI ESECUZIONE), ed eseguita n. 1 prova dinamica in foro SPT in corrispondenza dei depositi incoerenti di terreno sottostanti (vedi allegato 1).

Di seguito si riporta la stratigrafia dei terreni intercettati.

- Strato n° 1 – TERRENO RIMANEGGIATO (P.C. – 0.40 M)

Si tratta di terreno superficiale rimaneggiato di scadenti proprietà geotecniche.

- Strato n° 2 – LIMO SABBIOSO POCO COMPATTO (-0.40 M - -2.00 M)

Si tratta di un livello prevalentemente coesivo con presenza di una certa percentuale di materiale incoerente, di colore marrone.

In corrispondenza di tale livello è stato prelevato un campione di terreno indisturbato tra 1.4 m e 1.8 m di profondità sottoposto alle seguenti analisi geotecniche di laboratorio:

- Determinazione del peso di volume " γ "
- Determinazione dell'umidità naturale " w "
- prova di taglio diretto consolidata drenata per la determinazione della coesione efficace c' e dell'angolo di attrito ϕ' .
- prova ad espansione laterale libera ELL per la determinazione della coesione non drenata C_u .

Le analisi di laboratorio sono ancora in corso di esecuzione e, pertanto, di seguito si riportano i parametri geotecnici medi desunti da indagini geognostiche eseguite nelle vicinanze dell'area; tali parametri dovranno essere rettificati in fase

successiva di realizzazione dell'intervento diretto con i risultati delle analisi geotecniche di laboratorio.

- peso di volume $\gamma = 1.9$ t/mc
 - Resistenza non drenata $C_u = 0.8$ Kg/cmq
 - modulo edometrico $M_o = 65$ Kg/cmq
- Strato n° 3 – SABBIA LIMOSA POCO ADDENSATA (-2.00 M - -10.00 M)

Si tratta di un livello prevalentemente incoerente fine di colore grigio-azzurro, molle e poco compatto (vedi log. stratigrafico e documentazione fotografica di figura 10 allegata).

Tale orizzonte è stato parametrizzato, da un punto di vista fisico-meccanico, attraverso l'elaborazione della prova penetrometrica dinamica in foro SPT eseguita durante l'avanzamento del sondaggio (vedi allegato 1).

A tale livello possono essere attribuiti i seguenti parametri geotecnici medi:

- peso di volume $\gamma = 1.58$ t/mc
- Angolo di attrito $\phi = 26^\circ$
- modulo edometrico $M_o = 43$ Kg/cmq

Al di sotto, e sino alla profondità di -32.0 m indagata, sono stati intercettati depositi argilloso-limosi con intercalati livelli sabbiosi.

Come già precedentemente detto, la parametrizzazione geotecnica sopra riportata dovrà essere rettificata/integrata con i risultati delle analisi geotecniche di laboratorio in corso di esecuzione sul campione indisturbato di terreno prelevato, e della/e prova/e penetrometrica/che statica/che da realizzare in sito in fase successiva di realizzazione dell'intervento diretto.

All'interno del foro del sondaggio geognostico (Febbraio 2019) non è stata rilevata presenza di acqua almeno sino alla profondità di -10.0 m indagata.

Tuttavia, da dati idrogeologici in nostro possesso, non si esclude possibilità di circolazione di acqua ad una quota di circa -2.5 m/3.0 m dal p..c.

6 PRESCRIZIONI RELATIVE AGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Alla luce dei risultati delle indagini geognostiche condotte sul sito e della definizione delle Classi di Pericolosità e di Fattibilità di appartenenza ai sensi del D.P.G.R. 53/R-2011, si possono esprimere le seguenti considerazioni:

- L'area interessata dal progetto risulta caratterizzata dalla presenza di uno strato superficiale di terreno pedologico di 0.40 m di spessore caratterizzato da disomogenee caratteristiche fisico-meccaniche, da oltrepassare per l'imposta delle strutture di fondazione; si indica una profondità minima di imposta pari a -0.8 m dal p.c.
- Le indagini condotte in questa fase di fattibilità dovranno essere integrate in fase successiva di intervento diretto con la realizzazione di almeno n. 1 prova penetrometrica di tipo statico, in modo tale da integrare i risultati ottenuti dalle analisi geotecniche di laboratorio e dalla prova dinamica in foro SPT.
- La realizzazione del fabbricato ad uso commerciale e dei parcheggi risulta consentita secondo quanto indicato rispettivamente all'art. 12 comma 4 ed all'art. 13 comma 4 lettera b) della L.R. 41/2018; per i particolari, fare riferimento al capitolo 3.5 ed alla nota tecnica per gli aspetti idraulici redatta dall'Ing. Cristiano Cappelli.
- Vista l'attuale presenza di un complesso artigianale e la realizzazione di un edificio commerciale avente una volumetria inferiore, non si avrà incremento di superficie impermeabile a seguito della realizzazione degli interventi in progetto e, pertanto, le acque bianche della copertura e dei parcheggi verranno indirizzate all'interno della fognatura comunale esistente, mantenendo o addirittura riducendo le condizioni di deflusso delle acque superficiali rispetto alle condizioni pre-intervento (concetto di invarianza idraulica).

7 CONCLUSIONI

La presente relazione di Fattibilità geologica è stata redatta a supporto della proposta per un Piano di Recupero dell'area "Ex Lorbac" in Via Solferino Angolo Viale Europa nel Comune di Castelfranco di Sotto (PI) (vedi corografia di figura 1 allegata).

Si è proceduto ad un inquadramento dell'area oggetto di intervento in termini di Pericolosità e Fattibilità Geomorfologica e Idraulica sulla base di quanto dettato dall'art. 62 della L.R. 3 gennaio 2005, n. 1 e dal D.P.G.R. 25 Ottobre 2011, n. 53/R (Regolamento di attuazione dell'art. 62 della Legge Regionale 3 Gennaio 2005, n.1 in materia di indagini geologiche).

All'area in esame sono state attribuite le seguenti classi di fattibilità:

- **Fattibilità Idraulica condizionata - F.3**
- **Fattibilità geologica e sismica con normali vincoli – F.2**

In base a tali Fattibilità, derivanti dalla situazione di pericolosità del sito, sono state date una serie di indicazioni relative alle modalità di intervento per le opere previste in fase di realizzazione dei singoli interventi diretti, il tutto come descritto nel capitolo 6.

Alle condizioni e nei limiti sopra esposti, gli interventi previsti dal presente Piano di Recupero risultano fattibili dal punto di vista geologico – tecnico, sismico ed idrologico - idraulico.

Ponte a Egola, Marzo 2019

Dott. Geol. Eraldo Santarnecchi

ALLEGATI

- **Fig. 1** - Corografia (scala 1:10.000).
- **Fig. 2** – carta geologica (scala 1:5.000). Tratta dalle indagini geologico-tecniche di supporto alla variante generale al R.U. Comunale.
- **Fig. 3** - Carta della Pericolosità Geologica (scala 1:10.000). Tratta dalle indagini geologico-tecniche di supporto alla variante generale al R.U. Comunale.
- **Fig. 4** - Stralcio Carta della Pericolosità Idraulica (scala 1:10.000). Tratta dalle indagini geologico-tecniche di supporto alla variante generale al R.U. Comunale
- **Fig. 5** - Carta dei battenti con Tr 200 anni(scala 1:5000) – Tratta dalla Variante n. 10 al R.U. Comunale.
- **Fig. 6** - Stralcio Carta della Vulnerabilità Idrogeologica (scala 1:10.000). Tratta dalle indagini geologico-tecniche di supporto alla variante generale al R.U. Comunale
- **Fig. 7** - Carta della Pericolosità Sismica (scala 1:10.000). Tratta dalle indagini geologico-tecniche di supporto alla variante generale al R.U. Comunale
- **Fig. 8** - Carta delle Mops e delle frequenze fondamentali (scala 1:10.000). Tratta dalle indagini geologico-tecniche di supporto alla variante generale al R.U. Comunale
- **Fig. 9** - Carta della Pericolosità Idraulica – Piano di gestione del Rischio Alluvioni (scala 1:10000) – Autorità di Bacino del Fiume Arno.
- **Fig. 10** – Stratigrafia sondaggio S1.
- **Fig. 11** – Planimetria generale di progetto con ubicazione sondaggio geognostico attrezzato per esecuzione di indagine sismica in foro Down-Hole (scala 1:500).
- **Allegato 1** – Elaborazione prova penetrometrica dinamica in foro SPT.

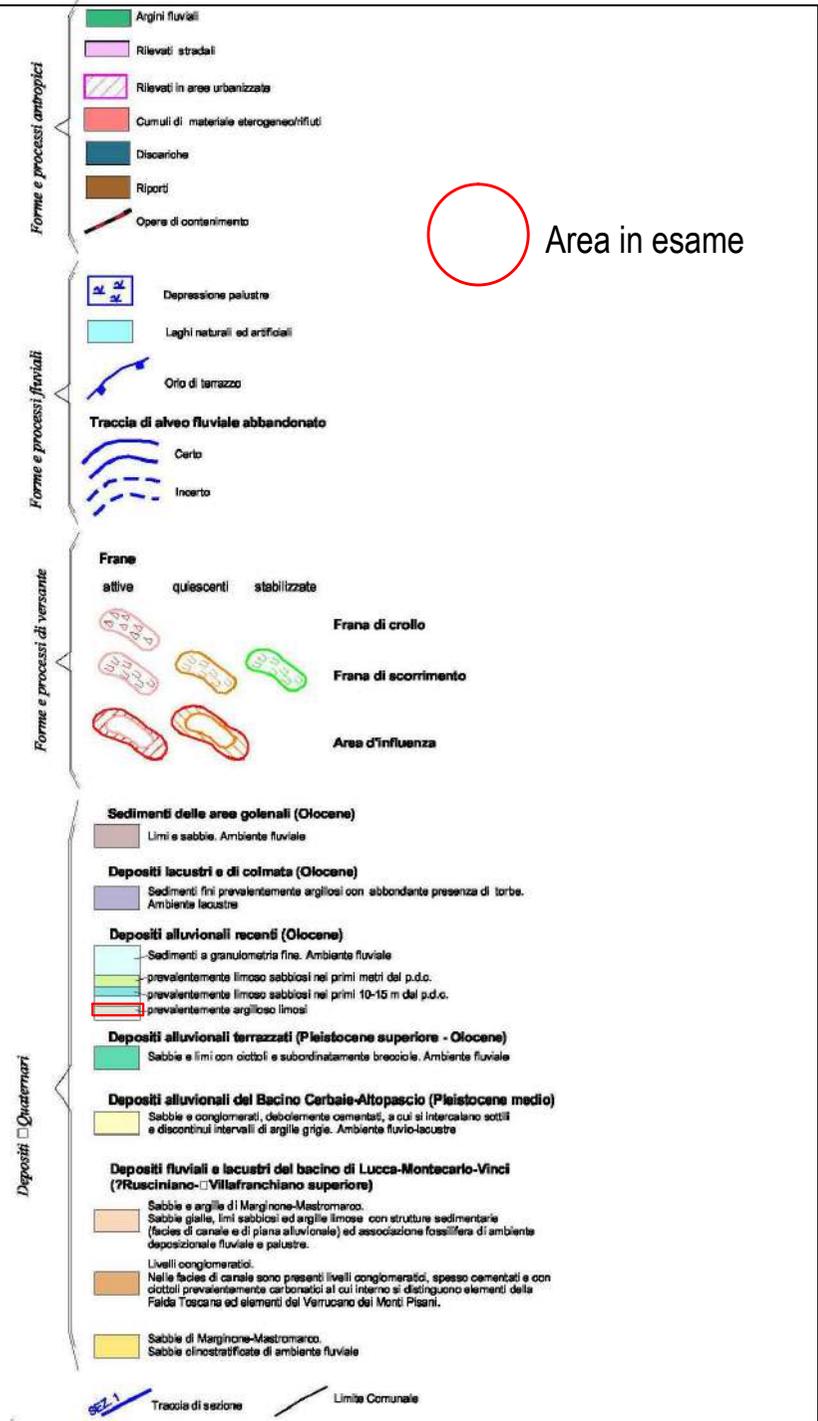
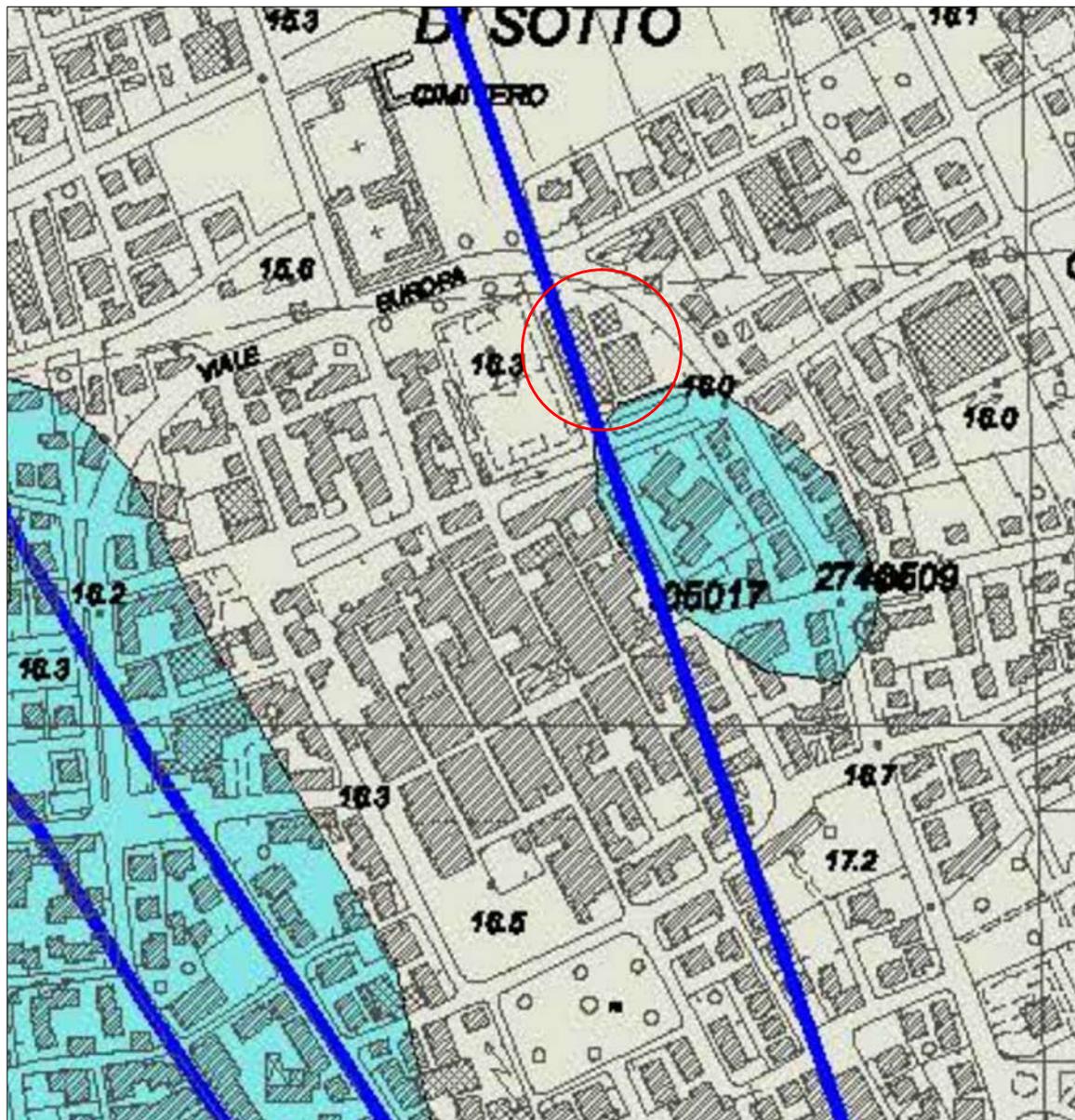


FIGURA 2: Carta Geologica - Tratta dalle indagini geologico-tecniche di supporto alla Variante generale al R.U. Comunale (scala 1:5.000)

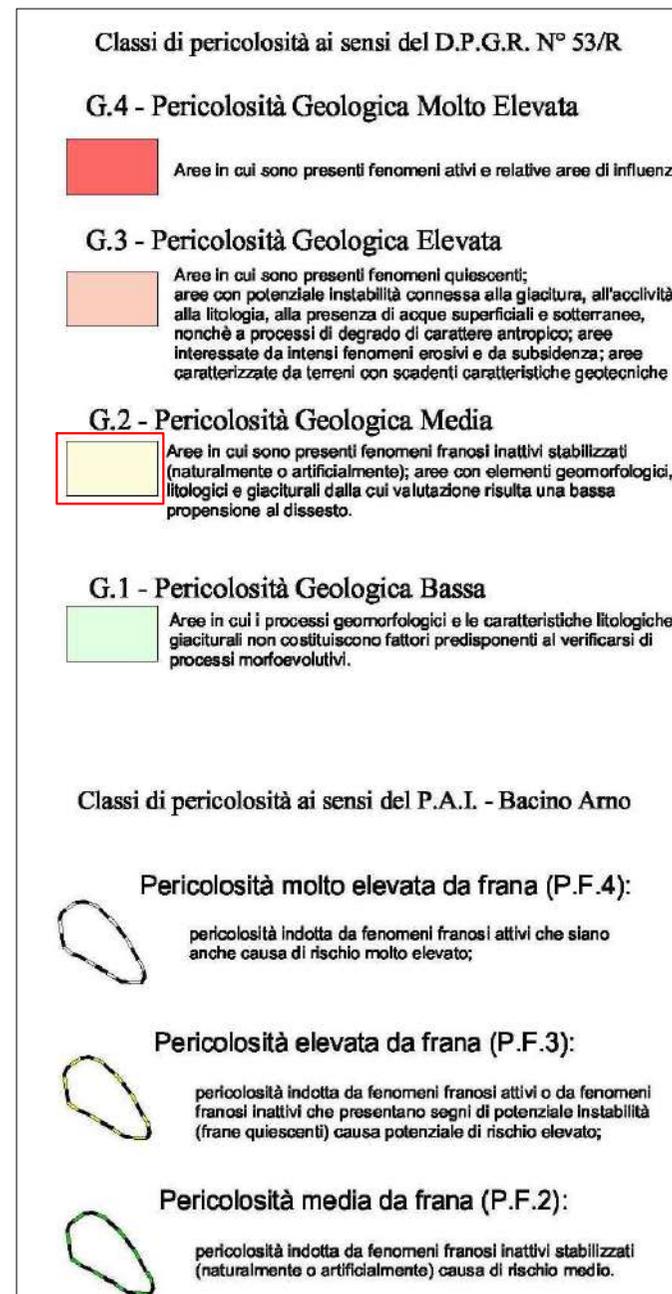
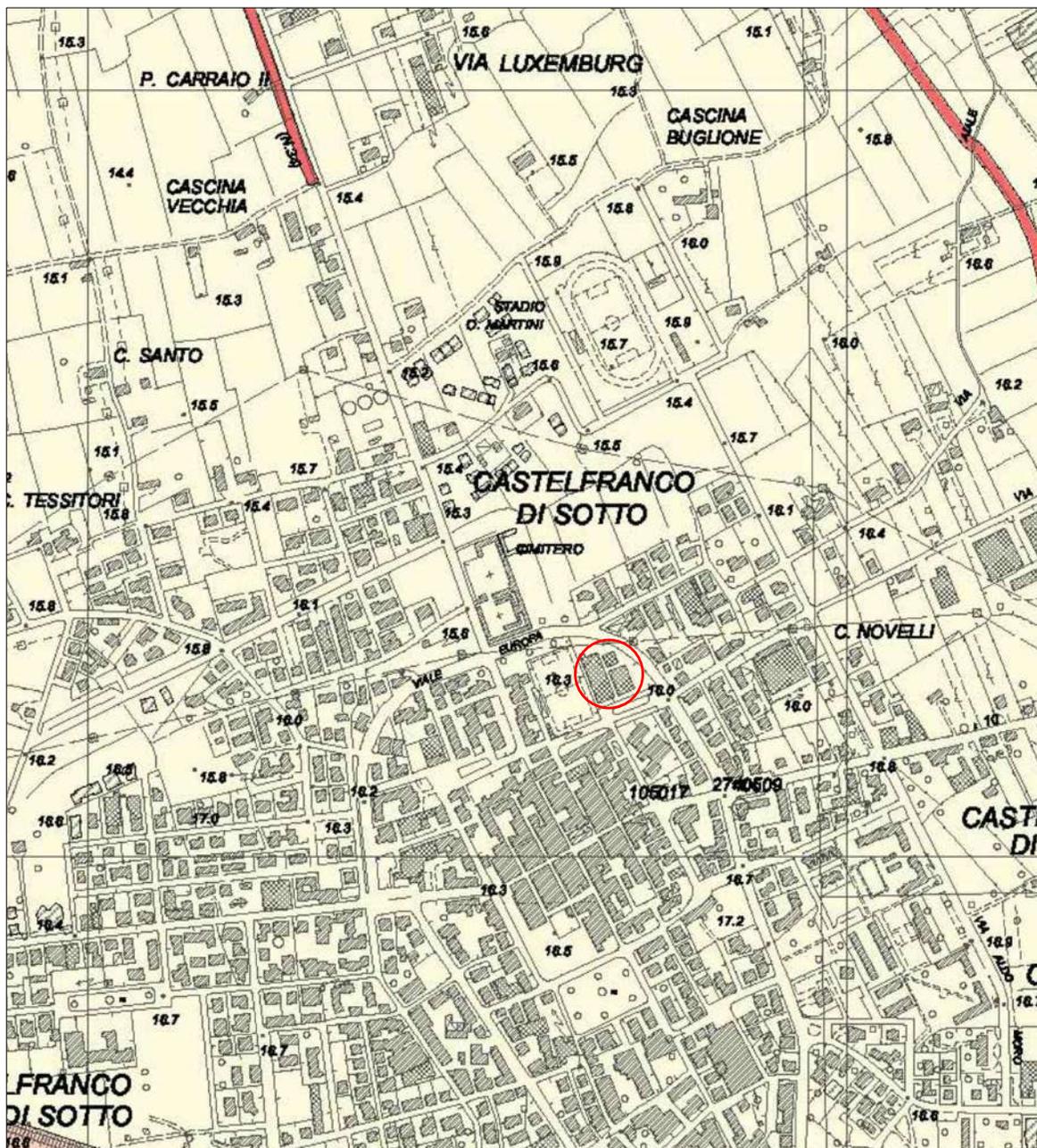
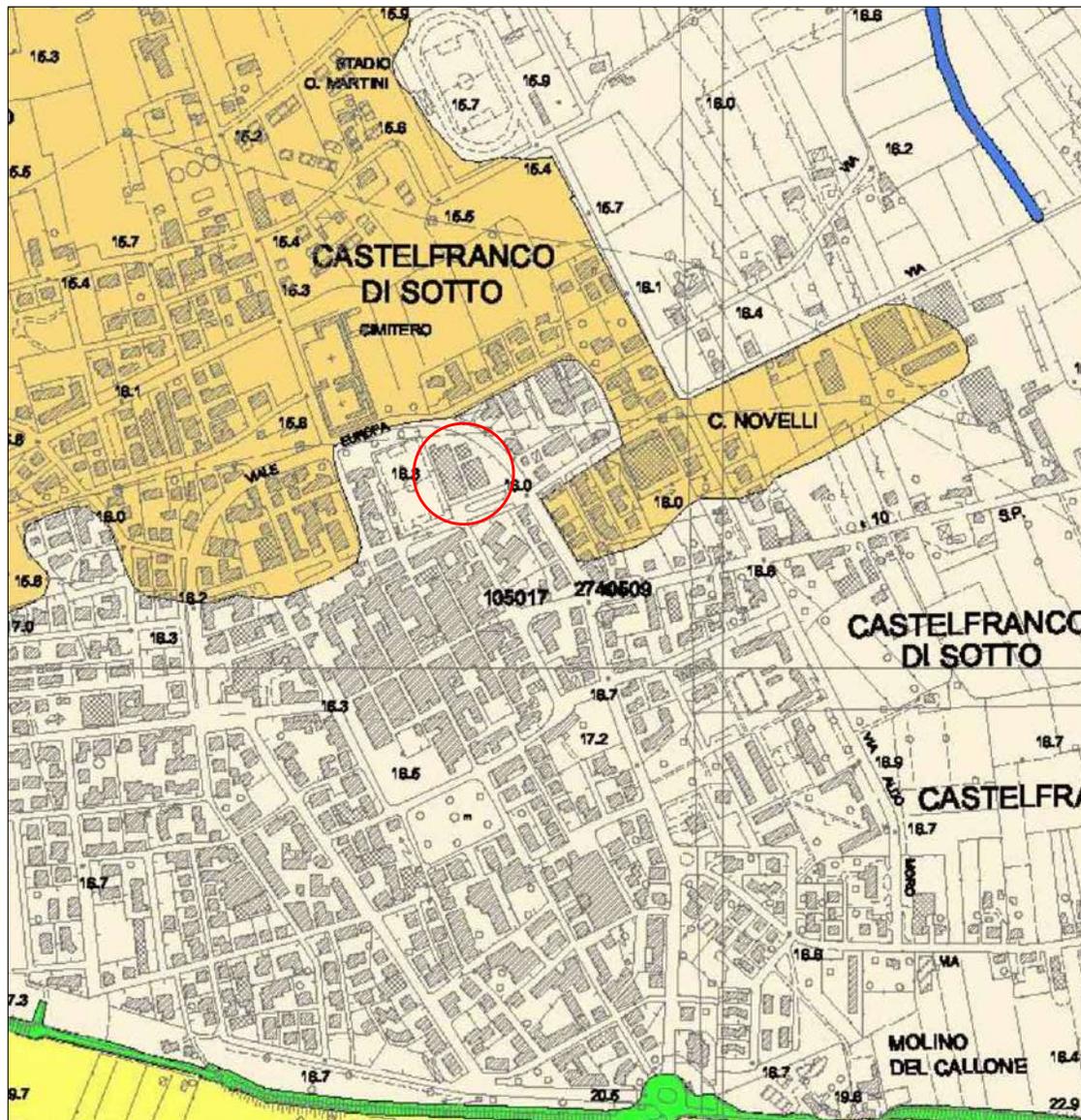


FIGURA 3: Carta della Pericolosità Geologica - Tratta dalle indagini geologico-tecniche di supporto alla Variante Generale al R.U. Comunale (scala 1:10.000)

 Area in esame



CLASSI DI PERICOLOSITA' IDRAULICA NEL RISPETTO DEL D.P.G.R. n°53/R

(1.4) - PERICOLOSITA' IDRAULICA MOLTO ELEVATA

definita su notizie storiche e su base morfologica

- Area di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono contestualmente entrambe le condizioni:
 - a) vi sono notizie storiche di inondazioni;
 - b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a ml. 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

dedotta dal PAI Bacino Fiume Arno

- P.I.4 PAI

definita sulla base di verifiche idrologico-idrauliche

- Area interessate da allagamenti per eventi con $Tr < 30$ anni

(1.3) - PERICOLOSITA' IDRAULICA ELEVATA

definita su notizie storiche e su base morfologica

- Area di fondovalle per le quali ricorre almeno una delle seguenti condizioni:
 - a) vi sono notizie storiche di inondazioni;
 - b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a ml. 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

dedotta dal PAI Bacino Fiume Arno

- P.I.3 PAI
- P.I.2 PAI

definita sulla base di verifiche idrologico-idrauliche

- Area interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < Tr \leq 200$ anni

(1.2) - PERICOLOSITA' IDRAULICA MEDIA

- Area di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:
 - a) non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;
 - b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori di ml. 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

(1.1) - PERICOLOSITA' IDRAULICA BASSA

- Area collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:
 - a) non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;
 - b) sono in situazione favorevole di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori di ml. 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.



Corsi d'acqua principali e laghi

Argini

Limite Comunale

Area in esame

FIGURA 4: Carta della Pericolosità Idraulica - Tratta dalle indagini geologico-tecniche di supporto alla Variante Generale al R.U. Comunale (scala 1:10.000)

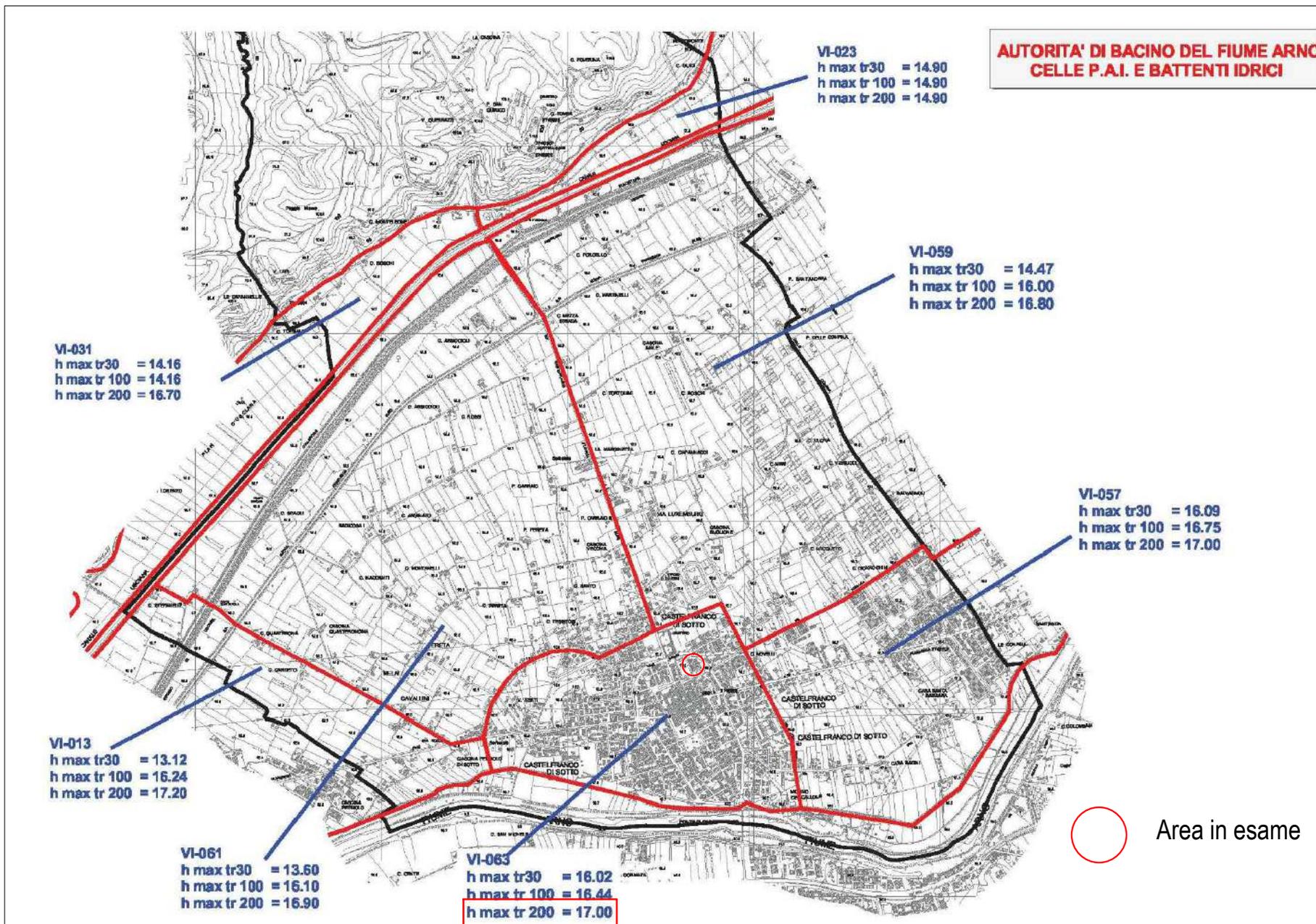
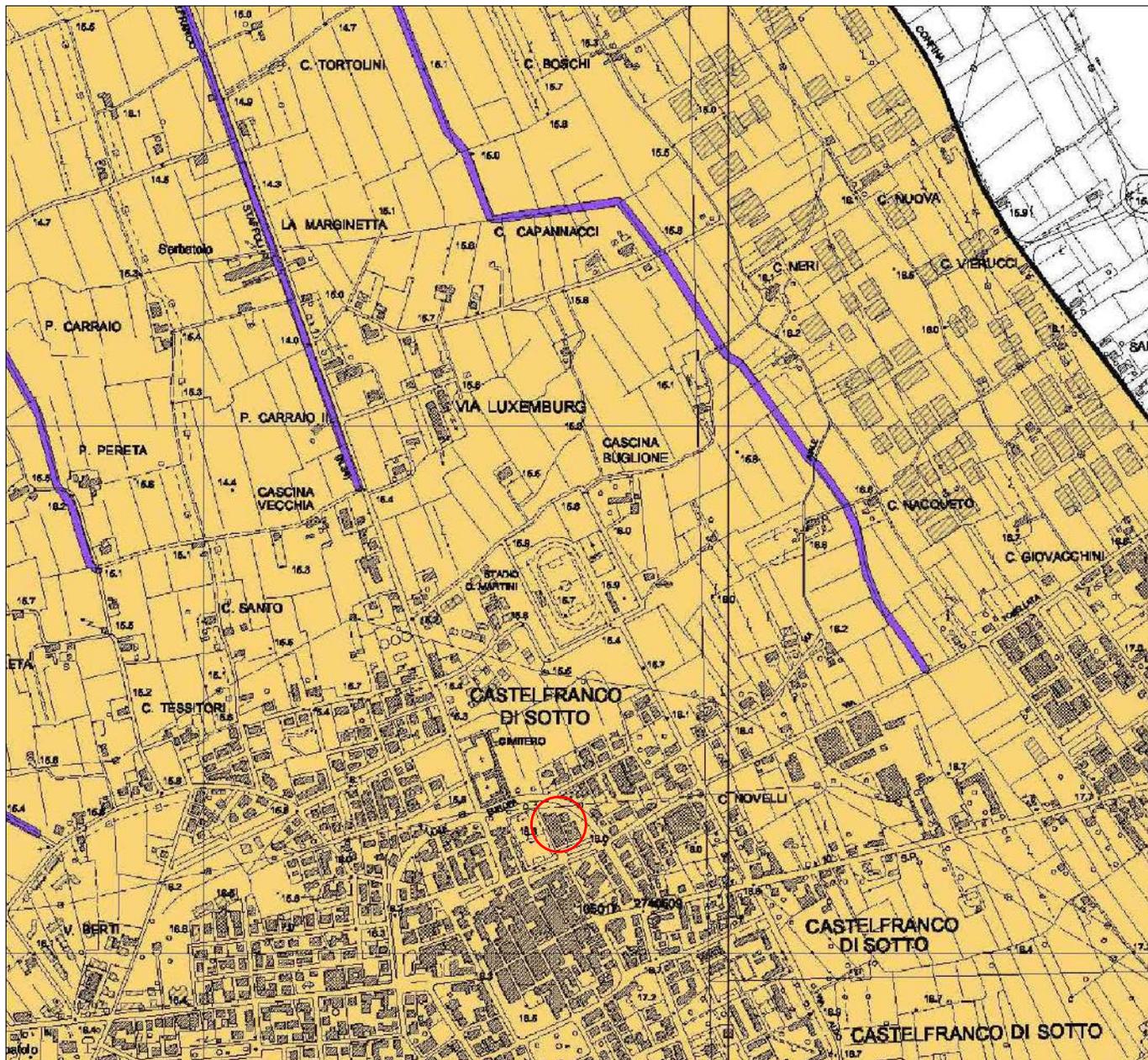


FIGURA 5: Carta dei Battenti - Tratta dalla Variante Generale al R.U. Comunale



CLASSE 1 - Vulnerabilità irrilevante

NON RAPPRESENTATA
 Riguarda le aree in cui la risorsa idrica considerata non è presente, essendo i terreni praticamente privi di circolazione idrica sotterranea, per cui gli eventuali inquinanti raggiungono direttamente le vicine acque superficiali o ristagnano sul terreno.

CLASSE 2 - Vulnerabilità bassa

NON RAPPRESENTATA
 Corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata è apparentemente non vulnerabile, corrisponde altresì alle situazioni in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda superiori a 30 giorni; in essa ricadono corpi idrici multifalda caratterizzati dalla presenza di alternanze tra litotipi a diversa ma comunque bassa permeabilità, terreni a bassa permeabilità sciolti o litoidi con pendenze superiori al 20% o con piezometria media profonda, terreni alluvionali in vallette secondarie in cui non si rilevano indizi certi di circolazione idrica e con bacino di alimentazione caratterizzato in affioramento da litologie argillose-sabbiose.

CLASSE 3 - Vulnerabilità media

Sottoclasse 3a
 Corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un certo grado di protezione, insufficiente tuttavia a garantirne la salvaguardia; in essa ricade il territorio collinare lontano dai corsi d'acqua e con falda freatica sufficientemente profonda. In tali zone sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 15 ed i 30 giorni.

Sottoclasse 3b
 Corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione medio; in essa ricadono le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 7 ed i 15 giorni, quali le aree di fondovalle di tutti i corsi d'acqua, le aree collinari limitrofe ad essi, quelle consistenti in terrazzi alluvionali antichi.

CLASSE 4 - Vulnerabilità elevata

Sottoclasse 4a
 Corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione insufficiente; in essa ricadono la zona del Padule di Bientina, il fondovalle del Rio di Ponticelli e la fascia di territorio compresa tra il Canale Usciana, il Canale Collettore e l'antifosso di Usciana. In tali aree sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 1 e 7 giorni.

Sottoclasse 4b
 Corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata è esposta, cioè in cui si possono ipotizzare tempi estremamente bassi di penetrazione e di propagazione in falda di eventuali inquinanti; in essa ricadono i laghi, le zone di alveo dei corsi d'acqua, la gola del Fiume Arno e la zona palustre ubicata nella parte nord del Padule di Bientina. In tali aree la falda è esposta o protetta soltanto da esigui spessori di sedimenti.

 Area in esame

FIGURA 6: Carta della Vulnerabilità Idrogeologica - Tratta dalle indagini geologico-tecniche di supporto alla Variante Generale al R.U. Comunale (scala 1:10.000)



Classi di pericolosità ai sensi del D.P.G.R. N° 53/R

S.4 - Pericolosità sismica locale molto elevata

 Zone suscettibili di instabilità di versante attiva che potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici.

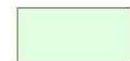
S.3 - Pericolosità sismica locale elevata

 Zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; alle zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; ai terreni suscettibili di liquefazione dinamica; alle zone in cui gli spessori dei depositi alluvionali attuali che giacciono al di sopra dei depositi del terrazzo delle Cerbaie sono compresi entro 20 metri ed alle zone di versante con pendenze maggiori di 15°.

S.2 - Pericolosità sismica locale media

 Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali che non rientrano tra quelle previste per la classe di pericolosità sismica S3.

S.1 - Pericolosità sismica locale bassa

 Non rappresentata

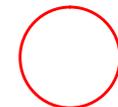
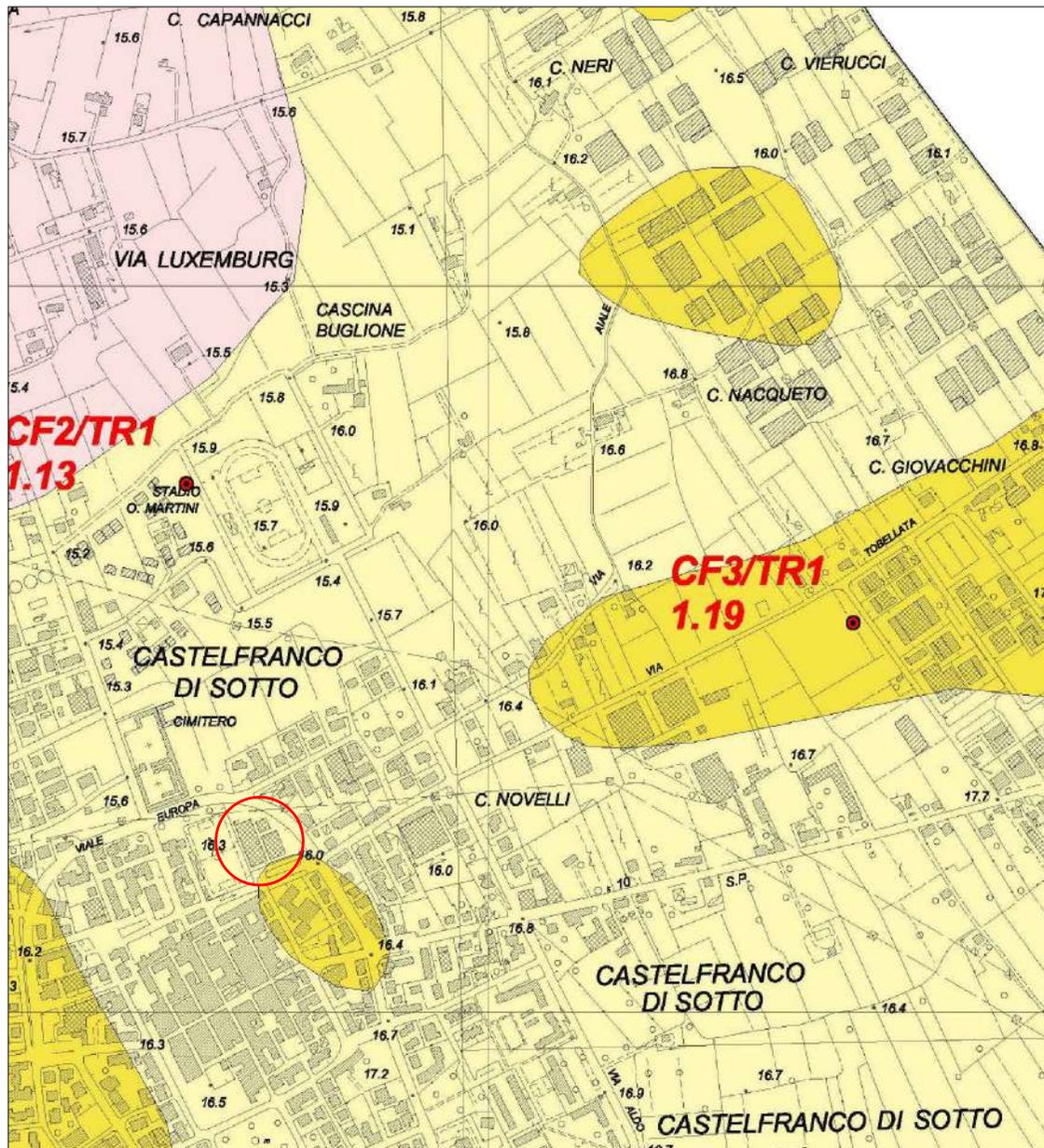
 Area in esame

FIGURA 7: Carta della Pericolosità Sismica - Tratta dalle indagini geologico-tecniche di supporto alla Variante Generale al R.U. Comunale (scala 1:10.000)



ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

- Zona 1** ALTOPIANO DELLE CERBAIE ZONA MONTEFALCONE
Depositi alluvionali del Bacino Cerbaie-Altopascio "Terrazzo delle Cerbaie"
Depositi fluviali e lacustri del bacino di Lucca-Montecatini-Vinci
nei terreni delle sabbie e argille di Marghine-Mastromarco
e dei livelli conglomerati!
- Zona 2** ALTOPIANO DELLE CERBAIE ZONA MONTEFALCONE
Sabbie di Marghine-Mastromarco affioranti al piede
del versante di Montefalcone-Poggio Adorno
- Zona 3** ALTOPIANO DELLE CERBAIE ZONA ORENTANO VILLA CAMPANILE
CHIMENTI GALLENO
Depositi alluvionali del Bacino Cerbaie-Altopascio "Terrazzo delle Cerbaie"
- Zona 4** FONDOVALLE FIUME ARNO
Depositi alluvionali attuali e recenti del Fiume Arno a componente
prevalentemente argillosa
- Zona 5** FONDOVALLE FIUME ARNO
Depositi alluvionali attuali e recenti del Fiume Arno a componente
prevalentemente sabbiosa
- Zona 6** FONDOVALLE FIUME ARNO
Depositi alluvionali attuali e recenti del Fiume Arno a stratigrafia
incerta nei primi 20 metri

ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

- Instabilità di versante (FR)**
- a) attiva** Corpo di frana per crollo
 - b) quiescente** Corpo di frana per scorrimento
 - c) inattiva**

- Liquefazione (LI)**
- FONDOVALLE FIUME ARNO
Depositi alluvionali attuali e recenti del Fiume Arno a componente
prevalentemente sabbiosa potenzialmente liquefacibili (vedasi allegato 6)

- Cedimenti differenziali (CD)**
- PADULE DI BIENTINA
Terreni argillosi ed argilloso-torbiosi poco consistenti, soggetti a cedimenti diffusi

- Amplificazione topografica**
- VERSANTE DI RACCORDO TRA IL "TERRAZZO DELLE CERBAIE"
ED IL FONDOVALLE DEL FIUME ARNO
zona di versante con pendenza > di 15°

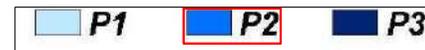
- Amplificazione stratigrafica**
- ZONE DI FONDOVALLE AL PIEDE DEL "TERRAZZO DELLE CERBAIE"
Fondovalle del Fiume Arno e del Padule di Bientina nelle zone in cui i depositi
alluvionali attuali e recenti hanno spessori calcolati entro 20 metri.

- Forme di superficie**
- Orlo di terrazzo fluviale < 10m
 - Orlo di terrazzo fluviale > 20m

- CF4-TR1** Sigla
1.25 Frequenza fondamentale
n.r. non rilevabile
 Simbolo passiva (misure tromometriche)

Area in esame

FIGURA 8: Carta delle Mops e delle frequenze Fondamentali - Tratta dalle indagini geologico-tecniche di supporto alla Variante Generale al R.U. Comunale (scala 1:10.000)



**FIGURA 9: Piano di Gestione del Rischio Alluvioni
Pericolosità Idraulica (scala 1:5.000).
Autorità di Bacino del Fiume Arno, Stralcio 358**

FIGURA 10: Stratigrafia sondaggio S1

CANTIERE: Castelfranco di Sotto (PI), Via Solferino Angolo Viale Europa		SONDAGGIO S1 DATA: 19/02/19	Metodo di perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO sino a -10.0 m A DISTRUZIONE sino a -32.0 m	Geologo responsabile della campagna geognostica: Dott. Geol. Eraldo Santarnecki
Quota assoluta p.c. circa 16.15 m l.m.m.	Impresa esecutrice Montopolese Perforazioni s.r.l.	cassette catalogatrici n. 2	PROFONDITA' RAGGIUNTA ml 10.0 da p.c.	

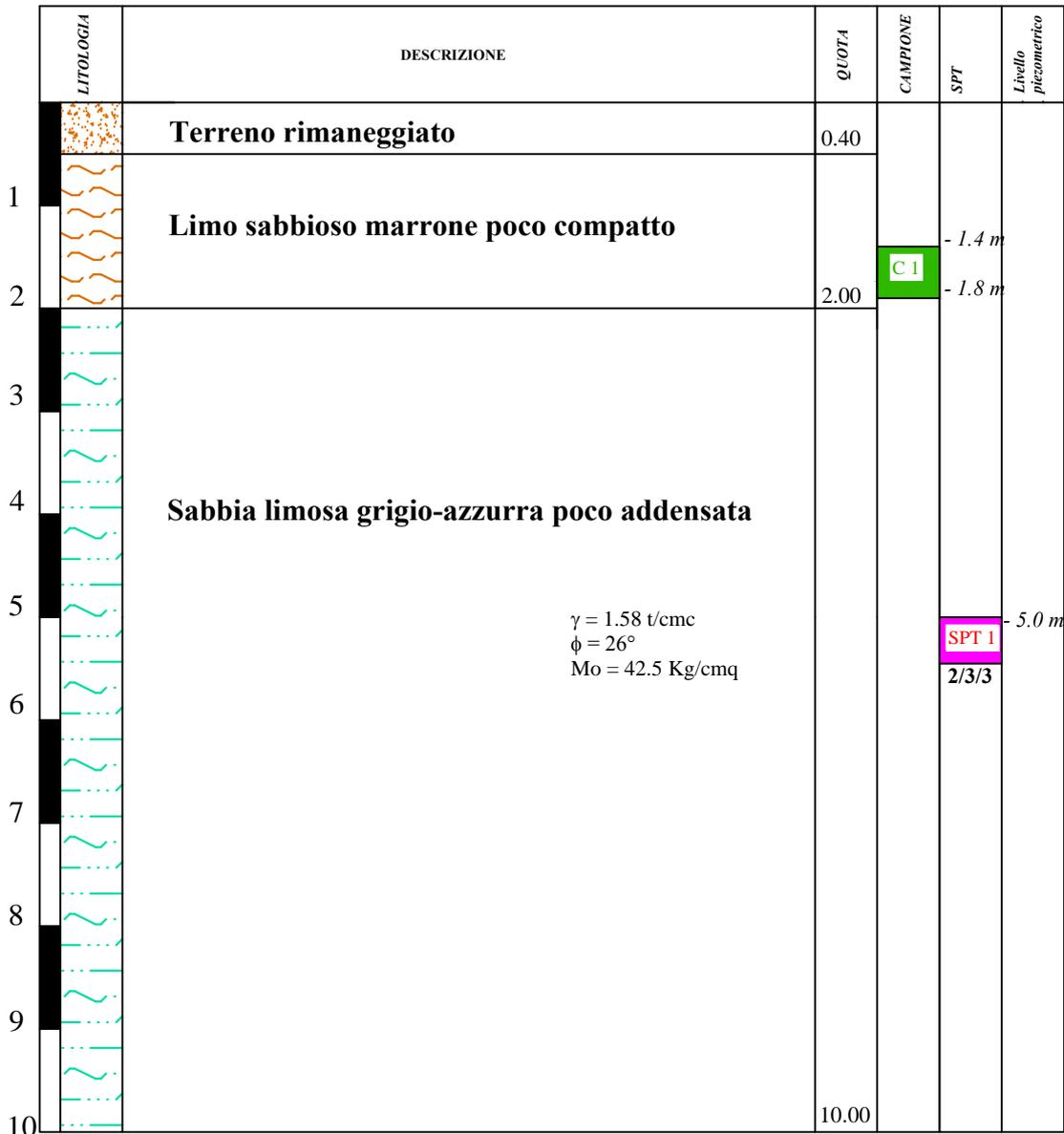


Foto 1 - Cassetta n. 1 (da 0.00 a - 5.0 m)



Foto 2 - Cassetta n. 2 (da -5.00 a - 10.00 m)

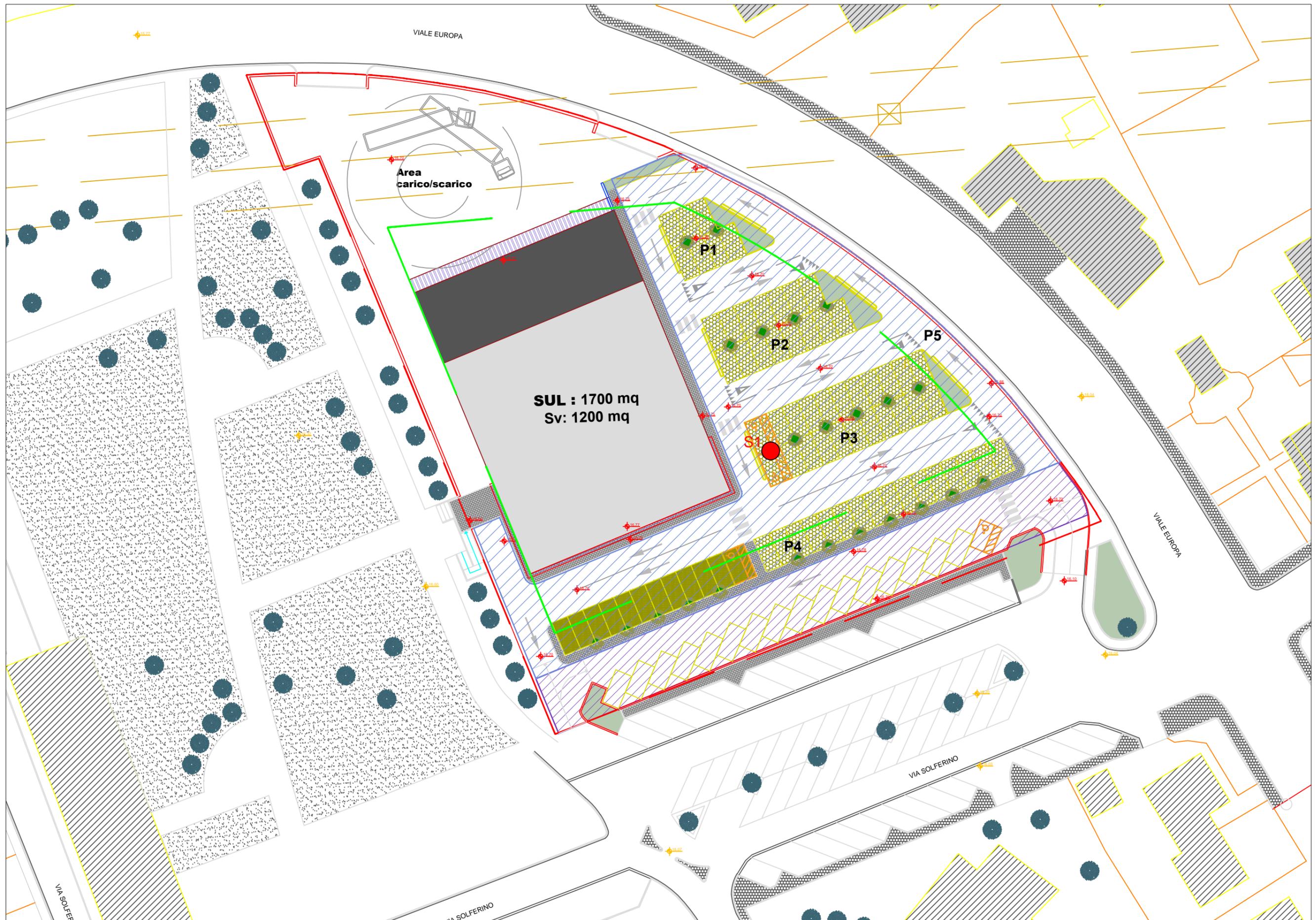


FIGURA 11: Planimetria generale di progetto con ubicazione sondaggio geognostico attrezzato per esecuzione di indagine sismica in foro Down-Hole (scala 1:500)

ALLEGATO 1

ELABORAZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SPT

Committente: Unicoop Firenze sc Descrizione: Piano di Recupero Castelfranco di Sotto Località:	
------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: PROVE SPT IN FORO

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.76 m
Peso sistema di battuta	4.2 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	7 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	0.997
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

PROVA ...SPT 1

Strumento utilizzato...
Prova eseguita in data
Falda non rilevata

PROVE SPT IN FORO
19/02/2019

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
5.15	2
5.30	3
5.45	3

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA SPT 1

Strato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo Elastico (Kg/cm ²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm ²)	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1)	0.00-5.45	5.982	Incoerente	1.58	1.89	25.94	--	42.47	---	0.34	349.26	113.12