



COMUNE DI PISA

Direzione Urbanistica – Edilizia Privata – Servizi
Amministrativi alla Mobilità - Espropri

Ufficio Urbanistica
~

Palazzo Pretorio – Vicolo del Moro, 2

e-mail: urbanistica@comune.pisa.it
Tel: 050 910339

sito internet:
www.comune.pisa.it/urbanistica

VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE
MEDIANTE APPROVAZIONE DEL PROGETTO DI OPERA PUBBLICA O DI PUBBLICA UTILITA'
PARCO TERRITORIALE DI VIA PUNGILUPO
VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO VIGENTE ai sensi dell'art. 34 della L.R. 65/2014

Responsabile procedimento:

Ing. Daisy Ricci

Relazione specialistica predisposta da:

Dott. Geol. Alessandra Pippi

RELAZIONE DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA



Relazione redatta ai sensi del D.P.G.R. 30 GENNAIO 2020, N. 5/R - Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche.

Data	Pagine	Identif.	Elaborato
03.2022	1 a 53	01	FATT GEOL-VAR. PUNGIL.

INDICE

PREMESSA. L'ACCORDO DI PROGRAMMA PER IL TRASFERIMENTO DELLE ATTIVITÀ DELL'AZIENDA OSPEDALIERA PISANA E DEL POLO UNIVERSITARIO DA S. CHIARA A CISANELLO (MARZO 2005)	3
IL PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA ED URBANA – PISA THIS.....	5
ATTUALE DESTINAZIONE DELL'AREA E PREVISIONE DELLA VARIANTE	6
INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA.....	7
DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	8
RIFERIMENTI NORMATIVI.....	9
SINTESI DELLE CONOSCENZE, ANALISI ED APPROFONDIMENTI.....	11
VINCOLO IDROGEOLOGICO	11
PERICOLOSITÀ E VULNERABILITÀ.....	11
ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI IDRAULICI.....	12
PIANO STRALCIO RELATIVO ALLA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO DEL BACINO DEL FIUME ARNO (P.R.I.)	12
PIANO DI GESTIONE DELLE ACQUE (PGA)	12
PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (P.G.R.A.).....	13
PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE DEI COMUNI DI PISA E CASCINA (P.S.I.).....	18
PROGRAMMA ANNUALE DI RIESAME DELLE MAPPE DELLE AREE A PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE DEL RETICOLO IDRAULICO PRINCIPALE (AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE)	19
VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA E LIVELLI DI RISCHIO.....	19
VINCOLI RETICOLO IDRAULICO AI SENSI DELLA L.R. 41/2018	22
ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI	24
PIANO STRUTTURALE COMUNALE (1998).....	24
PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE DEI COMUNI DI PISA E CASCINA	28
ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI IDROGEOLOGICI	29
PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE DEI COMUNI DI PISA E CASCINA	31
ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI	33
AGGIORNAMENTO DEL QUADRO CONOSCITIVO DEL R.U.....	36
PERICOLOSITÀ DERIVANTE DAL PIANO STRUTTURALE COMUNALE (1998).....	36
ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI LOCALI	38
AGGIORNAMENTO DEL QUADRO CONOSCITIVO DEL R.U.....	39
INDAGINI SISMICHE	39
PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE DEI COMUNI DI PISA E CASCINA	41
VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ.....	44
PERICOLOSITÀ GEOLOGICA	44
PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONI.....	45
PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE	46
CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOLOGICI, AL RISCHIO DI ALLUVIONI E AGLI ASPETTI SISMICI	48
PARCO TERRITORIALE – VIA PUNGILUPO	49
FATTIBILITÀ GEOLOGICA	51
FATTIBILITÀ IDRAULICA.....	51
FATTIBILITÀ SISMICA	53
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	53

PREMESSA. L'ACCORDO DI PROGRAMMA PER IL TRASFERIMENTO DELLE ATTIVITÀ DELL'AZIENDA OSPEDALIERA PISANA E DEL POLO UNIVERSITARIO DA S. CHIARA A CISANELLO (MARZO 2005)

Il 17 dicembre 2004 è stato sottoscritto il **Protocollo di intesa/Accordo di Programma** per il trasferimento delle attività dell'Azienda Ospedaliera Pisana e del Polo Universitario, dall'Ospedale di Santa Chiara all'Ospedale di Cisanello, dai rappresentanti della Regione Toscana, dell'Azienda Ospedaliera Pisana, dell'Università di Pisa, del Comune di Pisa, della Provincia di Pisa, del Comune di San Giuliano Terme, della Direzione Regionale per i beni culturali e paesaggistici della Toscana, della Soprintendenza per i beni archeologici della Toscana, della Soprintendenza per i beni architettonici, per il paesaggio e per il patrimonio storico e artistico ed etno-antropologico delle Province di Pisa, Livorno, Lucca e Massa Carrara (denominata "Soprintendenza mista di Pisa"), del Consorzio di Bonifica "Ufficio dei Fiumi e Fossi", dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno e dell'Azienda USL 5 di Pisa.

Nell'ambito dell'accordo è stata definita la necessità di realizzare complessivamente delle opere di sistemazione idraulica al fine della messa in sicurezza del bacino idrografico dove è previsto il suddetto trasferimento.

Con riferimento alla definizione degli interventi di sistemazione idraulica è stato attivato un gruppo di lavoro tecnico, coordinato dal Consorzio di Bonifica "Ufficio Fiumi e Fossi", finalizzato alla progettazione ed alla realizzazione delle opere di miglioramento e adeguamento del reticolo idraulico di bonifica esistente nell'area di Pisa Nord – Est (quartiere Cisanello e frazione di Ghezzano), così come di seguito descritti.

Il progetto in oggetto propone la messa in sicurezza idraulica oltre che della nuova piattaforma Ospedaliera anche delle aree, in buona parte urbanizzate, poste nei Comuni di Pisa (Cisanello) e San Giuliano Terme (Ghezzano), delimitate a sud e ad est dall'ansa dell'Arno.

In sintesi, gli obiettivi principali del progetto sono:

- 1) messa in sicurezza idraulica dell'Ospedale di Cisanello, garantendo un efficiente sistema per la captazione e l'allontanamento delle acque meteoriche;
- 2) riduzione consistente del livello di rischio idraulico per le zone di Cisanello e Ghezzano;
- 3) diminuzione del carico idraulico su parte della città di Pisa, in modo particolare sui quartieri della Fontina e di Porta a Lucca attraversati dal fosso dei 6 Comuni.

Negli ultimi decenni, infatti, si è assistito al progressivo incremento degli insediamenti urbani e più in generale delle aree impermeabilizzate, a discapito di aree permeabili agricole con un conseguente incremento dei deflussi superficiali, che unito alla riduzione dei tempi di corrivazione, ha prodotto un notevole aumento dei carichi idraulici sul reticolo idrico ricettore.

Per la concreta attuazione di tali interventi, nell'accordo di programma è stata quindi inserita la previsione di un progetto di riassetto idraulico per la messa in sicurezza dell'intero bacino, la cui dorsale idraulica principale è costituita dal fosso dei *Sei Comuni*, dal fosso *Marmigliaio* e dal fosso *Oseretto*.

Il progetto generale si concretizza attraverso due stralci:

-il primo stralcio è articolato in tre lotti funzionali, il primo dei quali, dedicato al nuovo ospedale e al bacino dello Scolo delle Piagge, è stato recentemente completato (collettore e nuova opera di scarico in Arno). Il secondo e principale lotto, che consiste nella realizzazione dei canali di bonifica e dei collettori e di drenaggio urbano a scolo misto e nella costruzione del nuovo impianto idrovoro con

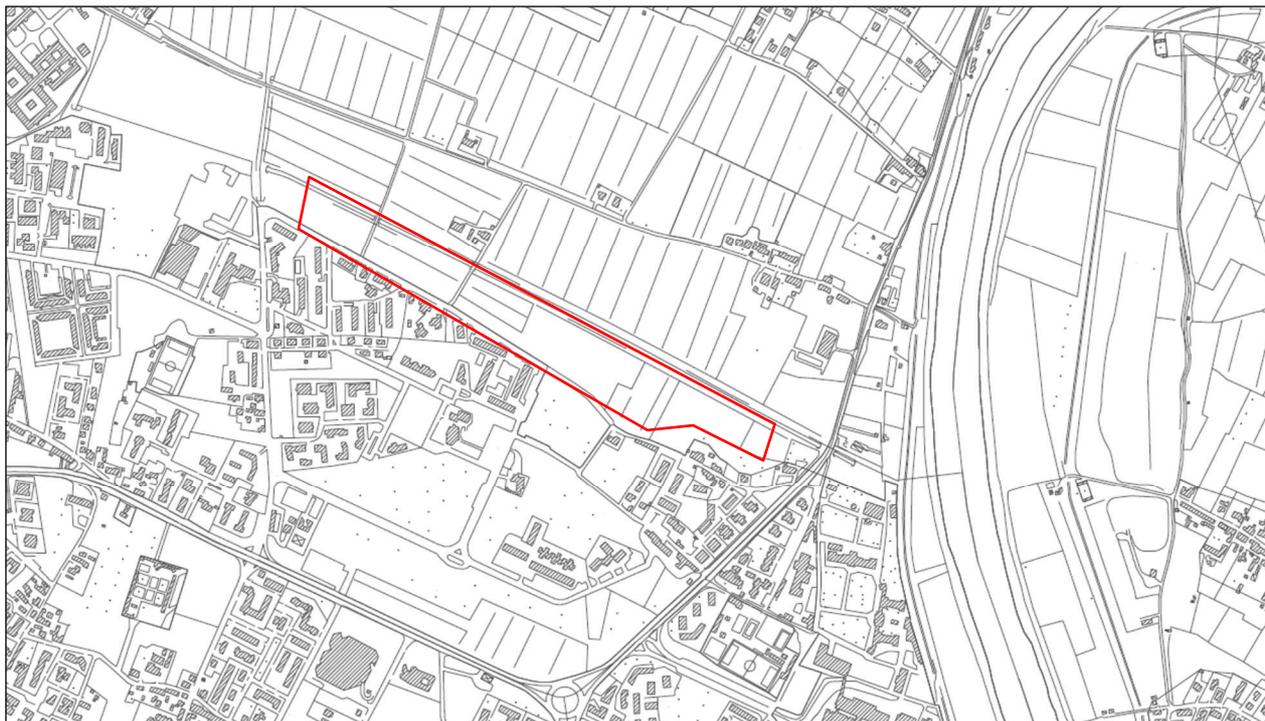


Figura 2. Planimetria degli interventi per il riassetto idraulico dei bacini di Pisa Nord-Est nei Comuni di Pisa e San Giuliano Terme.

IL PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA ED URBANA – PISA THIS

Il “Programma innovativo nazionale per la qualità dell’abitare” (P.I.N.Q.U.A), di cui al comma 437 dell’articolo 1 della legge 27 dicembre 2019, n. 160, è teso alla rigenerazione, in un’ottica di innovazione e sostenibilità di tessuti e ambiti urbani particolarmente degradati e carenti di servizi non dotati di adeguato equipaggiamento infrastrutturale.

Il Comune di Pisa ha partecipato al suddetto bando con tre diverse proposte tra le quali la proposta denominata “Progetto di riqualificazione edilizia ed urbana – Pisa.This (Tolerance, Hospitality, Inclusion e Sustainability)”.

Il progetto PISA.THIS, sviluppato nell’ambito del Programma Innovativo Nazionale per la Qualità dell’Abitare, si colloca in un’area periurbana ubicata a nord est della città di Pisa a confine con il Comune di San Giuliano Terme.

L’area è disciplinata dal regolamento urbanistico come area agricola periurbana ed inoltre è classificata come cassa di espansione idraulica, ai sensi dell’accordo di programma per il trasferimento delle attività dell’azienda ospedaliera pisana e del polo universitario da Santa Chiara a Cisanello; il Consorzio di bonifica 4 basso Valdarno attuatore dell’accordo sta appaltando i lavori inerenti al riassetto idraulico dei bacini di Pisa nord est nei comuni di Pisa e San Giuliano Terme.

Nell’area in oggetto sono previste delle casse di espansione a corredo della regimazione idraulica dei canali posti a nord che confluiscono in un fosso murato che recapiterà nel costruendo impianto idrovoro per lo scarico delle acque meteoriche nel fiume Arno, per la sicurezza dagli eventi atmosferici estremi sia dell’abitato di Pisa nord est, che di San Giuliano Terme ed inoltre del grande complesso ospedaliero in fase di ampliamento.

Ne consegue che si rende determinante realizzare un grande parco a verde pubblico attrezzato, con funzione anche di cassa di espansione per la laminazione idraulica a seguito di eventi meteorologici estremi, in modo tale da poter disporre di un grande parco accessibile, sicuro e

connesso, attraverso una pista ciclabile, ai quartieri limitrofi, all'ospedale di Cisanello ed infine alla città storica.

L'obiettivo è che il parco proposto possa divenire un'area a valenza fortemente ambientale con importanti alberature sia per contribuire all'abbattimento delle emissioni climalteranti in ambito urbano, sia per creare spazi a verde pubblico per la socializzazione ed integrazione delle persone delle presenti e future generazioni.

Il Comune di Pisa ha ottenuto, per la proposta in oggetto, il finanziamento di cui al Bando PiNQUA ottenendo il primo posto tra quelle presentate in Regione Toscana.

ATTUALE DESTINAZIONE DELL'AREA E PREVISIONE DELLA VARIANTE

Il progetto PISA.THIS, sviluppato nell'ambito del Programma Innovativo Nazionale per la Qualità dell'Abitare, si colloca in un'area periurbana ubicata a nord est della città di Pisa a confine con il Comune di San Giuliano Terme.

L'area del Parco di Via Pungiluppo è disciplinata dal regolamento urbanistico come area agricola periurbana ed inoltre è classificata come cassa di espansione idraulica, ai sensi dell'accordo di programma per il trasferimento delle attività dell'azienda ospedaliera pisana e del polo universitario da Santa Chiara a Cisanello; il Consorzio di bonifica 4 basso Valdarno attuatore dell'accordo sta appaltando i lavori inerenti al riassetto idraulico dei bacini di Pisa nord est nei comuni di Pisa e San Giuliano Terme.

Per la variante in oggetto trova applicazione l'art. 34 della Legge 65 "Varianti mediante approvazione del progetto" ovvero qualora l'approvazione del progetto di un'opera pubblica o di pubblica utilità costituisca variante agli strumenti di pianificazione territoriale o urbanistica del comune, l'amministrazione competente pubblica il relativo avviso sul BURT e rende accessibili gli atti in via telematica, dandone contestuale comunicazione alla Regione, alla provincia o alla città metropolitana.

La variante urbanistica in oggetto comporta nuovo impegno di suolo non edificato fuori dal perimetro del territorio urbanizzato; su essa si è già pronunciata la Conferenza di Copianificazione come di seguito specificato.

L'area in oggetto, in sede di conferenza di Copianificazione di cui all'art.25 della L.R. 65/2014, è stata inserita all'interno del sistema integrato del verde; l'intervento denominato SIV 2.b "realizzazione del sistema dei Parchi urbani nei Comune di Pisa e Cascina" costituisce uno degli elementi della connettività verde urbana e territoriale.

In base agli esiti della suddetta conferenza di copianificazione tenutasi il 10.04.2020 tale intervento è stato valutato conforme a quanto previsto dall'art. 25 comma 5 e conseguentemente il Piano strutturale adottato lo ha assunto all'interno della disciplina di Piano – art. 69 UTOE 7p Pisanova – Cisanello - quale obiettivo strategico finalizzato alla realizzazione di un sistema di verde urbano da attuarsi attraverso progetti di riforestazione urbana e di parchi a livello urbano e territoriale.

L'area del Parco di via Pungiluppo è attualmente individuata dal Vigente R.U. tra le *Aree agricole periurbane* di cui all'art. 1.1.1.8 delle Norme del Regolamento Urbanistico.

La Variante prevede per l'area una nuova destinazione urbanistica ovvero la destinazione a *Parco territoriale* di cui all'art. 1.1.1.10 del R.U.

In attuazione dell'art.104 della L.R. 10 novembre 2014, n. 65 e secondo le disposizione del D.P.G.R. 30 gennaio 2020, n. 5, la presente relazione in materia di indagini geologiche costituisce, a seguito

della proposta di variante al Regolamento urbanistico vigente, elaborato necessario per il deposito presso gli uffici del Genio Civile Valdarno Inferiore.

Risulta opportuno richiamare quanto segue:

l'Amministrazione comunale,

- con Deliberazione della Giunta Comunale n. 44 del 15/03/2021, ha approvato la proposta di PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA ED URBANA - PISA.THIS – del P.I.N.QU.A. “Programma Innovativo Nazionale per la Qualità dell’Abitare di cui al D.M. 395/202020;
- con Determinazione Dirigenziale n. 1655 del 23/12/2021 ha avviato la procedura di variante al Regolamento Urbanistico relativa al “P.I.N.QU.A. *“programma innovativo nazionale per la qualità dell'abitare” di cui al d.m. 395/202020 - Redazione Variante al Regolamento Urbanistico– Avviso di avvio del procedimento amministrativo diretto all’apposizione del vincolo preordinato all’esproprio di pubblica utilità (art. 11 comma 1, D.P.R. n° 327/2001) finalizzato alla realizzazione del Parco di Via Pungiluppo contenuto nella Proposta progetto di riqualificazione edilizia ed urbana – Pisa This.”;*
- con Determina Dirigenziale n. 1655 del 23/12/2021 ha contestualmente dato avvio al procedimento di verifica di assoggettabilità a VAS semplificata e contestuale approvazione di relazione tecnica e relazione motivata ai sensi dell’art. 5, comma 3 ter della L.R. n. 10/2010;
- con provvedimento dirigenziale della Direzione Turismo -Tradizioni storiche - Ambiente n. 71 del 21/01/2022 ha formulato la presa d’atto dell’esclusione dell’assoggettabilità a VAS della variante in oggetto ai sensi e per gli effetti dell’art. 5, comma 3 ter, della L.R. n. 10/2010 per le motivazioni indicate nella valutazione del Nucleo Comunale per le Valutazioni Ambientali, quale parte integrante e sostanziale del medesimo provvedimento;
- ha individuato quale Autorità Competente per la VAS, il Nucleo Comunale per le Valutazioni Ambientali del Comune di Pisa.

Con avviso di avvio del procedimento amministrativo diretto all’apposizione del vincolo preordinato all’esproprio per pubblica utilità, finalizzato alla realizzazione del Parco di Via Pungiluppo, l'Amministrazione comunale ha avviato il procedimento diretto alla variazione dello strumento urbanistico.

Per la variante in oggetto trova applicazione l’art. 34 della L.R. 65/2014 *“Varianti mediante approvazione del progetto”* per il quale l’approvazione del progetto di un’opera pubblica o di pubblica utilità, costituisce variante agli strumenti di pianificazione territoriale o urbanistica del comune.

Le modalità per l’adozione della Variante in oggetto seguono le indicazioni di cui all’art. 34 della L.R. 65/2014 ed in particolare, all’adozione e alla pubblicazione sul BURT segue il periodo di osservazioni e, decorsi i termini, la variante diventa efficace.

INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL’AREA

L’area oggetto di Variante urbanistica è posta nel settore nord-orientale del territorio comunale di Pisa, al confine col comune di San Giuliano Terme; essa si sviluppa principalmente in direzione Est-Ovest ed ha vocazione agricola.

Il perimetro dell’area è delimitato a Nord dal Fosso dei sei Comuni (tale corso d’acqua sarà oggetto degli interventi di riorganizzazione idraulica della zona) ed a Sud dalla Via Pungiluppo.

Come già indicato, l'area del Parco di via Pungilupo è attualmente individuata dal Vigente R.U. tra le *Aree agricole periurbane* di cui all'art. 1.1.1.8 delle Norme del Regolamento Urbanistico.

La Variante urbanistica prevede per l'area la nuova destinazione a *Parco territoriale* di cui all'art. 1.1.1.10 del R.U.

Di seguito è rappresentata sinteticamente e sotto forma di tabella l'individuazione dell'area oggetto della previsione di variante urbanistica e l'attuale destinazione:

Area interessata dalle previsioni di variante	Attuale destinazione urbanistica	Nuova previsione urbanistica
Area Via Pungilupo	Aree agricole periurbane (di cui all' art. 1.1.1.8 delle Norme del Regolamento Urbanistico) (A.P.)	Parco territoriale (di cui all' art. 1.1.1.10 delle Norme del R.U.) (P.T.)

Destinazione d'uso	Descrizione
A.P.	Area Agricola Periurbana
P.T.	Parco Territoriale

La figura individua l'area oggetto della Variante urbanistica – Parco territoriale di Via Pungilupo

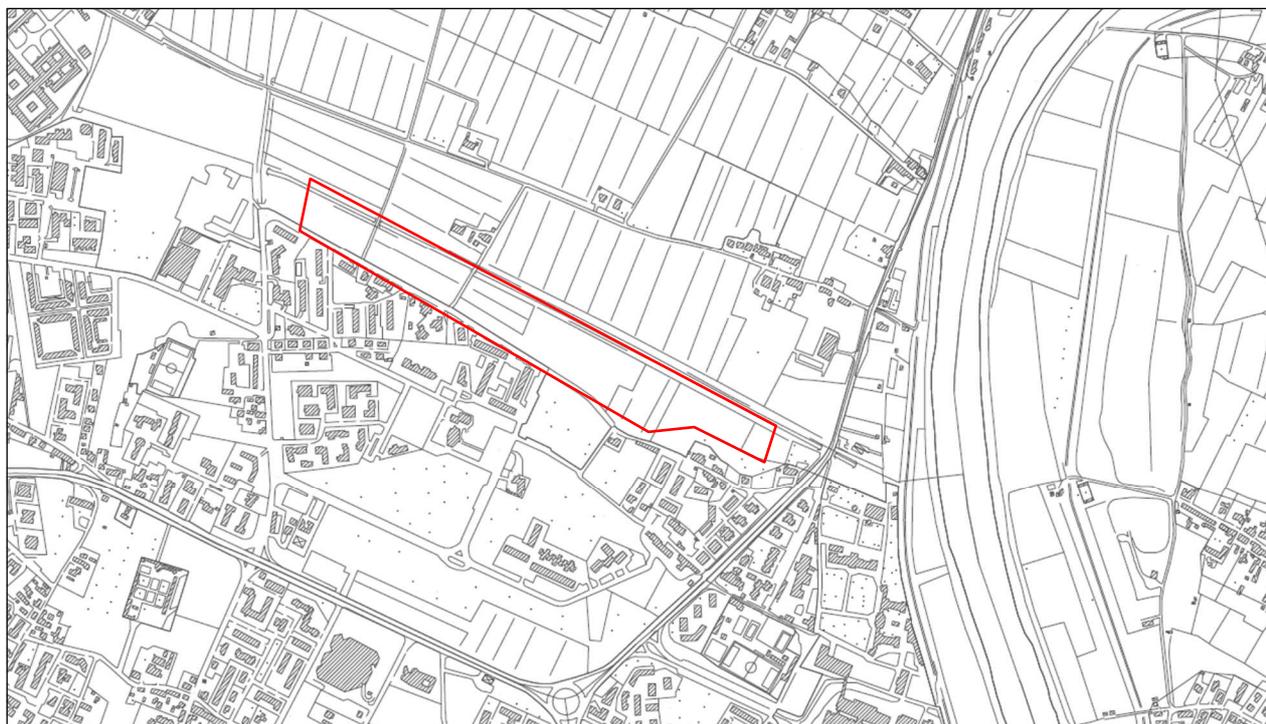


Fig. 3. Planimetria generale con individuazione dell'area oggetto di variante–Area del Parco territoriale di Via Pungilupo.

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il progetto prevede, in un'area con estensione di circa 11 ettari delimitata a sud da via Pungilupo ed a nord dal fosso dei Sei Comuni, la messa a dimora di 1.800 specie arboree articolate con filari

alberati, boschi urbani compatti e radi di diverse specie autoctone di diverse dimensioni ed adatte ai climi umidi tipici dei boschi igrofilii.

Come già indicato, l'area sarà interessata da opere di sistemazione idraulica finalizzate alla realizzazione di opere di miglioramento e adeguamento del reticolo idraulico di bonifica esistente per la messa in sicurezza, oltre che della nuova piattaforma Ospedaliera anche delle aree in buona parte urbanizzate, poste nei Comuni di Pisa (Cisanello) e San Giuliano Terme (Ghezzano).

Tutto il comparto prevede la realizzazione di tre aree d'espansione/parco urbano, con l'individuazione e l'utilizzazione di aree depresse naturali, da dedicare a casse di espansione per l'invaso delle acque di piena, dimensionate per eventi con tempo di ritorno duecentennale. Il Parco territoriale di Via Pungiluppo rappresenterà una di queste casse.

Il Parco territoriale sarà attrezzato con la realizzazione di una pista ciclabile e pedonale, lungo via Pungiluppo che seguirà l'andamento del terreno per una lunghezza di 1.000 m e larghezza complessiva di 2,5 m. Il nuovo percorso ciclabile e pedonale conetterà, attraverso una mobilità dolce, i quartieri nord e sud di Pisanova separati dalla viabilità a grande scorrimento di traffico sia su via di Cisanello che su via Bargagna poiché entrambe, tra l'altro, si collegano all'ospedale di Cisanello che è in fase di un grande ampliamento delle strutture sanitarie. Sul percorso della pista ciclopedonale sono previste l'installazione di panchine, bacheche informative, rastrelliere per biciclette e l'impianto di pubblica illuminazione alimentato dai pannelli fotovoltaici posti in copertura del gazebo attrezzato, l'impianto di videosorveglianza e gli hot spot WI-FI per dare all'area piena connessione digitale.

Altresì il progetto prevede la realizzazione di un'area ludica attrezzata a quota di sicurezza idraulica pertanto sempre fruibile articolata in quattro aree con specifiche attrezzature ludiche e arredo urbano e un'area per la lettura e giochi da tavolo attrezzata con un gazebo e tavoli picnic.

E' stato previsto di impiegare materiali naturali sia per la pista ciclopedonale, costituiti da fondazioni stradali in stabilizzato di pietre calcaree con finitura superficiale con terre compattate, sia per le pavimentazioni delle aree ludiche costituite in gomma colata drenante.

RIFERIMENTI NORMATIVI

Le presenti indagini geologico-tecniche sono state redatte ai sensi della seguente disciplina e normativa pianificatoria:

- D.P.C.M. 05.11.99 e ss. mm. e ii.: Approvazione del Piano Stralcio relativo alla riduzione del Rischio idraulico del Bacino del Fiume Arno;
- D.P.C.M. 6 maggio 2005: Approvazione del Piano di Bacino del Fiume Arno, stralcio Assetto Idrogeologico.
- Progetto di Piano stralcio "Bilancio Idrico", Delib. Com. Istituzionale del 21 dic. 2010 e delle relative misura di salvaguardia;
- D.P.C.M. 27 ottobre 2016. Approvazione del Piano di gestione del rischio di alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino settentrionale.
- Piano di Bacino stralcio "Gestione del Rischio Alluvioni" del bacino del fiume Arno (P.G.R.A.) approvato con delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016 e succ. modificato in data 14 marzo 2017 con determina dirigenziale n. 9.
- Piano di Indirizzo Territoriale della Regione Toscana (P.I.T.), Delib. Reg. n. 72 del 24 luglio 2007;

- D.G.R.T. 26 maggio 2014, n. 421 “aggiornamento dell’allegato 1 (elenco comuni) e dell’allegato 2 (mappa) della D.G.R.T. 08.10.2012 n. 878 “Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale: in attuazione dell’O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006 ed ai sensi del D.M. 14.01.2008 – Revoca della D.G.R.T. 431/2006 e cessazione di efficacia dell’elenco dei Comuni a Maggior Rischio Sismico della Toscana (D.G.R.T. 841/2007);
- O.P.C.M. n. 3274 del 20-03-2003 e s. m. e i.;
- D.M. 17-01-2018: “Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”;
- CIRCOLARE 21 gennaio 2019 , n. 7 C.S.LL.PP. .
- Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- D.G.R.T. 19 giugno 2006, n. 431 “Riclassificazione sismica del territorio regionale: Attuazione del DM 14.9.2005 e OPCM 3519 del 28 aprile 2006 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell’11.5.2006”;
- D.P.G.R.T. 36/R del 09 luglio 2009 – “Regolamento di attuazione dell’articolo 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 [...]”;
- L.R. 24 luglio 2018, n. 41 - Disposizioni in materia di rischio alluvioni e di tutela dei corsi d’acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione del rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e all l.r. 65/2014;
- D.P.G.R.T. n. 5/R del 30 gennaio 2020 – “Regolamento di attuazione dell’art. 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche”;
- R.D. 3267/23, L.R. 39/00 e s.m.i., D.P.G.R.T. 48/R/03 e s.m.i. in materia di Vincolo Idrogeologico;
- L.R. 27.12.2012 n. 79 “Nuova disciplina in materia di consorzi di bonifica. Modifiche alla l.r. 69/2008 e alla l.r.91/1998. Abrogazione della l.r. 34/1994” e sue m. e i.;
- D.C.R.T. 21 dicembre 2016, n. 101 “Modifiche al reticolo idrografico e di gestione di cui alla legge regionale 27 dicembre 2012, n. 79 (Nuova disciplina in materia di consorzi di bonifica. modifiche alla l.r. 69/2008 e alla l.r. 91/1998. Abrogazione della l.r. 34/1994)”, approvato con deliberazione del Consiglio regionale 10 febbraio 2015, n. 9;
- Piano Strutturale del Comune di Pisa approvato con Delib. del C.C. n. 103 del 21/10/1998.
- Regolamento Urbanistico approvato con Delibera del Consiglio Comunale n. 43 del 28.07.2001 con successive modifiche (Delibera del C.C. n. 20 del 04.05.2017, esecutiva);
- Aggiornamento del quadro conoscitivo del R.U. approvato con Delibera del Consiglio Comunale n. 3 del 28/01/2020;
- Piano Strutturale Intercomunale dei comuni di Pisa e Cascina adottato con Delib. del C.C. n. 30 del 23/07/2020.

La presente relazione costituisce lo studio teso a verificare la pericolosità delle aree di variante sotto il profilo geologico, idraulico e sismico al fine di individuare le condizioni che garantiscano la fattibilità degli interventi di trasformazione al Regolamento Urbanistico, relativamente agli interventi in oggetto, così come disciplinato dal Regolamento Regionale D.P.G.R. 30 gennaio 2020, n. 5/R, in attuazione dell’art. 104 della L.R. n. 65/2014.

Tale Regolamento, come indicato all’Art. 1, comma 1, punto a), disciplina “a) le direttive per la predisposizione delle indagini che verificano la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico, idraulico e sismico, le aree esposte a rischio e la fattibilità degli interventi di trasformazione in relazione all’obiettivo della mitigazione dei rischi”.

In particolare la presente relazione è stata redatta secondo le *Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche* riportate nell'Allegato A del sopraccitato regolamento (DPGR 5/R del 30/01/2020) che si articolano in:

- una prima fase di sintesi delle conoscenze;
- una fase successiva di analisi ed approfondimento per poter giungere ad una valutazione delle aree a pericolosità geologica, da alluvioni e sismica locale;
- ed in ultimo la definizione delle condizioni di fattibilità in relazione agli aspetti geologici, al rischio di alluvioni, a problematiche idrogeologiche, agli aspetti sismici.

SINTESI DELLE CONOSCENZE, ANALISI ED APPROFONDIMENTI

ASPETTI URBANISTICO – TERRITORIALI

I capitoli che seguono esaminano i principali vincoli territoriali che insistono sull'area oggetto di variante.

VINCOLO IDROGEOLOGICO

L'area oggetto di variante **non rientrano in area soggetta a vincolo idrogeologico**, ai sensi della R.D.L. n. 3267 del 30.12.23 (*"Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani"*) e del R.D. n. 1126 del 16.05.26 (*"Approvazione del regolamento per l'applicazione del R.D. 30.12.1923 n. 3267"*). Tale norma è stata poi attuata e disciplinata a livello regionale dalla L.R. 21.03.2000, n° 39 (*denominata "Legge forestale della Toscana"*) modificata dalla L.R. 01/2003 e dal relativo *Regolamento forestale della Toscana, Decreto del Presidente della G.R. n. 48/R del 08.08.2003*; quest'ultimo è stato poi modificato con il testo coordinato D.P.G.R. n. 32/R del 16.03.2010 e successivamente con il D.P.G.R n. 53/R del 05.05.2015 e col recente Regolamento 19 febbraio 2019, n. 11/R.

PERICOLOSITÀ E VULNERABILITÀ

Sono di seguito descritti, per l'area oggetto di variante, gli aspetti legati alla pericolosità e vulnerabilità, relativamente ai Piani di Bacino, al PTCP, al Piano Strutturale (PS) ed al Piano Strutturale Intercomunale dei Comuni di Pisa e Cascina (PSI) recentemente adottato.

La pericolosità e vulnerabilità, sono illustrate in apposito capitolo.

Tenuto conto che:

- ✚ le misure di salvaguardia di cui al Titolo VII della D.C.R. n°12 del 25 gennaio 2000 "Piano di Indirizzo Territoriale" risultavano vigenti fino all'8 marzo 2005,
- ✚ il PTC provinciale è stato approvato il 27/07/2006 con delibera C.P. n° 100; le norme prevedono che tutta la parte della disciplina del PTC riguardante le aree a differenti classi di pericolosità geomorfologica ed idraulica e la relativa cartografia sia sostituita dalle disposizioni del P.A.I.. Per quanto attiene la vulnerabilità idrogeologica la disciplina approvata nel PTC del 1998 mantiene la sua validità, non essendo al momento oggetto di disciplina specifica da parte dei piani di assesto idrogeologico.

Gli aspetti da analizzare per quanto attiene la pericolosità idraulica sono legati oltre che ai contenuti del Piano Strutturale (PS), al Piano Strutturale Intercomunale dei Comuni di Pisa e Cascina recentemente adottato (PSI), al Piano di Bacino stralcio "Riduzione del rischio idraulico", al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del bacino del fiume Arno (PGRA).

Si ricorda che con le delibere del Comitato Istituzionale n. 231 e 232 del 17 dicembre 2015 è stato adottato il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del bacino del fiume Arno con apposizione delle misure di salvaguardia e successivamente con delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016 il Piano è stato definitivamente approvato, si evidenzia che il P.A.I. (parte idraulica) è decaduto a seguito dell'approvazione del PGRA, inoltre in data 14 marzo 2017 con determina dirigenziale n. 9 sono state approvate le modifiche della perimetrazione delle aree a pericolosità da alluvione della cartografia di PGRA riguardanti il reticolo idraulico principale – Area pisana dal Canale Scolmatore alla foce a mare nel territorio dei Comuni di Pisa, Cascina, San Giuliano Terme e Vicopisano. Approvazione ai sensi dell'art. 14 commi 2, 3 e 4 della disciplina di Piano “Modifiche alle mappe delle aree con pericolosità da alluvione e del rischio”. (PRI+PGRA+PS).

Nel bacino del fiume Arno e negli ex bacini regionali toscani il Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI), stralcio del Piano di bacino si applica per la parte relativa alla **pericolosità da frana e da dissesti di natura geomorfologica** mentre la parte relativa alla **pericolosità idraulica** del PAI è **abolita** e sostituita integralmente dal Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA).

Per la pericolosità geologica gli aspetti da analizzare sono legati, oltre che al Piano di Bacino, al Piano Strutturale Comunale ed al Piano Strutturale Intercomunale dei Comuni di Pisa e Cascina recentemente adottato.

Di seguito sono descritti gli aspetti legati alla pericolosità e vulnerabilità delle aree oggetto di variante urbanistica.

ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI IDRAULICI

Secondo le vigenti normative in materia di pericolosità e rischio idraulico, dettate dall'Autorità di Bacino del fiume Arno, oggi AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE, dalla Regione Toscana, dalla ex Provincia di Pisa, dal Piano Strutturale Comunale e dal Piano Strutturale Intercomunale dei Comuni di Pisa e Cascina, le aree d'interesse risultano essere sottoposte a particolari vincoli e direttive.

PIANO STRALCIO RELATIVO ALLA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO DEL BACINO DEL FIUME ARNO (P.R.I.).

Nel Piano Stralcio relativo alla *Riduzione del Rischio Idraulico* del Bacino del fiume Arno, approvato con D.P.C.M. 5 novembre 1999, l'area di variante risulta:

- ✦ nella “Carta degli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno (Scala 1:10.000)” **non essere interessata da aree destinate ad interventi di tipo A o di tipo B;**
- ✦ nella “Carta delle aree di pertinenza fluviale dell'Arno e degli affluenti (Scala 1:25.000)” **essere interna a tali aree;**
- ✦ nella “Carta guida delle aree allagate redatte sulla base degli eventi alluvionali significativi (1966 - 1999)”, (Scala 1:25.000) **essere tra quelle interessate da “inondazioni eccezionali”.**

PIANO DI GESTIONE DELLE ACQUE (PGA)

Il Piano di Gestione delle Acque del Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, è lo strumento con il quale vengono fissati gli obiettivi di non deterioramento e di raggiungimento del

buono stato per i corpi idrici superficiali (stato ecologico e stato chimico) e per i corpi idrici sotterranei (stato quantitativo e stato chimico).

Lo stato chimico dei corpi idrici superficiali del territorio comunale è classificato come non buono; lo stato ecologico dei corpi idrici superficiali del territorio comunale è classificato come scadente o pessimo.

Il corpo idrico sotterraneo del Valdarno Inferiore e Piana Costiera Pisana – Zone Pisa profonda, è classificato in stato quantitativo e chimico BUONO, con l'obiettivo del mantenimento di tale stato di qualità.

PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (P.G.R.A.)

Nel Comitato Istituzionale del 22 dicembre 2014 sono stati presentati i progetti di piano di gestione realizzati dalle UoM del distretto. Seguendo le indicazioni della direttiva "alluvioni" e del decreto di recepimento 49/2010, con il coordinamento dell'Autorità di bacino del fiume Arno, le autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali, insieme alle regioni del distretto, hanno predisposto i progetti di piano.

Il Piano Assetto Idrogeologico dell'Arno (PAI), per la parte inerente alla pericolosità idraulica, è il punto di partenza da cui prende origine tutto il lavoro di mappatura della pericolosità e del rischio alluvionale secondo i requisiti richiesti dalla direttiva 2007/60/CE. Richiamando l'art. 6 del decreto di recepimento della direttiva (D.Lgs. n. 49/2010), le autorità competenti predispongono mappe di pericolosità e di rischio, facendo salvi gli strumenti già predisposti nell'ambito della pianificazione di bacino in attuazione delle norme previgenti. Il PAI rappresenta quindi il quadro di riferimento principale da cui sono state sviluppate le mappe che, sempre secondo il decreto di recepimento, dovevano essere realizzate per giugno 2013.

Le mappe di pericolosità e rischio idraulico del bacino dell'Arno hanno preso origine partendo dal cospicuo lavoro svolto nell'ambito del PAI (Piano di Assetto Idrogeologico) realizzato già nel 1999 e quindi continuamente aggiornato. Partendo dalle elaborazioni svolte nel PAI dell'Arno, opportunamente integrato con le elaborazioni svolte nel bacino pilota dell'Ombrone, sono state realizzate le mappe di pericolosità ai sensi della direttiva "alluvioni" e del decreto di recepimento 49/2010. Le mappe sono coerenti con quelle del PAI alla data del 31 dicembre 2012. Seguendo le indicazioni del Ministero dell'Ambiente sono state considerate sei macro categorie di elementi a rischio cui sono state attribuite classi di danno potenziale. Sono state individuate fonti dato di elementi sufficientemente aggiornate e coerenti alla scala di bacino e, quindi, sono state definite le aree a rischio secondo quattro classi. Naturalmente la definizione del rischio è coerente con le fonti dato utilizzate e con la loro maggiore o minore completezza. Nella relazione che accompagna il PGRA è illustrata la metodologia utilizzata e i criteri di rispondenza delle mappe.

Si ricorda che con le delibere del Comitato Istituzionale n. 231 e 232 del 17 dicembre 2015 è stato adottato il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del bacino del fiume Arno con apposizione delle misure di salvaguardia e successivamente con delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016 il Piano è stato definitivamente approvato, si evidenzia che il P.A.I. (parte idraulica) è decaduto a seguito dell'approvazione del PGRA. Il PGRA è stato aggiornato in data 14 marzo 2017 con determina dirigenziale n. 9.

Poiché sia la direttiva sia il decreto di recepimento richiedono, per ciò che concerne la pericolosità, l'individuazione di tre scenari di riferimento (alta, media e bassa probabilità d'inondazione), uno dei primi problemi è stato quello di individuare i possibili scenari senza perdere la coerenza tecnica con il PAI. Infatti, il PAI dell'Arno prevede per la pericolosità quattro scenari di frequenza (30, 100, 200 e oltre 200 anni), cui si sovrappongono indicazioni in merito al battente atteso (superiore o inferiore a

30 centimetri) per gli scenari più frequenti (30 e 100 anni di tempo di ritorno). La sperimentazione compiuta per il bacino dell'Ombrone, oltre ad aggiornare il PAI per l'area in questione come già detto, ha aiutato a individuare gli scenari sui quali costruire le mappe per la direttiva e il decreto.

Gli scenari prescelti, fisicamente più rispondenti alle caratteristiche del bacino, sono pertanto quelli relativi a:

- ✦ alluvioni frequenti (elevata probabilità di accadimento): tempo di ritorno inferiore a 30 anni;
- ✦ alluvioni poco frequenti (media probabilità di accadimento): tempo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni;
- ✦ alluvioni rare (bassa probabilità di accadimento): tempo di ritorno superiore a 200 anni.

P.A.I. (sostituito dal PGRA)	P.G.R.A.	D.P.G.R. 53/R/2011 (abrogato con D.P.G.R. 5/R/2020)	L.R. 41/2018	D.P.G.R. 5/R/2020	Norme in vigore
P.I.4 - pericolosità idraulica molto elevata TR ≤ 30 e battente h ≥ 30 cm	P3 - pericolosità da alluvione elevata, Tr ≤ 30	I.4 pericolosità idraulica molto elevata Tr ≤ 30	Alluvioni frequenti	P3 - pericolosità da alluvione elevata, Tr ≤ 30	P.G.R.A. DGRT 5/R/2020 L.R. 41/2018
P.I.3 - pericolosità idraulica elevata TR ≤ 30 con battente h < 30 cm	P3 - pericolosità da alluvione elevata, Tr ≤ 30	I.4 pericolosità idraulica molto elevata Tr ≤ 30	Alluvioni frequenti	P3 - pericolosità da alluvione elevata, Tr ≤ 30	P.G.R.A. DGRT 5/R/2020 L.R. 41/2018
P.I.3 - pericolosità idraulica elevata 30 < TR ≤ 100 e con battente h ≥ 30 cm	P2 pericolosità da alluvione media 30 < TR ≤ 200;	I.3 pericolosità idraulica elevata 30 < Tr ≤ 200 anni	Alluvioni poco frequenti	P2 pericolosità da alluvione media 30 < TR ≤ 200;	P.G.R.A. DGRT 5/R/2020 L.R. 41/2018
P.I.2 - pericolosità idraulica media 30 < TR ≤ 100 e con battente h < 30 cm	P2 pericolosità da alluvione media 30 < TR ≤ 200;	I.3 pericolosità idraulica elevata 30 < Tr ≤ 200 anni	Alluvioni poco frequenti	P2 pericolosità da alluvione media 30 < TR ≤ 200;	P.G.R.A. DGRT 5/R/2020 L.R. 41/2018
P.I.2 - pericolosità idraulica media 100 < TR ≤ 200	P2 pericolosità da alluvione media 30 < TR ≤ 200;	I.3 pericolosità idraulica elevata 30 < Tr ≤ 200 anni	Alluvioni poco frequenti	P2 pericolosità da alluvione media 30 < TR ≤ 200;	P.G.R.A. DGRT 5/R/2020 L.R. 41/2018
P.I.1 - pericolosità idraulica moderata 200 < TR ≤ 500	P1 pericolosità da alluvione bassa TR > 200 e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale	I.2 pericolosità idraulica media 200 < Tr ≤ 500anni	Alluvioni rare D.Lgv.49/2010	P1 pericolosità da alluvione bassa TR > 200 Alluvioni rare D.Lgv.49/2010	P.G.R.A. DGRT 5/R/2020 D.Lgv.49/2010

Tab. 1. Comparazione tra P.A.I., P.R.G.A., D.P.G.R. 53/R/2011, D.P.G.R. 5/R/2020 e L.R. 41/2018

La Disciplina di Piano definisce le aree con pericolosità da alluvione fluviale e costiera; esse sono rappresentate su tre classi, secondo la seguente gradazione:

- pericolosità da alluvione elevata (P3), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore/uguale a 30 anni;
- pericolosità da alluvione media (P2), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni;
- pericolosità da alluvione bassa (P1) corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale.

Le mappe della Pericolosità da alluvione fluviale e costiera del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni inseriscono l'area oggetto di variante in **classe di pericolosità idraulica media P2**, ad

eccezione di un'unica ridottissima frangia sud-orientale dell'area che è inserita in classe di **pericolosità idraulica bassa P1**.

All'art. 6, la Disciplina di Piano definisce le aree soggette a pericolosità da alluvione media (P2), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni e le aree a pericolosità da alluvione bassa (P1) corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale.

La Disciplina di Piano agli artt. 9, 10 e 11 definisce, per queste classi di pericolosità, le norme e gli indirizzi per gli strumenti di governo del territorio.

Nelle aree P2 per le finalità di cui all'art. 1, l'Autorità di bacino si esprime sugli interventi di seguito elencati, in merito alla compatibilità degli stessi con il raggiungimento degli obiettivi di PGR della U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone:

c) interventi di ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico esistenti, riferite ai servizi essenziali, e della rete infrastrutturale primaria, nonché degli impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006 dichiarati di interesse pubblico;

d) nuovi interventi relativi alle opere pubbliche o di interesse pubblico riferite ai servizi essenziali e alla rete infrastrutturale primaria;

Nelle aree P1 sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto delle condizioni di mitigazione e gestione del rischio idraulico.

La Regione Toscana, con l'emanazione della recente **Legge Regionale 24 luglio 2018, n. 41**, definisce e disciplina le condizioni di gestione del rischio di alluvioni negli strumenti di pianificazione territoriale o urbanistica comunale. Nel rispetto delle disposizioni della L.R. 65/2014, ai fini del raggiungimento almeno di un livello di rischio medio R2, i comuni, nei piani operativi o nelle relative varianti o nelle varianti ai regolamenti urbanistici, individuano nelle zone soggette ad alluvioni frequenti o poco frequenti, le opere (di cui all'articolo 8), necessarie per l'attuazione delle trasformazioni urbanistico-edilizie.

Nelle more dell'adeguamento degli strumenti di pianificazione territoriale o urbanistica comunali alle mappe di pericolosità da alluvione e rischio di alluvione di cui al d.lgs. 49/2010, per cui:

- ✚ **le aree a pericolosità per alluvioni frequenti** corrispondono alle aree classificate negli atti di pianificazione di bacino, in attuazione della direttiva 2007/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2007 relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni, come aree a pericolosità per alluvioni elevata;
- ✚ **le aree classificate a pericolosità per alluvioni poco frequenti** corrispondono alle aree classificate negli atti di pianificazione di bacino, come aree a pericolosità per alluvioni media;
- ✚ **le aree classificate a pericolosità per alluvioni rare**, corrispondono alle aree classificate negli atti di pianificazione di bacino, come aree a pericolosità per alluvioni bassa.

Le previsioni definite dalla variante urbanistica dovranno rispondere alle prescrizioni della L.R. 41/2018, Capo I in merito alla tutela dei corsi d'acqua, alle prescrizioni del Capo II in merito alla gestione del rischio di alluvioni e alle prescrizioni del Capo III in merito agli interventi edilizi all'esterno del perimetro del territorio urbanizzato.

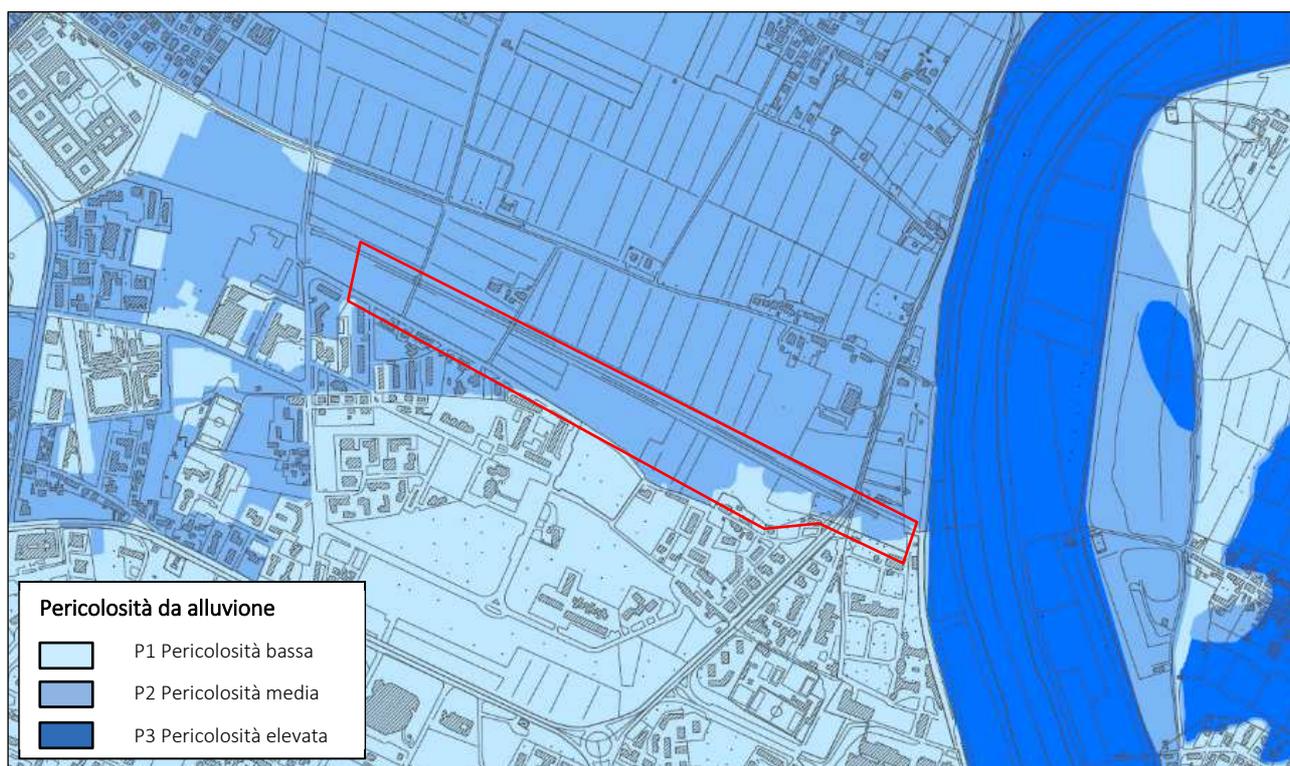


Fig 4. Mappa della Pericolosità da alluvione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni – Area del Parco di Via Pungilupo.

L'area oggetto di variante ricade in area a pericolosità idraulica P2 media, eccezion fatta per una frangia dell'area posta all'estremità sud-orientale che presenta pericolosità idraulica P1.

Il battente idraulico, le velocità, le magnitudo idrauliche e le quote del piano di campagna (ricavate dalla cartografia della Regione Toscana, Rilievo Lidar) dell'area oggetto di variante, sono indicate nella tabella seguente:

Area di variante	Pericolosità P.G.R.A.	Rilievo Lidar	Battente idraulico Tr=200 anni	Velocità	Magnitudo idraulica
Parco Via Pungilupo	P2	da 2,2 a 2,7 metri s.l.m.m	2,77 metri s.l.m.m.	v<1 m/s	da severa a moderata
	P1	da 2,9 a 3,5 metri s.l.m.m	Non presente	Non presente	Non presente

I valori del dato Lidar (DTM) ricavati dal rilievo della Regione Toscana, evidenziano per l'area in oggetto una notevole variabilità, con quote che oscillano tra valori minimi di 2,13 m s.l.m.m. a valori massimi (circostanziati a certe aree limitate) di 3,1-3,8 m sul l.m.m.. Si potrà tuttavia assumere un valore medio del dato di 2,4-2,5 metri.

La mappa del rischio di alluvioni definisce la distribuzione del rischio ai sensi di quanto previsto dal decreto legislativo n. 49/2010. Le aree a rischio sono rappresentate in quattro classi, secondo la seguente gradazione: R4, rischio molto elevato, R3, rischio elevato, R2, rischio medio, R1, rischio basso.

Il Rischio R è il valore atteso delle perdite umane, dei feriti, dei danni alla proprietà, ai beni ambientali, ai beni culturali e delle perturbazioni alle attività economiche dovuto al fenomeno naturale considerato di assegnata intensità. Ai fini applicativi si definisce il valore R del rischio come il prodotto tra pericolosità, vulnerabilità ed entità del bene considerato.

Come evidenziato nella figura seguente, la mappa del Rischio di alluvione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni inserisce l'area oggetto di variante rispettivamente in classe di rischio medio R2 (porzione nord-occidentale dell'area) ed in classe di rischio basso R1 (porzione sud-orientale dell'area).

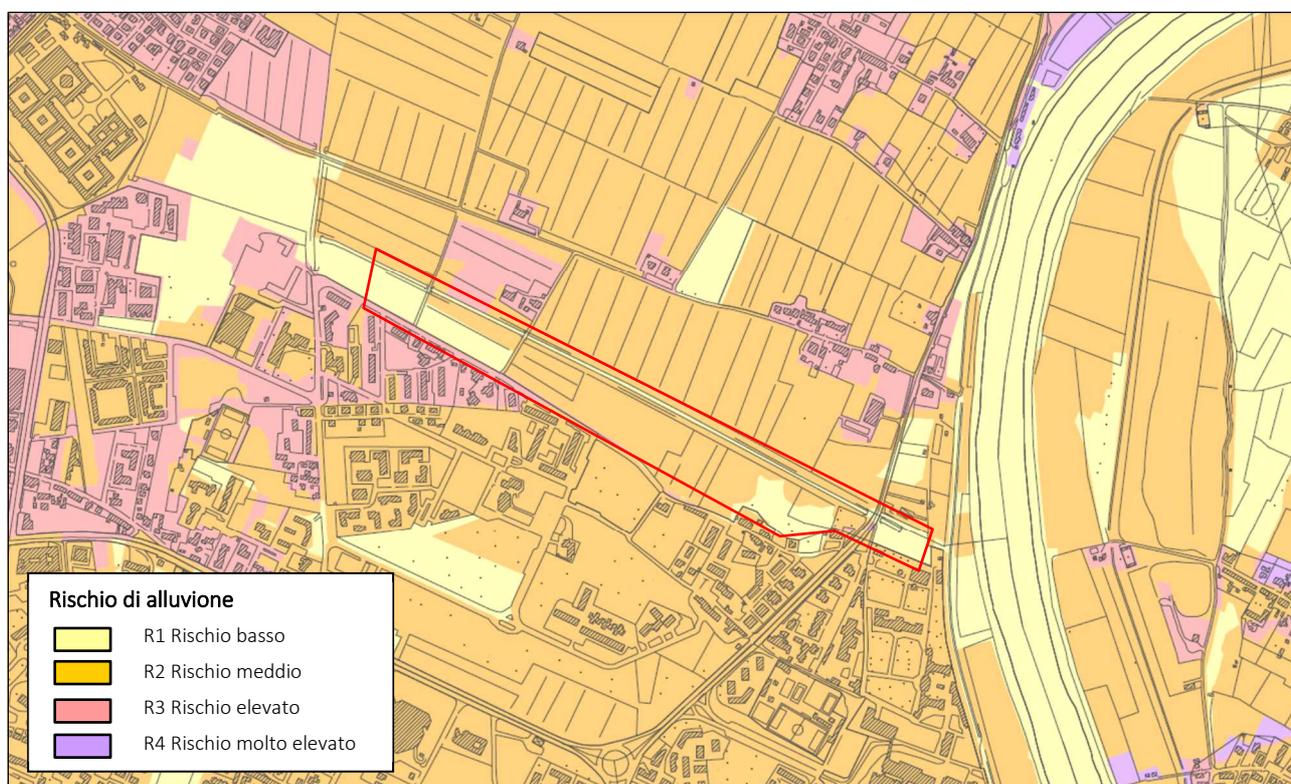


Fig 5. Mappa del Rischio di alluvione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni – Area del Parco di Via Pungiluppo

PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE DEI COMUNI DI PISA E CASCINA (P.S.I.)

Con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 30 del 23/07/2020, il Comune di Pisa ha adottato il Piano Strutturale Intercomunale dei Comuni di Pisa e Cascina.

Per l'aggiornamento del quadro conoscitivo, è stato condotto uno studio di approfondimento su una porzione del reticolo idraulico secondario da parte dello studio Hydrogeo Ingegneria srl per la definizione del modello idraulico che, nel territorio comunale di Pisa, ha riguardato le aree di Pisa Sud e del Fiume Morto nella porzione nord della città.

Per la redazione dello studio, sono stati considerati gli elementi idrologico-idraulici necessari a caratterizzare la probabilità di esondazione dei corsi d'acqua in riferimento al reticolo di interesse, definendo le pericolosità idrauliche secondo la classificazione di cui al DPGR 25 ottobre 2011, n. 53/R - Regolamento di attuazione in materia di indagini, ovvero:

- aree a pericolosità idraulica molto elevata (I4), che risultano allagabili per eventi con tempo di ritorno inferiore a 30 anni;
- aree a pericolosità idraulica elevata (I3), con aree allagabili per eventi con tempo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni.

Nella redazione dello studio si è inoltre tenuto conto dei condizionamenti e dei disposti di cui alla L.R. 41//2018 - Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla L.R. 80/2015 e alla L.R. 65/2014. Lo studio si è proposto di aggiornare la pericolosità idraulica all'interno dei territori comunali, su alcuni dei corsi d'acqua presenti, che ricomprendono sia il reticolo principale (Fiume Arno e Scolmatore del Fiume Arno, di competenza dell'Autorità di Distretto Appennino Settentrionale, per il quale lo studio utilizzato ha già contribuito all'aggiornamento delle mappe di pericolosità del PGRA) che il reticolo secondario (di competenza del Genio Civile Valdarno Inferiore e Costa).

E' stata pertanto aggiornata la pericolosità idraulica all'interno del territorio comunale su alcuni corsi d'acqua costituenti la rete idraulica superficiale, al fine di caratterizzare le aree a pericolosità idraulica secondo la classificazione del DPGR 53R/2011.

La relazione illustrativa descrive i modelli implementati, in parte già approvati dagli enti ed in parte di nuova realizzazione, utilizzati per la definizione della pericolosità idraulica del territorio.

Per le relazioni tecniche specifiche di ciascun modello si potrà consultare, dalla home-page del Comune di Pisa, la documentazione adottata col Piano Strutturale Intercomunale ed i relativi allegati.

In particolare, gli approfondimenti hanno riguardato, per il territorio comunale di Pisa, porzione del reticolo secondario nella zona di Pisa Sud e il Fiume Morto nella porzione nord della città di Pisa.

L'ambito d'indagine comprende i principali corsi d'acqua che concorrono a definire il livello di pericolosità del territorio oggetto di studio. A partire dal reticolo idrografico individuato dalla Regione Toscana ai sensi della L.R.79/2012 sopra richiamato, sono stati individuati ed analizzati i principali corsi d'acqua, che concorrono a definire le condizioni di allagabilità del territorio del Comune di Pisa e Cascina.

In particolare, si individuano: - Modello 1: Arno Scolmatore – Reticolo: Fiume Arno a valle del Canale Scolmatore per circa 40 Km e Canale Scolmatore per circa 29 km; - Modello 2: Pisa Sud – Reticolo: Canale Navigabile dei Navicelli e il sistema di canali composto da Fossa Chiara, Fosso Caligi e Fosso di Titignano; - Modello 3 Fiume Morto: Reticolo: Fiume Morto per circa 20 km; - Modello 4 Studio Cascina Nord – Reticolo: Tutto il reticolo di cui alla L.R. 79/2012 e s.m.i. nel tratto del comune di Cascina a Nord del Canale Emissario del Bientina; - Modello 5 Studio Cascina Sud – Reticolo: Fosso Solaiola, Fossa Nuova, Fosso Nuovo di Cascina, Rotina di Latignano.

E' importante segnalare che le risultanze di tali studi e l'elaborazione dei modelli idraulici sul reticolo secondario, non sono andati a modificare i battenti idraulici, le velocità della corrente e le classi di pericolosità dell'area oggetto di variante del modello idraulico del reticolo principale (rappresentato dal fiume Arno e dal Canale Scolmatore dell'Arno) così come definito dal Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

PROGRAMMA ANNUALE DI RIESAME DELLE MAPPE DELLE AREE A PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE DEL RETICOLO IDRAULICO PRINCIPALE (AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE)

Così come previsto dall'Art. 14 delle Norme di Piano del P.G.R.A. ed in coerenza con le disposizioni dell'Allegato 3, questa Amministrazione ha trasmesso all'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, lo studio idraulico di approfondimento finalizzato all'aggiornamento del quadro conoscitivo della pericolosità idraulica nel Comune di Pisa.

Tale studio, in ragione della convenzione stipulata tra il Comune di Pisa e l'Università degli Studi di Pisa nell'ottobre 2020, aggiorna il quadro conoscitivo del territorio comunale ridefinendo, in particolare, la massima portata scolmata dal Canale Scolmatore dell'Arno con conseguente modifica della pericolosità idraulica, derivata da nuovo modello sul reticolo principale (fiume Arno, Canale Scolmatore dell'Arno).

L'Autorità di Distretto, in accordo con la Regione Toscana e con cadenza annuale, avvia il Programma di riesame e aggiornamento, ai sensi dell'art. 14 delle norme del Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA), delle mappe delle aree con pericolosità da alluvione relative al reticolo idraulico principale e secondario del bacino del fiume Arno e dei bacini regionali Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone ricadenti nel distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale.

Il programma di riesame delle mappe delle aree a pericolosità da alluvione per l'anno 2021, relativamente al reticolo principale del distretto, viene redatto ai sensi del comma 2, art. 14 della disciplina di Piano del PGRA e della Variante generale al PAI Serchio. Tale programma è, inoltre, previsto dall'art. 2 dell'Accordo, sottoscritto da Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale e Regione Toscana in data 2 marzo 2020, per l'individuazione delle procedure da seguire per lo svolgimento delle attività di riesame e aggiornamento delle mappe delle aree con pericolosità da alluvione e approvato con DGRT 166 del 17.02.2020.

Il nuovo modello ha aggiornato il calcolo idraulico ed il calcolo delle esondazioni per il sistema dei corsi d'acqua del Fiume Arno e del Canale Scolmatore nel territorio comunale di Pisa.

Sono state individuate le aree allagate per tempi di ritorno $T_r=200$ anni e $T_r=30$ anni per durate da 3 a 36 ore. L'area oggetto di variante non risulta interessata da fenomeni esondativi né per tempi di ritorno di 30 e 200 anni.

Si fa presente che tale aggiornamento e revisione è ancora al vaglio dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA E LIVELLI DI RISCHIO

L'area oggetto di variante è individuate nella Carta della "Vulnerabilità Idrogeologica", che accompagna il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pisa approvato con Del. C.P. 100/06.

Di seguito sono riportate le definizioni delle classi e sottoclassi di vulnerabilità idrogeologica:

- **classe 1 - vulnerabilità irrilevante:** 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; in essa ricadono a esempio i complessi marnosi e argillosi e alcuni complessi sedimentari metamorfosati;

- **classe 2 - vulnerabilità bassa:** corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata é apparentemente non vulnerabile, in base a considerazioni riguardanti la natura degli eventuali acquiferi e quella dei terreni di copertura, ma per cui permangono margini di incertezza dovuti a diversi fattori, quali la scarsa disponibilità di dati, la non precisa definibilità delle connessioni idrogeologiche, e simili; 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 non completamente definiti su base idrogeologica, terreni a bassa permeabilità sciolti o litoidi con pendenze superiori al 20 per cento 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 argilloso-sabbiose;

- **classe 3 - vulnerabilità media:**

- **sottoclasse 3 a:** corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un certo grado di protezione, insufficiente tuttavia a garantirne la salvaguardia; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 15 ed i 30 giorni, quali quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali scarsamente permeabili con falda prossima al piano campagna, da falde idriche in materiali a medio-bassa permeabilità con piezometria depressa per cause naturali, da falde idriche spesso sospese attestata in terrazzi alluvionali non direttamente connessi con gli acquiferi principali ovvero in estesi corpi detritici pedecollinari, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone in cui affiorano terreni a bassa permeabilità e le zone interessate da falde freatiche attestata in complessi detritici sufficientemente estesi o con evidenze di circolazione idrica;

- **sottoclasse 3 b:** corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione mediocre; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 7 ed i 15 giorni, quali quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali mediamente permeabili con livelli piezometrici prossimi al piano campagna, quelle di ricarica di acquiferi confinati a bassa permeabilità, quelle consistenti in terrazzi alluvionali antichi costituiti da litologie poco permeabili e direttamente connessi all'acquifero principale, quelle a permeabilità medio-alta ma con superficie freatica depressa per cause naturali, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone di affioramento di terreni litoidi a media permeabilità, le zone morfologicamente pianeggianti con affioramento di terreni sciolti di media permeabilità con sufficiente estensione e ricarica, le zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie poco permeabili;

- **classe 4 - vulnerabilità elevata :**

- **sottoclasse 4a :** corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione insufficiente; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra 1 e 7 giorni, quali quelle di ricarica di acquiferi confinati a media permeabilità, quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali molto permeabili con falda prossima al piano campagna, quelle consistenti in terrazzi alluvionali antichi costituiti da litologie molto permeabili e direttamente connessi all'acquifero principale, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone di affioramento di terreni litoidi altamente permeabili, le zone di affioramento di terreni sciolti a permeabilità elevata con sufficiente estensione e ricarica, le zone di infiltrazione in terreni a permeabilità medio-alta, le zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie mediamente permeabili;

- **sottoclasse 4b :** corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata é esposta, cioè in cui si possono ipotizzare tempi estremamente bassi di penetrazione e di propagazione in falda di

eventuali inquinanti; in essa ricadono zone di ricarica di acquiferi confinati ad alta permeabilità, zone di alveo o di golena morfologicamente depresse nelle quali la falda è esposta o protetta soltanto da esigui spessori di sedimenti, zone nelle quali, per cause naturali o per azioni antropiche, si verifica un'alimentazione indotta con acque facilmente contaminabili delle falde freatiche o semiconfinate, zone interessate da rete acquifera in materiali carbonatici a carsismo completo ed altamente sviluppato, zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie molto permeabili, zone di cava con falda esposta nelle pianure alluvionali.

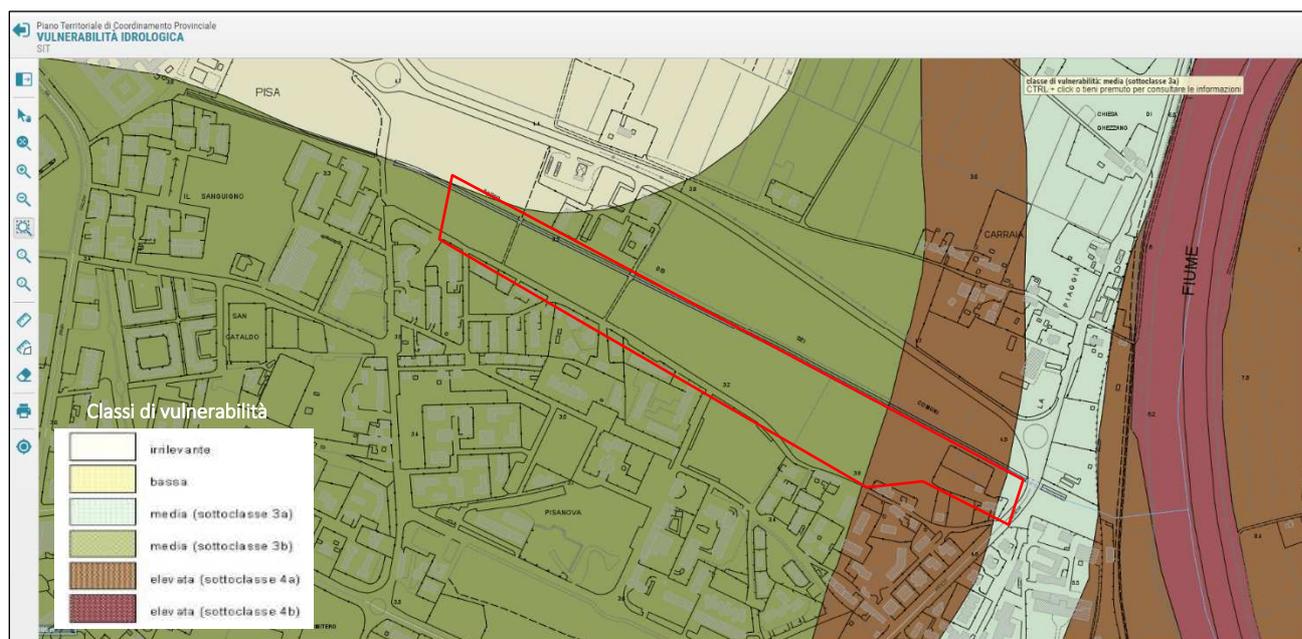


Fig. 6. Carta della vulnerabilità idrogeologica del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale - Area del Parco territoriale di Via Pungilupo

VINCOLI RETICOLO IDRAULICO AI SENSI DELLA L.R. 41/2018

Dal'analisi della cartografia relativa al Reticolo di gestione e al Reticolo idrografico approvato con D.C.R.T. 21 dicembre 2016, n. 101 "Modifiche al reticolo idrografico e di gestione di cui alla legge regionale 27 dicembre 2012, n. 79 (Nuova disciplina in materia di consorzi di bonifica. modifiche alla l.r. 69/2008 e alla l.r. 91/1998. Abrogazione della l.r. 34/1994), l'area oggetto di variante risulta esclusa dall'attuale reticolo idrografico e di gestione, come meglio si può osservare nella figura seguente.

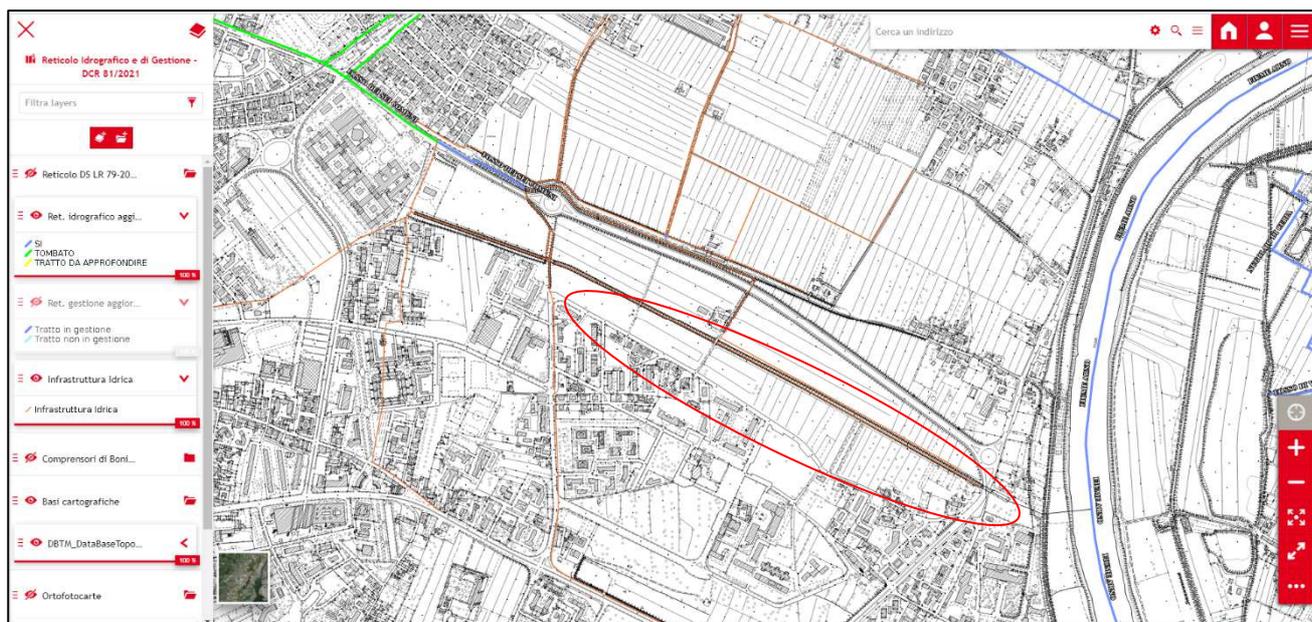


Fig 7. Reticolo Idrografico e di Gestione (DCR 81/2021) della Regione Toscana– Individuazione dell'area del Parco di Via Pungilupo

Nella figura, che rappresenta un estratto della cartografia del reticolo Idrografico e di Gestione, sono rappresentati i corsi d'acqua e sono individuate (con colore arancio) le infrastrutture idriche.

Tale rappresentazione deriva, presumibilmente, dalla riorganizzazione idraulica del reticolo idrografico di tutto il comparto che andrà a definire un "nuovo" assetto idraulico della zona.

Il progetto da attuare, nel suo complesso, prevede la riorganizzazione del reticolo idrografico, la realizzazione del Parco di Via Pungilupo con la realizzazione delle casse di espansione finalizzato alla messa in sicurezza idraulica del Polo Ospedaliero di Cisanello.

La nuova destinazione urbanistica del Parco territoriale Via Pungilupo prevede la realizzazione di una pista ciclopedonale, un'area giochi attrezzata, la riorganizzazione del marciapiede sulla via Pungilupo: tali interventi non sono compresi entro la distanza di 10 metri dal ciglio di sponda.

Le aree di compenso vengono realizzate proprio in coerenza con la riorganizzazione del reticolo idraulico di bonifica della zona ed in funzione del suo corretto funzionamento, anche in ragione della realizzazione dell'impianto idrovoro e del nuovo assetto e messa in sicurezza idraulica del Polo Ospedaliero di Cisanello.

Il progetto di riorganizzazione idraulica dell'intero comparto, la realizzazione delle casse di compenso rispetteranno le prescrizioni derivanti dal R.D n. 523 del 25.07.1904 e dalla L.R. 41/2018.

L'area oggetto di variante, che ha sviluppo principale in direzione est-ovest, sarà delimitata, sul confine nord, dal *Canale principale idrovoro (canale rivestito)*: il canale verrà riprofilato e riqualificato,

la direzione di scolo sarà verso est per confluire verso il futuro impianto idrovoro posto in sponda destra del fiume Arno, a monte del Polo Ospedaliero di Cisanello.

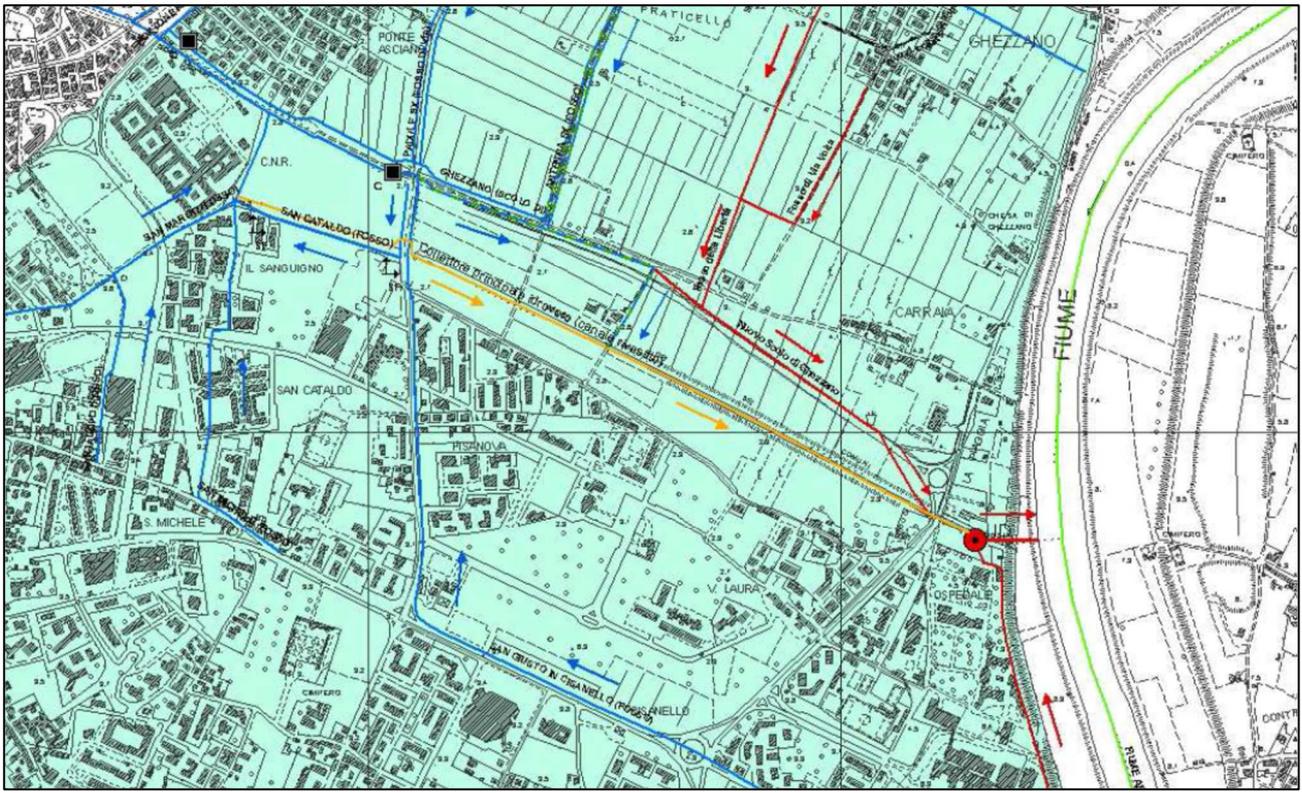


Fig 8. Reticolo idrografico della Regione Toscana– Individuazione dell'area del Parco di Via Pungilupo

ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

PIANO STRUTTURALE COMUNALE (1998)

Nella seguente tabella sono riportate, in modo schematico, la descrizione dei sedimenti e delle strutture idrogeologiche, dei depositi litologici e delle caratteristiche geologiche degli elementi conoscitivi del Piano Strutturale Comunale relativi all'area oggetto di variante.

Nella figura seguente estratto della Carta litotecnica del Piano Strutturale Comunale (1998) con individuazione dell'area oggetto di variante.

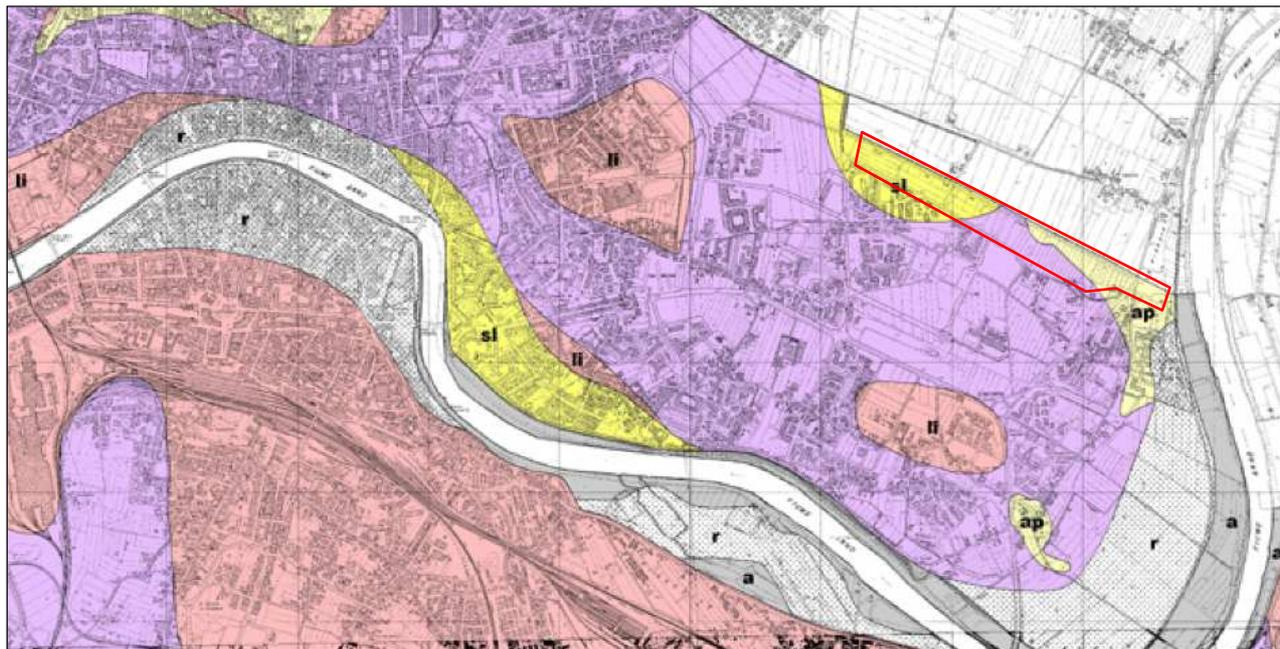


Fig. 9. Carta litotecnica del Piano Strutturale (1998) – Individuazione dell'area del Parco di Via Pungilupo

Carta LITOTECNICA		
al	Argille e limi	Terreni costituiti da limi ed argille di colore bruno-giallastro. La componente limosa è generalmente preponderante su quella argillosa. La R_p del penetrometro statico varia generalmente tra 9 e 15 kg/cmq. La coesione è compresa tra 0,4 e 0,7 kg/cmq, mentre il coefficiente di compressibilità volumetrica m_v assume valori tra 0,21 e 0,34 cmq/t con valori medi intorno a 0,25 cmq/t. In base a prove edometriche effettuate su campioni indisturbati prelevati negli orizzonti argillosi e limo-argillosi, è risultato che gli strati superficiali di questi terreni sono generalmente preconsolidati. Presentano inoltre valori generalmente elevati dell'indice di consistenza e valori del peso di volume compresi tra 1,7 e 1,9 kg/cmq.
ap	Argille grigio azzurro plastiche	Argille caratterizzate da elevata plasticità ed umidità naturale, contengono al loro interno lenti sabbiose più o meno spesse. Sono normalmente consolidate e quindi più suscettibili a cedimenti, in quanto, dai dati di prove edometriche su campioni indisturbati, la compressibilità è risultata molto elevata. Il coefficiente di compressibilità volumetrica m_v è compreso tra 0,026 e 0,100 cmq/kg i cui valori più frequenti sono di circa 0,50 cmq/kg. Spesso all'interno di queste argille si trovano degli strati torbosi la cui frequenza e spessore ne influenzano negativamente il comportamento meccanico. Le argille grigie plastiche presentano valori dell'indice di consistenza e del peso di volume (variabile tra 1,6 e 1,7 kg/cmq) marcatamente più bassi dei terreni sovrastanti. La R_p assume valori genericamente poco elevati compresi tra 1 e 9 kg/cmq. Anche la coesione è bassa ed è variabile tra 0,1 e 0,35 kg/cmq.
sl	Sabbie fini limose	"Sabbie fini spesso limose talvolta con intercalazioni limose o argillose. Per quanto riguarda le sabbie, l'angolo di attrito interno φ varia generalmente tra 25° e 33°, mentre la coesione c è nulla. La densità relativa D_r , è compresa tra 10% e 50% ed il coefficiente di compressibilità volumetrica m_v varia tra circa 0,013 e 0,040 kg/cmq)

Legenda della carta litotecnica del P.S..

Nella figura seguente, un estratto della Carta idrogeologica del Piano Strutturale Comunale (1998) con individuazione dell'area oggetto di variante.

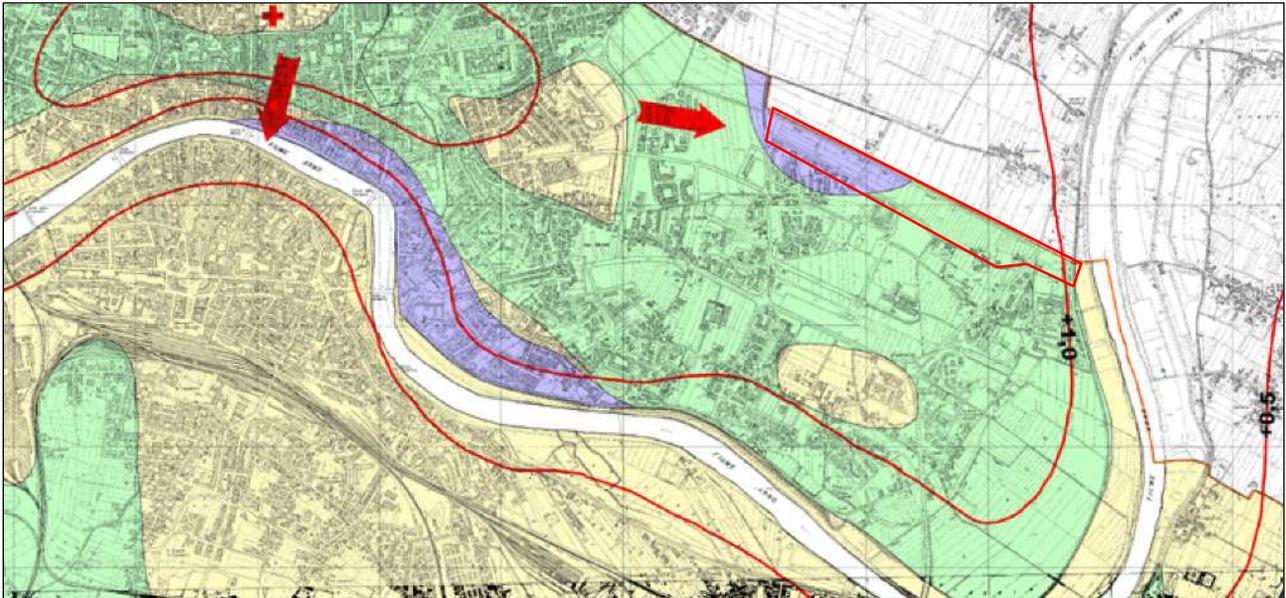
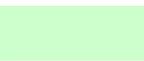


Fig. 10. Carta idrogeologica del Piano Strutturale (1998) – Individuazione dell'area del Parco di Via Pungilupo

Carta IDROGEOLOGICA	
	Sedimenti a permeabilità primaria molto bassa, contengono livelli praticamente impermeabili in corrispondenza delle intercalazioni torbose
	Sedimenti a permeabilità primaria media

Legenda della carta idrogeologica del P.S..

Nella figura seguente estratto della Carta geologica del Piano Strutturale Comunale (1998) con individuazione dell'area oggetto di variante.

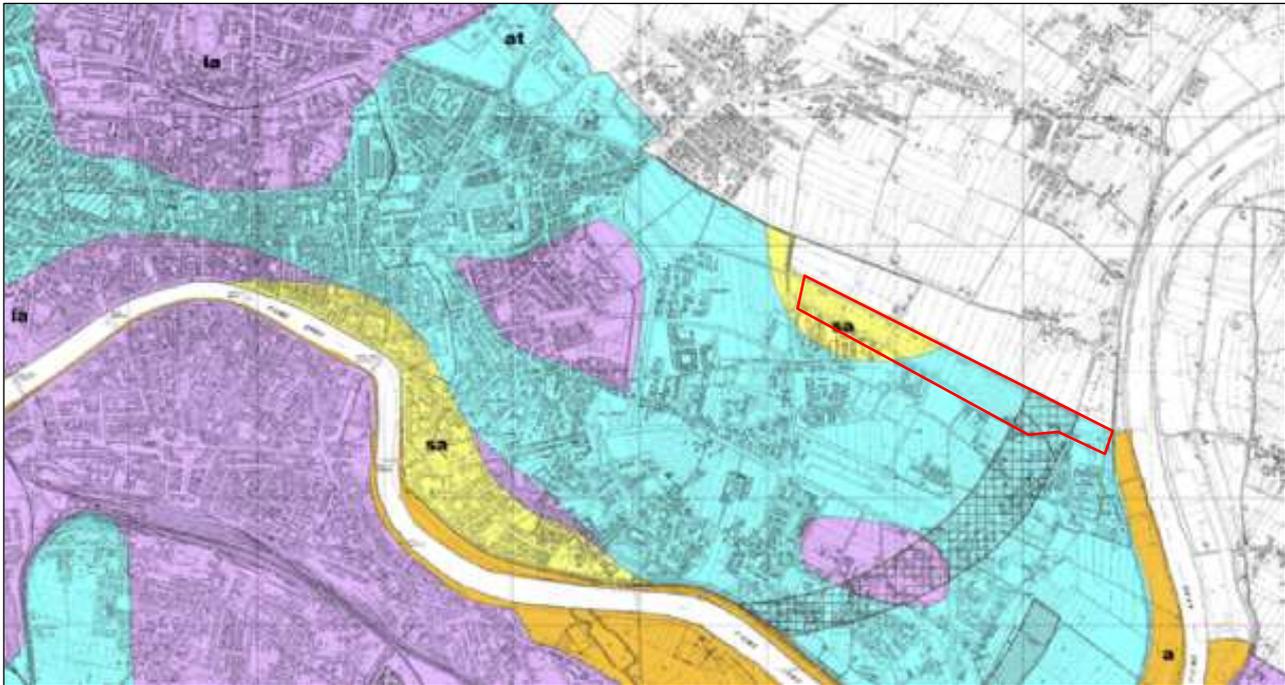
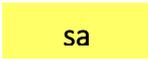
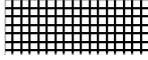
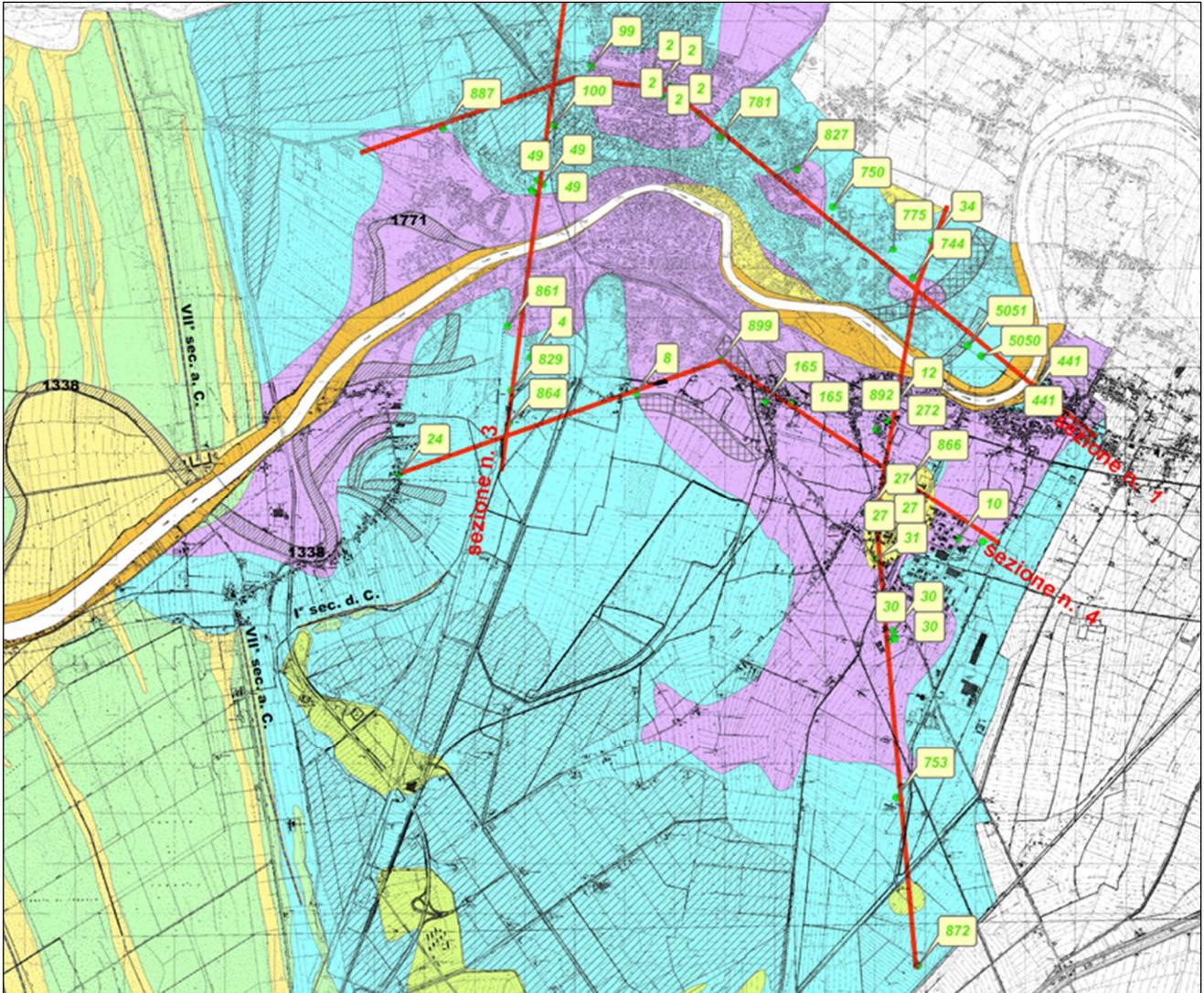


Fig. 11. Carta geologica del Piano Strutturale (1998) – Individuazione dell'area del Parco di Via Pungiluppo

Carta GEOLOGICA		
	sa	Depositi alluvionali prevalentemente sabbiosi (Olocene)
	at	Depositi alluvionali prevalentemente argillosi, torbe palustri e depositi di colmata (Olocene)
		Paleoalvei sepolti rilevati con immagini da satellite

Legenda della carta geologica del P.S..

A seguire la Carta geologica del Piano Strutturale Comunale e le sezioni significative in ragione dell'ubicazione delle aree di variante.



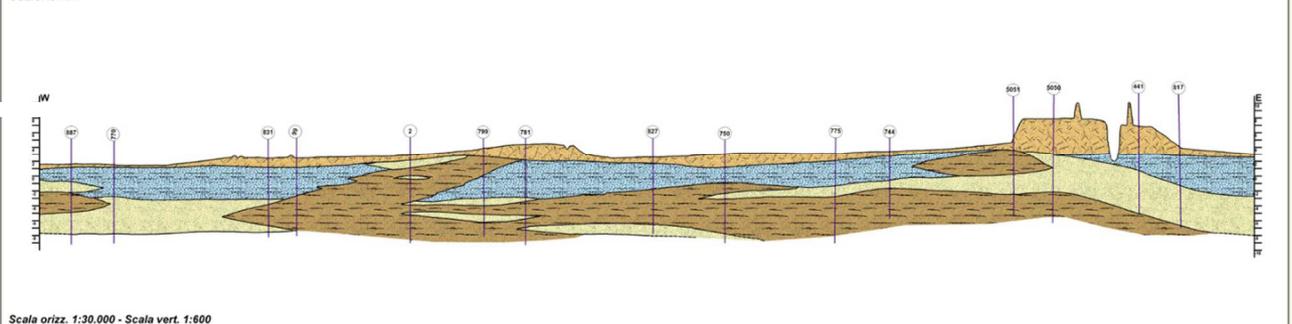
Legenda sezioni geologiche

- Terreni vegetali e di riporto
- Argille, limi ed argille limose
- Argille plastiche con rari livelli torbosi
- Sabbie e sabbie limose
- Ubicazione dei sondaggi geognostici

Legenda carta geologica

- Traccia delle sezioni geologiche
- Sedimenti delle spiagge attuali costituiti da sabbie sciolte
- Sedimenti limo-argillosi delle aree golenali (attuale)
- Depositi sabbiosi dei lidi e dune litoranee (Olocene)
- Sedimenti interdunalni costituiti da limi e sabbie limose talvolta con depositi superficiali costituiti da argille organiche e torbe
- Depositi alluvionali prevalentemente argillosi, torbe palustri e depositi di colmata (Olocene)
- Depositi alluvionali prevalentemente limosi e sabbiosi con intercalazioni argillose (Olocene)
- Depositi alluvionali prevalentemente sabbiosi (Olocene)
- Calcareni e sabbie di Coltano (Pleistocene superiore)

Sezione n.1



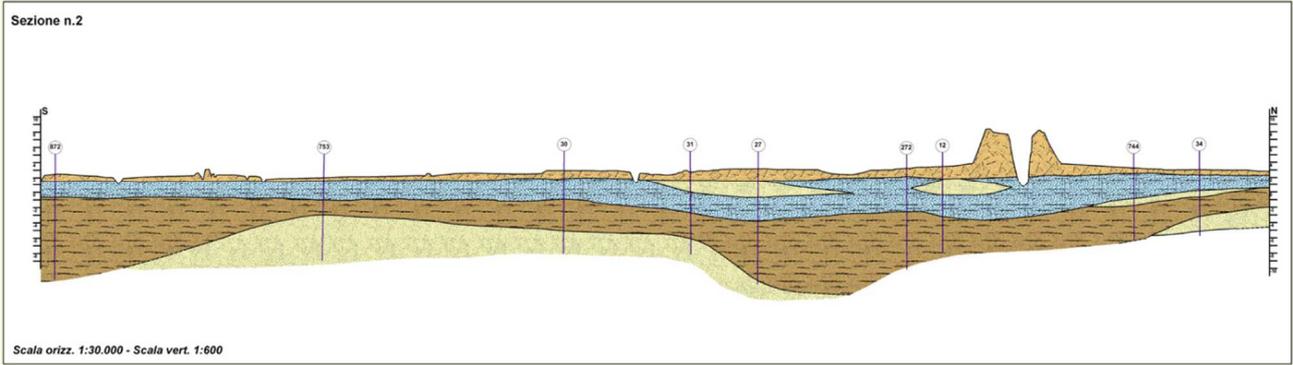


Fig. 12. Carta geologica e sezioni significative del Piano Strutturale (1998) – Area del Parco di Via Pungilupo

PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE DEI COMUNI DI PISA E CASCINA

Di seguito sono riportate la cartografie del Piano Strutturale Intercomunale dei Comuni di Pisa e Cascina recentemente adottato e che rappresentano le caratteristiche litotecniche delle aree oggetto di variante urbanistica.

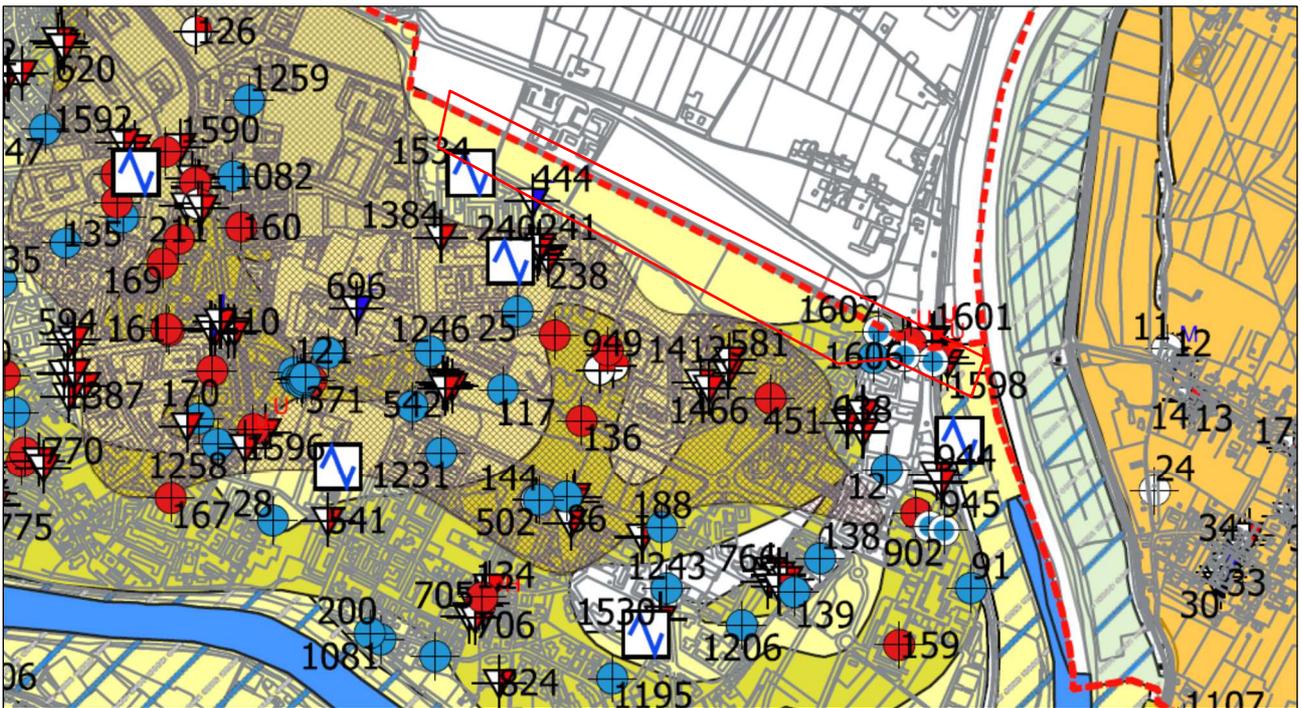


Fig. 13. Carta Carta litotecnica e dei dati di base del Piano Strutturale Intercomunale – Area del Parco di Via Pungilupo

Legenda

<p>UNITA' LITOLOGICO-TECNICA "D" Terreni coesivi con consistenza medio-elevata</p> <ul style="list-style-type: none"> Unità D1.s1 - Depositi pleistocenici: sabbie e limi di Vicarello Granulometria dominante: limi, limi sabbiosi consistenti <p>UNITA' LITOLOGICO-TECNICA "E" Terreni granulari non cementati o poco cementati</p> <ul style="list-style-type: none"> Unità E3.a4 - Depositi quaternari di spiaggia emersa Granulometria dominante: sabbie medie Unità E3.a2.a3 - Depositi quaternari di cordone litorale Granulometria dominante: sabbie da medie a fini Unità E3.a1/2.13 - Depositi quaternari alluvionali Granulometria dominante: sabbie limose 	<p>UNITA' LITOLOGICO-TECNICA "F" Terreni coesivi a consistenza bassa, limitata o nulla</p> <ul style="list-style-type: none"> Unità F1.s3/s4.12 - Depositi quaternari alluvionali Granulometria dominante: limi, limi sabbiosi e argille limose da consistenti a moderatamente consistenti, con presenza di frazione sabbiosa Unità F2.s3/s4.12 - Depositi quaternari alluvionali Granulometria dominante: limi argillosi e argille moderatamente consistenti, con presenza di frazione sabbiosa Unità F2.s3/s4 - Depositi quaternari alluvionali Granulometria dominante: limi argillosi e argille da moderatamente consistenti a poco consistenti Unità F2.s5/s6.M4 - Depositi quaternari palustrali Granulometria dominante: argille e limi argillosi da poco consistenti a privi di consistenza con presenza di materiale torboso 	<ul style="list-style-type: none"> Depositi di golaena Terreni eterogenei al fondo di laghi artificiali e/o cave Terreni di riporto Aree soggette a subsidenza (abbassamento > 3 mm/anno) <small>Fonte: Piano, Ambiente e della Tutela del Territorio e del Paes.</small> Aree soggette a potenziali fenomeni di liquefazione
--	---	--

ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI IDROGEOLOGICI

Lineamenti idrogeologici e permeabilità

Da un punto di vista litologico è importante distinguere tutti i litotipi presenti nell'area sia in affioramento che in sottosuolo, poiché le differenze litologiche e tessiturali determinano sostanziali differenze nel comportamento idrogeologico, influenzando in particolare la permeabilità.

Di seguito verrà riportata una sintetica descrizione dei litotipi e del loro tipo e grado di permeabilità relativa (Baldacci et al., 1994), prendendo come riferimento, per la parte affiorante, la carta geologica (Carratori et al., 1994) allegata alla pubblicazione di Mazzanti, 1994b. Procedendo dalla costa verso l'interno (da Ovest verso Est) sono presenti:

- sabbie delle spiagge attuali; permeabilità primaria medio elevata;
- sabbie eoliche dei lidi e delle dune litoranee; permeabilità primaria media;
- depositi di interduna; praticamente impermeabili;
- depositi alluvionali prevalentemente argillosi, torbe palustri e depositi di colmata; permeabilità primaria molto bassa, livelli praticamente impermeabili in corrispondenza delle intercalazioni torbose;
- depositi alluvionali prevalentemente sabbiosi-limosi; permeabilità primaria medio-bassa, che aumentaleggermente in corrispondenza dei livelli più sabbiosi;
- depositi di origine eolica, sabbiosi ("Sabbie dell'Isola di Coltano" correlabili alle "Calcareniti e sabbie di Carratori et al., 1994), permeabilità primaria media;
- depositi delle aree golenali e terreni di riporto; permeabilità media.

Nel sottosuolo oltre ad alcuni fra i sedimenti precedentemente descritti sono presenti anche depositi alluvionali e fluvio-lacustri, ciottolosi-ghiaiosi-sabbiosi a permeabilità primaria variabile tra elevata e bassa conosciuti in letteratura con il nome di "conglomerati dell'Arno e del Serchio da Bientina".

Da un punto di vista litostratigrafico la situazione si presenta complicata a causa di un alternanza di sedimenti di ambiente continentale e di ambiente marino, di forma spesso lenticolare, che ha permesso la formazione di un sistema acquifero multistrato.

Tale assetto litostratigrafico è il risultato dell'alternanza degli effetti delle trasgressioni e delle regressioni che si sono succedute nel tempo. Questi fenomeni, causati dalla subsidenza tettonica (legata a movimenti a scala molto ampia) e/o da variazioni eustatiche del livello marino (effetto delle glaciazioni), hanno controllato lo sviluppo del reticolo idrografico e provocato i movimenti della linea di costa. Infatti un avanzamento verso terra della linea di costa, si verifica se un innalzamento relativo del livello del mare non viene sufficientemente bilanciato da un aumento di apporto di sedimenti, mentre l'arretramento della linea di costa è il risultato di un bilancio negativo tra apporti sedimentari e abbassamento relativo del livello del mare.

Sulla base di queste considerazioni a carattere generale, la successione idrostratigrafica del sottosuolo del territorio comunale di Pisa può essere così sintetizzata:

- complesso sistema acquifero di tipo freatico, presente in modo più o meno continuo sull'intero territorio comunale, che ha sede nei sedimenti limoso-sabbiosi, possiede uno spessore di qualche metro e comprende alcune limitate falde sospese spesso semi-freatiche;
- orizzonte acquifero, contenuto in sedimenti prevalentemente sabbiosi, esteso per gran parte del territorio comunale. Gli spessori sono estremamente variabili con massimi intorno a 130 m in corrispondenza degli apparati dunari antichi della zona di a Nord dell'Arno, mentre diminuiscono lungo la fascia costiera nell'area a Sud dell'Arno fino a circa 10 m in corrispondenza della zona di Calambrone. La profondità del tetto delle sabbie è variabile, raggiunge un valore massimo di circa 50 m in corrispondenza della periferia nord-orientale di

Pisa e diminuisce progressivamente verso la fascia costiera, dove l'acquifero sabbioso si raccorda alle dune costiere attuali ed antiche (Coltano), che funzionano, pertanto, da aree di alimentazione con falda a pelo libero. Nella zona a NW della città sono presenti alcune aree depresse orientate NW-SE e SWNE. Nell'area a SE di Pisa il tetto sabbioso si mantiene a profondità comprese tra 30 e 40 m e presenta un andamento poco uniforme: in particolare si nota una depressione in corrispondenza dell'area di Ospedaletto. Nella zona ad Ovest di Pisa i livelli sabbiosi di questo orizzonte acquifero sono molto articolati e sono collegati, anche se non in maniera continua, con gli acquiferi del sottostante orizzonte (zona di Coltano);

- importante orizzonte acquifero costituito da depositi di origine alluvionale composti da livelli ciottolosi e ghiaiosi separati da strati a prevalentemente composizione sabbiosa. Il livello stratigraficamente più elevato possiede una notevole estensione ed uno spessore variabile che raggiunge un massimo di oltre 10 m nella fascia meridionale della pianura pisana. La profondità del suo tetto è dell'ordine di 30- 40 m, raggiungendo il valore di circa 150 m in corrispondenza del centro urbano di Pisa.

Tra i vari livelli acquiferi descritti esistono eteropie e discontinuità verticali che in alcune zone permettono i collegamenti idraulici specialmente tra i due principali acquiferi artesiani, il primo orizzonte sabbioso ed il primo orizzonte ghiaioso, che comunque ospitano le principali falde della pianura.

Risorse idrogeologiche e vulnerabilità

Le risorse per l'approvvigionamento idrico presenti sul territorio comunale sono costituite dai tre orizzonti acquiferi descritti nel paragrafo precedente. L'importanza di ciascuno di loro dipende dalla quantità e qualità dell'acqua immagazzinata, nonché dalla quantità e dall'uso dell'acqua emunta.

Sulla base di queste considerazioni sarà possibile analizzare la vulnerabilità di ognuno dei tre orizzonti: acquifero artesiani in ghiaia, acquifero artesiani in sabbia e acquifero freatico.

Acquifero artesiani in ghiaia.

L'acquifero artesiani in ghiaia rappresenta la falda più importante, per le sue caratteristiche litologico-tessiturali, di permeabilità, di quantità e qualità di acqua immagazzinata, e soprattutto perché costituisce l'unico orizzonte che i pochi pozzi del territorio comunale sfruttano per un approvvigionamento a scopi idropotabili. L'andamento piezometrico (Rossi e Spandre, 1994) di questa falda mostra una serie di massimi e minimi in relazione all'entità del pompaggio. E' evidente un rapido abbassamento lungo la zona costiera fino ad un massimo di -4 m s.l.m. ed una tendenza alla risalita verso Est. Un altro minimo relativo, legato all'emungimento, è ubicato a Sud del centro urbano di Pisa, mentre verso Ovest, dove l'entità dei pompaggi diminuisce sensibilmente, la superficie tende a risalire.

Da un'analisi dei dati a disposizione, questo livello acquifero risulta scarsamente vulnerabile almeno per la parte che ricade nel territorio del Comune di Pisa. Tale vantaggio deriva dalla profondità alla quale si trova il tetto della falda, dalla presenza di livelli relativamente impermeabili in posizione sovrastante, e soprattutto dalla mancanza, nel territorio comunale, di una zona di ricarica, se si esclude il limitato collegamento con l'acquifero superiore presente nelle sabbie che, nella zona di Coltano, ospitano una falda a pelo libero.

Acquifero artesiani in sabbia.

L'acquifero artesiani in sabbia, dai dati a nostra disposizione e finora elaborati, risulta sfruttato attraverso l'emungimento da almeno una trentina di pozzi ubicati sul territorio comunale. Alcuni dati di letteratura (Rossi e Spandre, 1995) mettono in evidenza che, l'andamento della geometria della superficie piezometrica è caratterizzato da un'ampia depressione allungata nella zona a S di Pisa, che

tende a risalire verso NE in direzione dei Monti Pisani dove ha sede la ricarica principale della falda. Le analisi chimiche elaborate nel lavoro citato hanno inoltre evidenziato la presenza di due zone, una ubicata a NW e l'altra a N della città, in cui le acque risultano di tipo clorurato-alcaline e sono caratterizzate da alti valori di conducibilità elettrica. La falda in sabbia ha generali caratteristiche di artesianità e quindi è in buona parte protetta dalla presenza di strati superiori composti da litotipi relativamente impermeabili, risulta, invece, esposta in quelle zone dove avviene la sua ricarica. La maggior parte di esse sono situate al di fuori del territorio comunale, che comprende solo le zone dunari situate lungo la fascia costiera a N e a S della foce dell'Arno e l'area di Coltano. In base a queste considerazioni e alla luce delle attuali conoscenze, la vulnerabilità della falda risulta bassa per tutto il territorio comunale ad eccezione delle zone di ricarica sopra descritte dove aumenta notevolmente fino a raggiungere valori elevati.

Acquifero freatico.

L'acquifero freatico è presente in ampie zone del territorio comunale ed è situato nelle lenti sabbiose o nei frequenti depositi dei paleovalci. Generalmente questo acquifero non è stato quasi mai preso in considerazione perché l'acqua non è utilizzabile a scopi idropotabili a causa della sua scarsa quantità e della sua bassa qualità.

Un'analisi dei dati a disposizione, in letteratura e di quelli reperiti dalle autodenunce dei proprietari dei pozzi, raccolte dall'amministrazione provinciale, ha messo in evidenza, però, che esiste un'enorme quantità di pozzi (il loro numero si aggira intorno a qualche migliaio fig. 3), che sfruttano la falda superficiale freatica a scopi principalmente irrigui (quest'ultimo dato, pur non essendo esplicitamente indicato nelle schede, si deduce facilmente dalla profondità delle opere, di captazione che solo raramente supera 10 m).

La geometria della superficie piezometrica mette in evidenza come la falda freatica sia posta generalmente molto prossima al piano di campagna. L'acquifero freatico, per le caratteristiche legate principalmente alla sua posizione superficiale, risulta quello maggiormente vulnerabile. Tale caratteristica accresce il rischio di inquinamento delle acque immagazzinate.

Inoltre, va sottolineato che; a causa dei rapporti esistenti tra questa falda e l'idrografia superficiale (principalmente i fossi, secondariamente i canali e molto marginalmente e solo nella parte orientale l'Arno) la qualità delle acque che scorrono in superficie, influenza, più o meno direttamente, la qualità dell'acqua presente in falda.

PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE DEI COMUNI DI PISA E CASCINA

Di seguito è riportata la cartografia del Piano Strutturale Intercomunale dei Comuni di Pisa e Cascina recentemente adottato.

La figura seguente individua le classi di permeabilità idrogeologica delle aree oggetto di variante, evidenzia l'ubicazione di pozzi, linee isofreatiche e direzioni di flusso sul territorio comunale.



Fig. 14. Carta idrogeologica del Piano Strutturale Intercomunale – Area del Parco di Via Pungiluppo

L'area oggetto di variante ricade in **classe di permeabilità media**.

La figura seguente individua le classi di vulnerabilità idrogeologica delle aree oggetto di variante, esse ricadono in **classe di vulnerabilità media**.

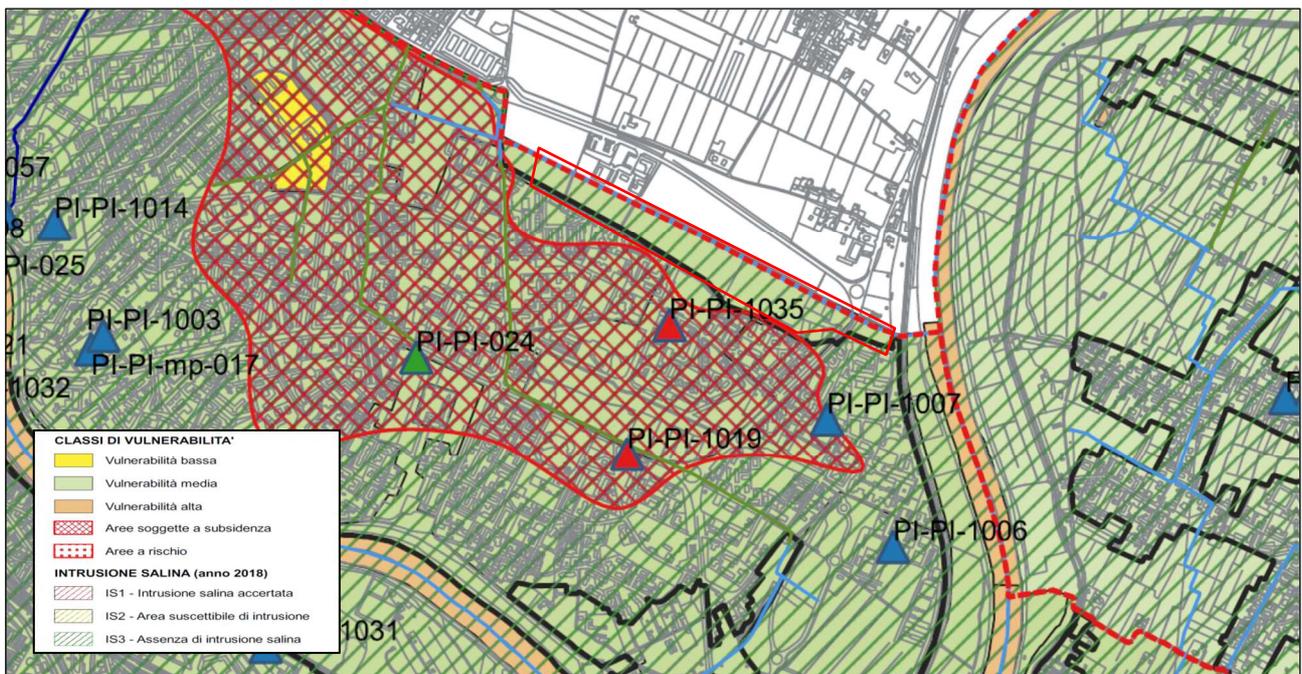
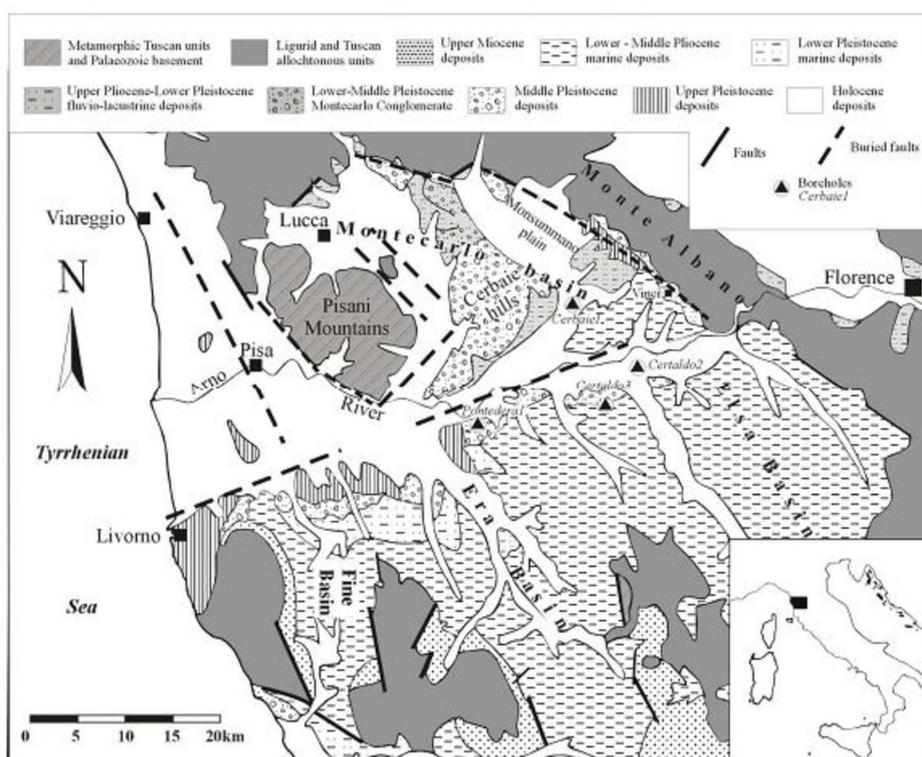


Fig. 15. Carta della Vulnerabilità degli acquiferi e problematiche idrogeologiche del Piano Strutturale Intercomunale – Area del Parco di Via Pungiluppo

ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

La pianura di Pisa costituisce la parte meridionale di un'ampia depressione tettonica ("depressione Versiliese-Pisana") di forma triangolare, orientata circa NO-SE dalla foce del Fiume Magra ai dintorni di Pisa e di Livorno (Mazzanti, Pasquinucci, 1983).

Questa depressione (figura 1) è delimitata verso est, dalle Alpi Apuane, Monti d'Oltre Serchio e Monti Pisani, verso Sud dalle Colline Pisane e del terrazzo di Livorno; verso Ovest, dalla "dorsale di Viareggio" sommersa dal mare e compresa tra Livorno ed il promontorio di Punta Bianca (Mazzanti, Pasquinucci, 1983).



Schema tettonico della bassa valle dell'Arno (da P. Cantini, I. Marson, E. Pinna, G. Pinna, 2002).

I bordi orientale e occidentale di questa depressione tettonica coincidono con faglie distensive a direzione appenninica ed a grande rigetto verticale, con piani di faglia inclinati verso l'asse del bacino; il bordo meridionale sembra coincidere con una faglia trascorrente, di impostazione molto antica, precedente l'inizio dell'attività delle prime, che risalgono al Miocene superiore. La zona corrispondente alla depressione tettonica è quindi confinata da aree a comportamento tettonico differenziato:

- le Alpi Apuane, i Monti d'oltre Serchio e i Monti Pisani, con tendenza al sollevamento, seppur con rimo irregolare;
- i Monti di Punta Bianca-Ameglia e la dorsale di Viareggio, con tendenza a un lento sollevamento dei primi e a un lento sprofondamento della seconda, la quale sembra sia stata completamente sommersa dal mare solo all'inizio del Pleistocene inferiore;
- le Colline Pisane e la zona di Livorno, che avrebbero seguito inizialmente le vicende della depressione Versiliese-Pisana, probabilmente differenziandosene solo a partire dal Pliocene medio,

durante il quale avrebbe avuto inizio un debole sollevamento, mentre la depressione continuava a sprofondare;

I ritmi dell'attività tettonica ed i cambiamenti climatici condizionano ritmo e modalità di formazione dei sedimenti che si depositavano nella depressione, a partire dai depositi riconducibili all'inizio della fase distensiva (Tortoniano):

Il Pliocene inf. e medio è caratterizzato da una fase di trasgressione marina collegata agli sprofondamenti tettonici determinati dalla fase distensiva. I sedimenti riconducibili a tale epoca, deposti nel Valdarno Inferiore, mostrano immersioni verso NO e N, diminuendo di spessore, progressivamente, verso l'attuale corso dell'Arno; ciò indica che la successiva emersione è avvenuta in seguito ad un sollevamento da SE verso NO. Tale sollevamento spiegherebbe l'allineamento longitudinale degli affluenti di sinistra del Fiume Arno.

La ricostruzione paleogeografica in destra d'Arno è meno precisa, ma indica la presenza, ad Est del Monte Pisano, del paleoSerchio che confluisce nel paleoArno.

La regressione del Pliocene medio-superiore indica l'inizio di un sollevamento epirogenetico. Nel Pleistocene inferiore si verificano sprofondamenti tettonici dei bacini; tali sprofondamenti determinano, nel Valdarno inferiore, la sedimentazione di depositi di facies marina caratterizzati da in livello di argille e argille sabbiose ad Artica islandica sormontate da sabbie di tipo regressivo (Sabbie di Nugola Vecchia) di ambiente marino costiero.

Contemporaneamente a questo sprofondamento si è formata una depressione delimitata dalle colline plioceniche in sinistra d'Arno maggiormente sollevate; in tale depressione, dove non è arrivato il mare pleistocenico, si depositano sedimenti continentali di ambiente lacustre e fluviale.

La parte superiore del Pleistocene Medio è caratterizzata da una fase di trasgressione glacioeustatica che vede l'innalzamento del livello medio marino fino raggiungere i 120 metri di quota rispetto all'attuale l.m.m. (Terrazzo della Fattoria delle Pianacce, Livorno).

In quest'epoca si depositano sedimenti prevalentemente fluviali di piana di esondazione e palustri, detti Conglomerati e limi di Casa Poggio ai Lecci che si depositano a nord delle colline livornesi in direzione della Val d'Egola e sul grande terrazzo delle Cerbaie. Tale formazione rappresenta il più antico documento pervenutoci dell'impostazione del grande sistema fluviale del paleoSerchio ad est del Monte Pisano lungo l'attuale piana di Lucca.

L'interglaciale Mindel-Riss (Pleistocene medio) è caratterizzato da accumuli eolici e colluviali (depositi continentali) nell'area del Terrazzo della Fattoria delle Pianacce e da depositi fluviali o fluvio lacustri verso l'interno (Conglomerati e limi di Casa Poggio ai Lecci); la Formazione dei Conglomerati e Limi di Casa Poggio ai Lecci risulta tettonicamente dislocata dalla faglia che Trevisan (1971) ipotizza correre al di sotto dei sedimenti alluvionali delle Cerbaie e proseguire nel sottosuolo della Pianura di Pisa.

Durante l'interglaciale Riss-Wurm nella pianura di Pisa si determinano incisioni fluviali dovute all'abbassamento del livello dell'Arno per glacioeustatismo marino negativo.

Durante la fase glaciale del Wurm, le pianure pisane e versiliese sono emerse con una linea di costa posta più in basso di circa 60m rispetto a quella attuale. In questa fase si verifica la massima incisione dei fiumi nella Pianura Pisana che è caratterizzata dal deposito della formazione detritica conglomeratica denominata da Serge (1955) Conglomerato dell'Arno e Serchio da Bientina.

La profonda incisione fluviale si ritrova a -57m nell'area di Stagno e -23 nel sottosuolo di Calcinaia, in corrispondenza della confluenza del PaleoArno e Paleoserchio. Nell'area di Ripafratta

sono stati individuati tre orizzonti di ghiaia rispettivamente alle quote di -42 -34m (livello 1), -25-10m (livello 2) e +3+8m (livello 3) metri sul livello medio marino. Il Conglomerato dell'Arno e Serchio da Bientina è litologicamente caratterizzato da una grande quantità di ciottoli di quarziti filladi trasportati dal paleoSerchio.

Nel post-Wurm si verifica un nuovo evento di trasgressione, detto anche trasgressione Versiliana, con conseguente avanzamento delle spiagge. Questo fenomeno fu determinato dall'aumento degli apporti solidi di alcuni fiumi, in particolare dall'Arno; alcuni autori mettono questo fenomeno in relazione al notevole disboscamento e all'estensione delle pratiche agricole conseguenti alla colonizzazione Romana (Morelli, 1927).

Il meccanismo del progressivo avanzamento del litorale è dovuto alla continua formazione di nuove barre parallele alla linea di costa e poste "verso mare" rispetto a quelle già esistenti e in via di emersione. Inizialmente sommerse, col passare del tempo, emergevano in lunghi lidi paralleli alla linea di riva, separando altrettante strette e allungate lagune (lame) in comunicazione con il mare attraverso piccoli passaggi trasversali, derivati dalle correnti di riflusso.

Man mano che i lidi emergevano, costituivano sia ostacolo per la circolazione delle sabbie sollevate dal vento che zone di accumulo per cordoni di dune.

In tempi più recenti, dal 1000 a.C. fino ai giorni nostri la Pianura di Pisa è stata caratterizzata dalle variazioni che il corso dell'Arno ha subito, sia per cause naturali sia antropiche. Nell'area di San Rossore erano presenti anse dell'Arno ad andamento tortuoso che ostacolavano il deflusso delle acque cosicché, nel 1338, furono eseguiti due tagli: il primo in corrispondenza dell'ansa in Loc. Cascine Nuove il secondo dell'ansa esistente tra Luicchio e le Cascine Nuove (Cavazza, 1994). Inoltre si sono susseguiti nel tempo ulteriori interventi antropici finalizzati al risanamento della pianura, in ultimo la bonifica dell'area del Tombolo a sud dell'Arno (1922); tali interventi hanno determinato l'attuale morfologia della Pianura Pisana.

L'architettura deposizionale della Pianura di Pisa è quindi il risultato delle fasi tettoniche susseguitesesi a partire dall'inizio della fase distensiva (Tortoniano), descritte in precedenza, che hanno dato origine ad una sequenza deposizionale.

Nell'area a Sud dell'Arno, per la ricerca di idrocarburi, sono stati effettuati una serie di studi per definire la potenza, l'assetto strutturale e le sequenze sismiche dei sedimenti neogenici. La ricostruzione eseguita riconosce diverse unità sismiche separate da discontinuità stratigrafiche (tetto del Pliocene inferiore, tetto del Pliocene medio, base del Messiniano) e da discontinuità angolari (tetto del messiniano).

La potenza massima dei sedimenti nel bacino dell'Arno raggiunge circa 3800m di spessore.

La sequenza sismo-stratigrafica presente al di sopra di un substrato databile al Miocene inf. Oligocene, rappresentato da arenarie del Macigno o da una serie carbonatica bacinale è la seguente (P. Cantini, I. Marson, E. Pinna, G. Pinna, 2002):

- una serie del Pleistocene - sabbioso ghiaiosa (circa 800m)
- una serie del Pliocene medio superiore – argilloso sabbiosa (circa 100m)
- una serie del Pliocene inferiore – sabbioso argillosa (circa 1200m)
- una serie del Messiniano e del Pre Messiniano – argilloso arenacea (circa 800m)

Relativamente alla profondità e all'andamento del substrato lapideo sottostante le formazioni neogeniche nell'ambito della Pianura di Pisa, è disponibile un dato rilevato mediante indagini gravimetriche, e confortato dalla realizzazione di un pozzo profondo (circa 1000 m dal pc), realizzato in località S. Cataldo (attuale area CNR di Pisa).

Le risultanze di tale indagine sono schematicamente riportati in *"GEOLOGICAL AND STRUCTURAL FEATURES OF THE SAN CATALDO DISTRICT HEATING PROJECT (PISA, ITALY)"* a cura di S. Bellani, G. Buonasorte, S. Grassi e P. Squarci.

Secondo il quadro delineato dagli autori, il substrato lapideo, affiorante in corrispondenza del margine occidentale del Monte Pisano, si immergerebbe al di sotto delle formazioni neogeniche, sino a raggiungere i 2700 m di profondità in corrispondenza della costa, alla foce dell'Arno, e sarebbe dislocato da almeno quattro faglie distensive, che disegnano un andamento "a gradoni", di cui la prima correrebbe al piede del Monte Pisano e le altre si svilupperebbero a Sud di Pisa, con andamento sub parallelo alla costa.

Secondo questa ricostruzione, nell'areale compreso tra il Fiume Serchio e il Fiume Arno, la profondità del substrato raggiungerebbe i 1000 m a Sud di Pisa, sarebbe dislocato da una faglia con rigetto di circa 1000 m, e degraderebbe dai 2000 ai 2700 m in prossimità della costa.

AGGIORNAMENTO DEL QUADRO CONOSCITIVO DEL R.U.

Il Comune di Pisa, così come previsto dall'art. 21 della L.R. 65/2014, ha provveduto all'aggiornamento del quadro conoscitivo degli strumenti della pianificazione territoriale e urbanistica, con l'elaborazione della Carta Geomorfologica, secondo le direttive per le indagini geologiche del D.P.G.R. n. 53/R/2011.

Gli elaborati cartografici rappresentati dalla Carta Geomorfologica e dalla Relazione illustrativa sono stati trasmessi con nota Prot. n. 126281 del 13/12/2019 agli Uffici del Genio Civile Valdarno Inferiore.

Con propria Deliberazione n. 3 del 28/01/2020 il Consiglio Comunale ha approvato l'aggiornamento del quadro conoscitivo degli strumenti della pianificazione territoriale e urbanistica, il cui avviso è stato pubblicato sul B.U.R.T. n. 8 del 19/02/2020.

Questa Relazione pertanto fa propria la Carta Geomorfologica e la relazione illustrativa, parte integrante del suddetto provvedimento.

PERICOLOSITÀ DERIVANTE DAL PIANO STRUTTURALE COMUNALE (1998)

Per definire la pericolosità dell'area di variante si è fatto riferimento alla Carta della Pericolosità del Piano Strutturale (approvato con D.C:C. n.103 in data 02.10.1998).

La Carta della pericolosità del P.S. individua per l'intero territorio comunale, le classi e le sottoclassi di pericolosità geologico-idraulica.

L'area oggetto di variante ricade in **Classe 3 - PERICOLOSITÀ MEDIA**: *essa comprendente zone in cui sono assenti fenomeni attivi, poste a quote inferiori a 2 metri misurate dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda del corso d'acqua corrispondente e ricadente nel sistema della bonifica per il quale esistono notizie storiche di allagamenti causati da crisi della bonifica, oppure zone protette da opere idrauliche, per le quali esistono notizie storiche di esondazioni.*

Tale classe è poi suddivisa in tre sottoclassi:

- *sottoclasse 3 a - pericolosità medio/bassa: comprende zone in cui il tetto delle argille compressibili è posto a profondità superiori a 2 metri dal piano campagna;*

- *sottoclasse 3 b - pericolosità media: comprende zone in cui il tetto delle argille compressibili è posto a profondità compresa tra 1 metro e 2 metri dal piano campagna, ovvero zone soggette ad allagamenti per difficoltà di drenaggio in caso di eventi piovosi intensi;*
- *sottoclasse 3 c - pericolosità medio/elevata: comprende zone soggette ad allagamenti per frequenti esondazioni e tracimazioni dei canali di bonifica, ovvero zone nelle quali le argille compressibili sono poste a profondità minori di 1 metro dal p.c..*

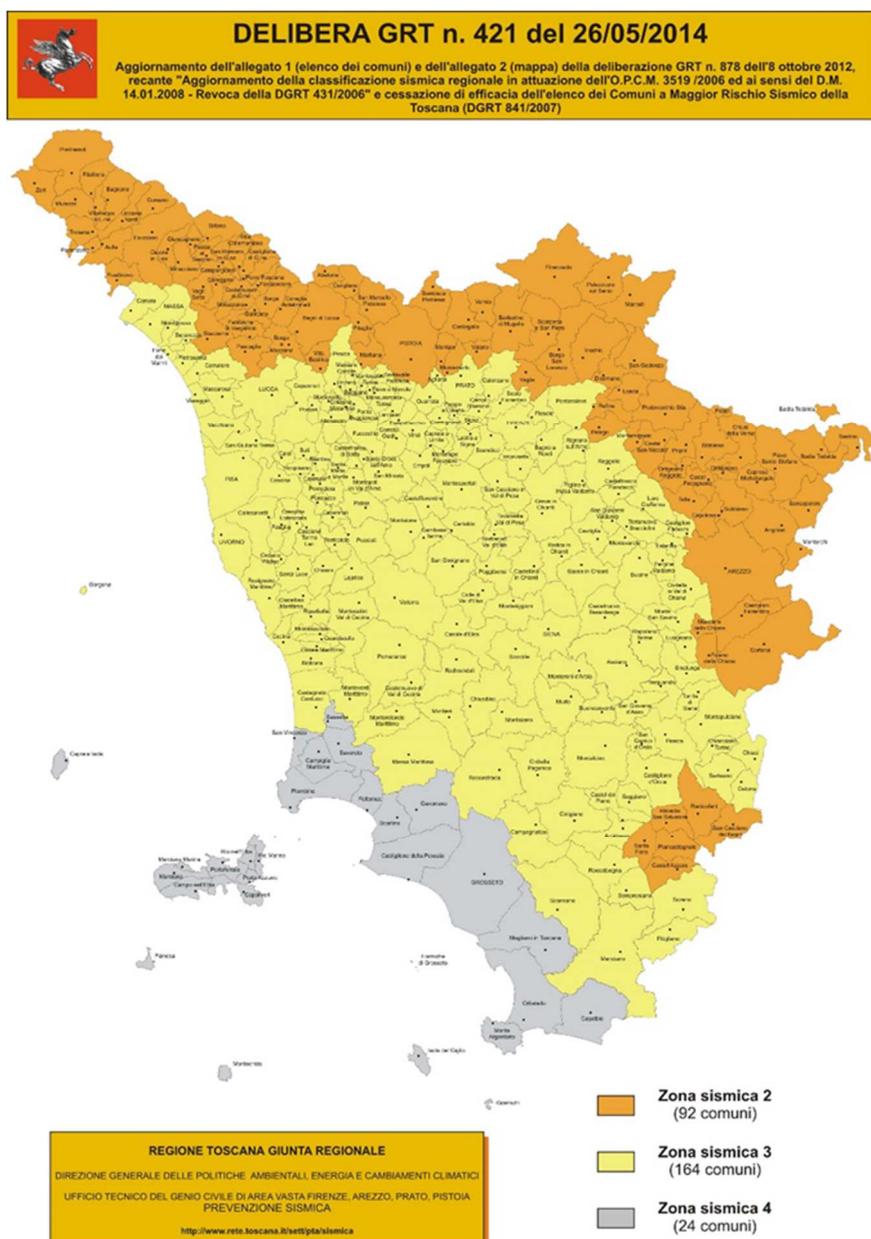
La tabella seguente dettaglia per ogni sottoclasse di pericolosità dell'area oggetto di variante le specifiche caratteristiche geotecniche dei terreni.

Area oggetto di variante - Parco Via Pungiluppo	Pericolosità del Piano Strutturale Comunale
48 (classe 3a) - Zona morfologicamente in posizione sfavorevole dal punto di vista idraulico (quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2 m sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza del ciglio di sponda); soggetta alle Direttive D.C.R. 230/94 perché inserita in ambito B. Non presenta particolari problematiche legate alle caratteristiche geotecniche dei terreni	Classe 3a - Pericolosità medio-bassa
37 (classe 3b) – Area con problemi geotecnici legati alla presenza, a profondità variabili tra 1 e 2 m, di argille compressibili (profondità del tetto delle argille compressibili tra 1 e 2 m dal p.c.)	Classe 3b - Pericolosità media
39 (classe 3c) - Area con forti problemi geotecnici dovuti all'affioramento delle argille compressibili (profondità del tetto delle argille compressibili inferiore a 1 m dal p.c.)	Classe 3c - Pericolosità medio-elevata

ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI LOCALI

Con Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (Ord. 20 marzo 2003, n. 3274) (G.U. n. 105 del 8 maggio 2003) sono stati approvati i “Criteri per l’individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone” nonché le connesse “Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l’adeguamento sismico degli edifici”, “Norme tecniche per progetto sismico dei ponti”, “Norme tecniche per il progetto sismico delle opere di fondazione e sostegno dei terreni” facenti parte integrante e sostanziale dell’Ordinanza stessa.

Contestualmente all’ordinanza è stata ridisegnata una nuova mappa sismica dei comuni italiani. Le Norme Tecniche indicano 4 valori di accelerazioni (ag/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico e le norme progettuali e costruttive da applicare fissando quindi corrispondenti quattro zone sismiche attribuibili al territorio nazionale.



A tal proposito, in prima applicazione, fino alla predisposizione di una nuova mappa di riferimento a scala nazionale che soddisfi integralmente i nuovi criteri di zonazione sismica e relativo aggiornamento a livello regionale, nell’Allegato A della citata Ordinanza è indicata la classificazione sismica dei comuni italiani; sulla base della suddetta classificazione il Comune di Pisa, è classificato in Zona 2 (ag/g = 0.25).

Anche con riferimento alla riclassificazione sismica del territorio regionale - Del. GRT n. 421 del 26/05/2014 - il Comune di Pisa, è classificato in Zona 3.

Con l'entrata in vigore delle NTC 2008 la stima della pericolosità sismica -intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido – viene definita con un approccio “sito-dipendente”.

Con il D.M. 17 gennaio 2008, Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”, le azioni sismiche

di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

La pericolosità sismica viene definita convenzionalmente riferendosi a un suolo rigido con superficie topografica orizzontale in condizioni di campo libero: le caratteristiche del moto sismico atteso per una fissata PVR si ritengono individuate una volta note l'accelerazione massima (PGA - Peak Ground Acceleration = ag) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione.

Zona sismica – Comune di Pisa	
3	Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti.

Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ag]
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	ag > 0,25 g	0,35 g
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	0,15 < ag ≤ 0,25 g	0,25 g
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	0,05 < ag ≤ 0,15 g	0,15 g
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	ag ≤ 0,05 g	0,05 g

AGGIORNAMENTO DEL QUADRO CONOSCITIVO DEL R.U.

Il Comune di Pisa, così come previsto dall'art. 21 della L.R. 65/2014, ha provveduto all'aggiornamento del quadro conoscitivo degli strumenti della pianificazione territoriale e urbanistica, con l'elaborazione dello studio di Microzonazione Sismica di 1 livello (secondo le direttive per le indagini geologiche del D.P.G.R. n. 53/R/2011 e delle specifiche tecniche dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3907 del 13 Novembre 2010 e degli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica -ICMS- del 13/11/2008).

Gli elaborati cartografici (la Carta dei Dati di Base, la Carta delle frequenze, la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica - MOPS, la Carta della Pericolosità Sismica, la Carta Geologico-tecnica e la Carta Geologica) e la Relazione di Microzonazione Sismica sono stati trasmessi con nota Prot. n. 99381 del 30/09/2019 agli Uffici del Genio Civile Valdarno Inferiore.

Con propria Deliberazione n. 3 del 28/01/2020 il Consiglio Comunale ha approvato l'aggiornamento del quadro conoscitivo degli strumenti della pianificazione territoriale e urbanistica, il cui avviso è stato pubblicato sul B.U.R.T. n. 8 del 19/02/2020.

INDAGINI SISMICHE

Il livello 1 di Microzonazione Sismica costituisce un livello propedeutico caratterizzato essenzialmente da una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e di ulteriori informazioni, finalizzata alla suddivisione del territorio in microzone qualitativamente

omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Pertanto, le finalità degli studi di microzonazione attraverso la rappresentazione degli elementi e delle situazioni di rischio e criticità riscontrate dal quadro conoscitivo messo a punto e dagli approfondimenti condotti mediante apposita campagna geofisica, sono quelle di:

- Ricostruire il modello del sottosuolo in via preliminare;
- Definire le tipologie degli effetti attesi;
- Individuare aree che necessitano di approfondimenti.

La Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica, che rappresenta il principale elaborato del livello 1, individua le microzone ove, sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e in relazione all'acquisizione, valutazione ed analisi dei dati geognostici e di alcune tipologie di dati geofisici, è prevedibile l'occorrenza di diverse tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.).

Gli elementi prioritari per la valutazione degli effetti locali e di sito, in relazione all'obiettivo della riduzione del rischio sismico, sono quelli utili alle successive fasi di caratterizzazione sismica dei terreni e di parametrizzazione dinamica riferite alla realizzazione o verifica dell'edificato.

Nel contesto delle indagini di supporto alla MS di Livello 1 sono state eseguite misure di sismica passiva a stazione singola per l'applicazione del metodo HVSR. La tabella che segue sintetizza i risultati ottenuti dalle prove disponibili più vicine al sito in studio. È riportata non solo la frequenza di picco (cui corrisponde l'ampiezza A_0 massima) ma anche eventuali altre frequenze che possono essere interessanti.

Misura	Frequenza e Ampiezza di picco	Frequenza Ampiezza secondaria
HVSR20	$f_0 = 0.38$	$f_0 = 1.17$
	$A_0 = 3.80$	$A_0 = 2.3$

Lo scopo di tale indagine è stato quello di individuare qualitativamente zone caratterizzate o meno da fenomeni di risonanza significativi e quelle caratterizzate da alti contrasti di impedenza.

In tutto il territorio sono state eseguite 100 misure di rumore. I criteri per la localizzazione dei punti di misura sono stati:

- ottenere una distribuzione omogenea sul territorio;
- correlazione con i principali litotipi presenti nell'area in esame, in modo da poter associare ad ogni orizzonte sismo-stratigrafico una specifica frequenza di risonanza
- associazione con indagini geofisiche e geognostiche esistenti, in modo da poter

Nella tabella che segue (tratta da Albarello D. & Castellaro S. (2011) – Tecniche sismiche passive indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011) è riportata una correlazione fra il valore della frequenza di risonanza misurata e lo spessore delle coperture.

F_0 (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

Tab. 1 Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (f_0) determinate dalle misure H/V.

Sulla base di questa tabella è possibile ottenere una indicazione di larga massima sulla profondità dello strato risonante. È inoltre possibile ottenere una stima più accurata utilizzando la formula seguente $f_0 = V_s/(4H)$ che correla la frequenza di risonanza con la velocità V_s e lo spessore delle coperture.

PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE DEI COMUNI DI PISA E CASCINA

Di seguito sono riportate la cartografie del Piano Strutturale Intercomunale dei Comuni di Pisa e Cascina recentemente adottato nelle quali sono individuate, per le aree oggetto di variante, le frequenze fondamentali dei depositi, le MOPS, e che rappresentano le caratteristiche litotecniche delle aree oggetto di variante urbanistica

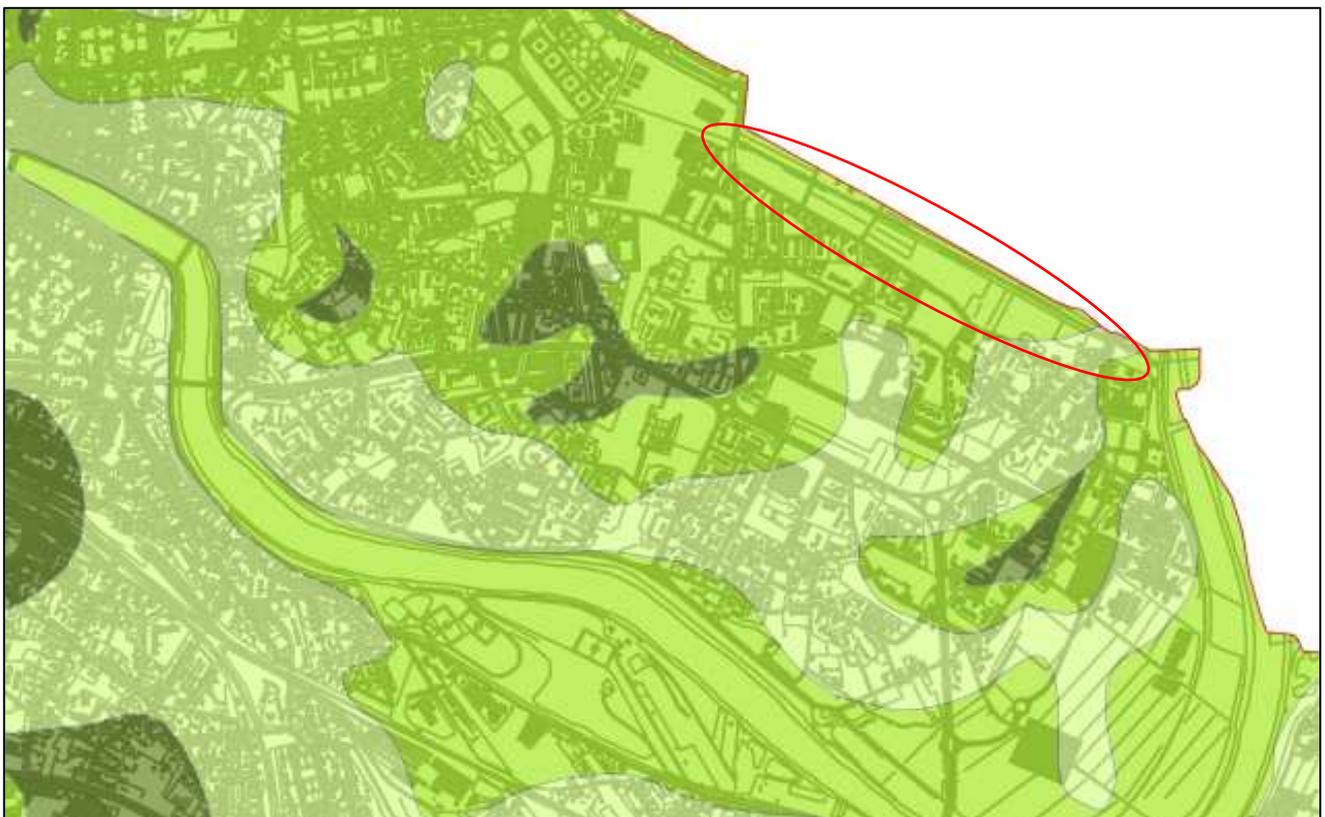
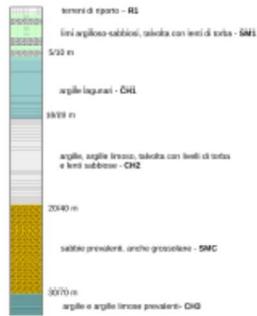


Fig. 16. Carta delle MOPS del Piano Strutturale Intercomunale

Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

ZONA 1 - ZONA 2 - ZONA 3 - ZONA 4 - ZONA 5 - ZONA 6

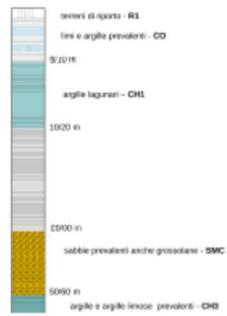
Zona 1



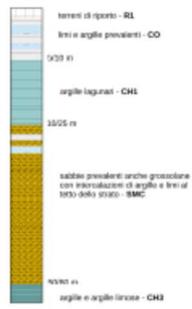
Zona 2



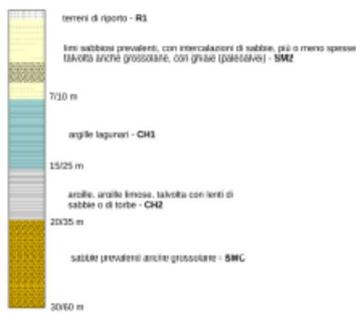
Zona 3



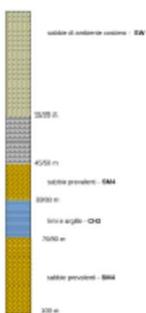
Zona 4



Zona 5



Zona 6



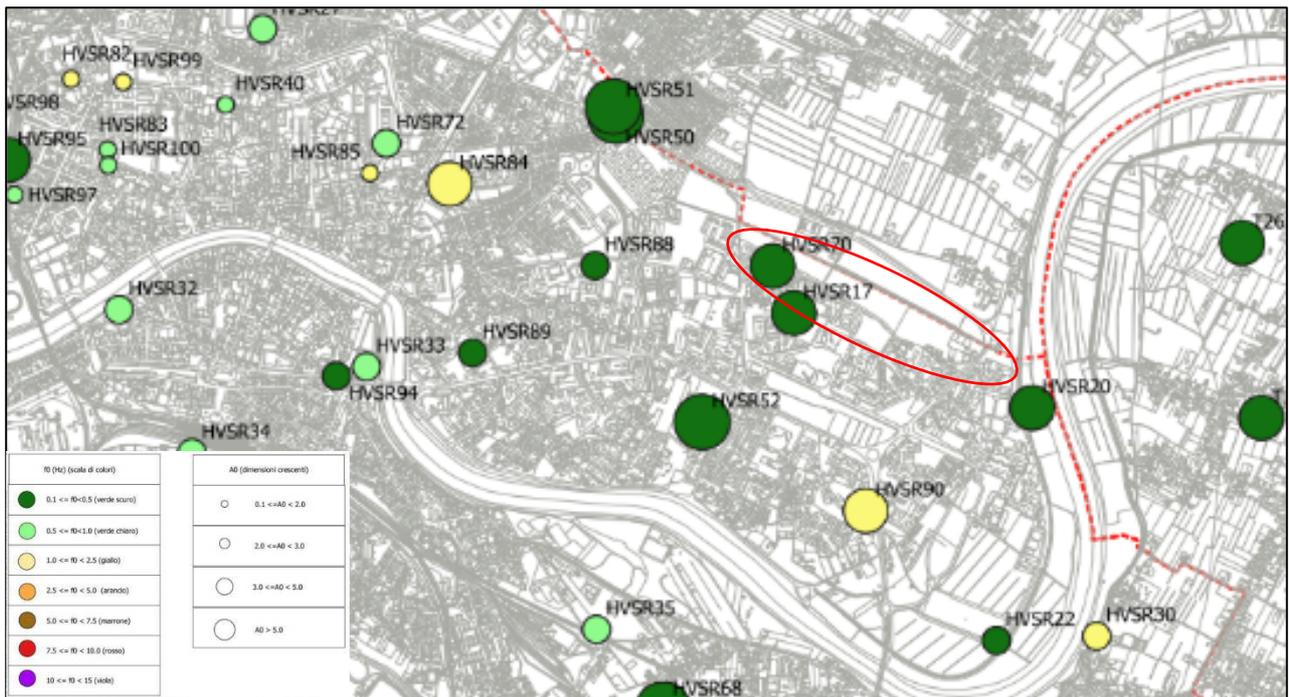


Fig. 17. Carta delle frequenze fondamentali dei depositi (PSI)

VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ

Sulla base delle risultanze delle analisi, degli elaborati di aggiornamento del quadro conoscitivo, alle aree di trasformazione vengono pertinentemente assegnate le classi di pericolosità.

Come previsto dal D.P.G.R. 30 gennaio 2020, n. 5/R - *Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche*, viene definita la pericolosità distinguendo tra aree a pericolosità geologica, aree a pericolosità da alluvioni e aree a pericolosità sismica locale.

Attraverso le analisi e gli approfondimenti vengono caratterizzate aree omogenee dal punto di vista delle pericolosità e delle criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano, oltre ad essere integrate e approfondite quelle già individuate nei piani di bacino.

Sono pertanto caratterizzate le aree a pericolosità geologica ed idraulica, nonché le aree a pericolosità sismica locale.

PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

La carta della pericolosità geologica esprime il differente grado di pericolosità delle aree in funzione degli elementi geologici e strutturali, litologico-tecnici e geomorfologici.

Il D.P.G.R. n. 5/R/2020- *Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche– Allegato A*, individua le seguenti classi di pericolosità:

- **Pericolosità geologica molto elevata (G.4):** aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione, ed aree in cui sono presenti intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo
- **Pericolosità geologica elevata (G.3):** aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti e relative aree di evoluzione; aree con potenziale instabilità connessa a giacitura, ad acclività, a litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee e relativi processi di morfodinamica fluviale, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da fenomeni di soliflusso, fenomeni erosivi; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geomeccaniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori a 15 gradi.
- **Pericolosità geologica media (G.2):** aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi; aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori a 15 gradi.
- **Pericolosità geologica bassa (G.1):** aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolativi.

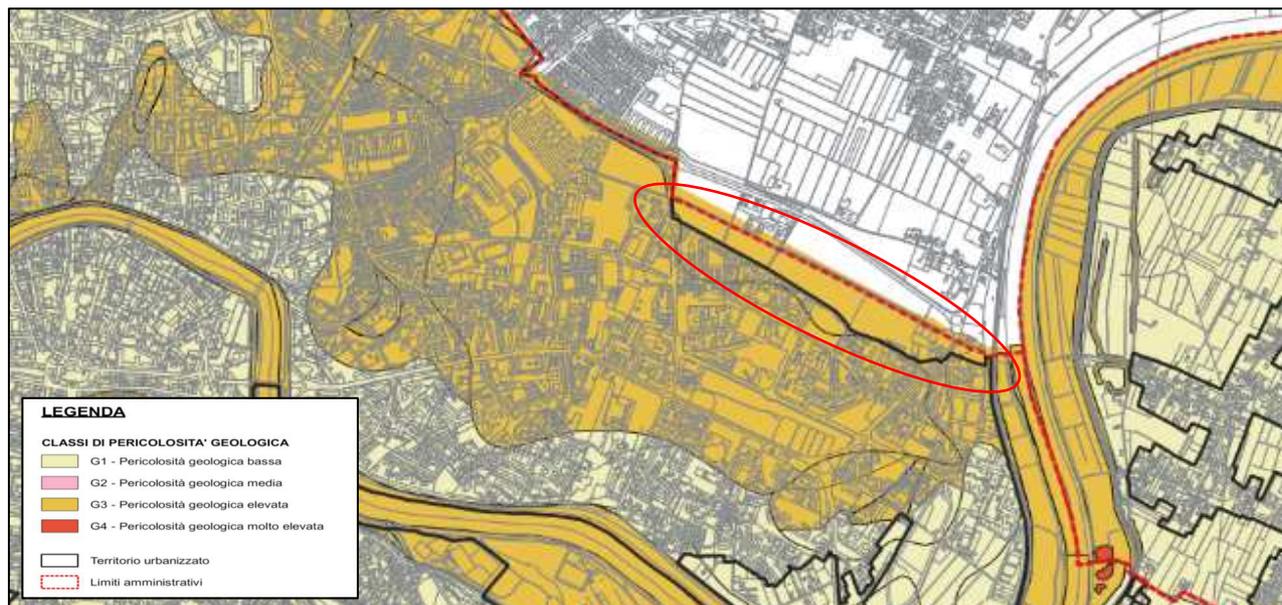


Fig. 18. Carta della Pericolosità Geologica del PSI

La pericolosità geologica derivata dal Piano Strutturale Intercomunale delle aree oggetto di variante è riassunta nella seguente tabella:

Area oggetto di variante	Pericolosità geologica del PSI
Parco territoriale Via Pungilupo	G3 elevata

PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONI

La carta della pericolosità idraulica esprime il differente grado di pericolosità delle aree in funzione della probabilità di esondazione dei corsi d'acqua in riferimento al reticolo principale nonché la potenzialità di allagamento per insufficienza di drenaggio.

- **Aree a pericolosità per alluvioni frequenti (P3)**, come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera d) della l.r.41/2018
- **Aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti (P2)**, come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera e) della l.r.41/2018
- **Aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P1)**, come classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs.49/2010

La pericolosità da alluvioni derivata dal Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni dell'area oggetto di variante è riassunta nella seguente tabella:

Area oggetto di variante	Pericolosità da Alluvioni
Parco territoriale Via Pungilupo	P2 media e P1 bassa

PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

La carta della pericolosità sismica esprime il differente grado di pericolosità delle aree in funzione della probabilità di accadimento di effetti locali o di sito.

La classificazione sismica del territorio nazionale introdotta dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003, aggiornata dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28.04.2006, ed attuata dalla Deliberazione della Regione Toscana n. 431 del 19 giugno 2006, il comune di Pisa rientra in Zona sismica 3 a cui è assegnata l'accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, pari a 0.15.

Il D.P.G.R. n. 5/R/2020- *Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche*– Allegato A, individua le seguenti classi di pericolosità:

Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4):

- aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e capaci, in grado di creare deformazione in superficie;
- terreni suscettibili di liquefazione dinamica accertati mediante indagini geognostiche oppure notizie storiche o studi preesistenti;
- aree interessate da instabilità di versante attive e relativa area di evoluzione, tali da subire un'accentuazione del movimento in occasione di eventi sismici;

Pericolosità sismica locale elevata (S.3):

- aree con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti rilevanti;
- aree potenzialmente suscettibili di liquefazione dinamica, caratterizzate da terreni per i quali, sulla base delle informazioni disponibili, non è possibile escludere a priori il rischio di liquefazione;
- zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano di campagna;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione (F_x) > 1.4 ;
- aree interessate da instabilità di versante quiescente, relative aree di evoluzione, nonché aree potenzialmente franose, di seguito, denominate "APF", e, come tali, suscettibili di riattivazione del movimento in occasione di eventi sismici;

Pericolosità sismica locale media (S.2):

- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali connessi con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore a 1hz;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione (F_x) < 1.4 ;
- zone stabili suscettibili di amplificazione topografica (pendii con inclinazione superiore a 15 gradi);
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, non rientranti tra quelli previsti nelle classi di pericolosità sismica S.3;

Pericolosità sismica locale bassa (S.1):

- zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata (pendii con inclinazione inferiore a 15 gradi), dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

Il Comune di Pisa, con Delibera del Consiglio Comunale n. 3 del 28/01/2020, ha approvato l'Aggiornamento del quadro conoscitivo degli strumenti urbanistici che è stato trasmesso agli uffici del Genio Civile Valdarno Inferiore.

In particolare la carta della Pericolosità sismica locale individua, per tutto il territorio comunale di Pisa un'unica tipologia di microzona qualitativamente omogenea, andando ad attribuire alle aree oggetto di variante la classificazione di:

- ✦ Zone suscettibili di instabilità: zone suscettibili di attivazione dei fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma ([...] cedimenti diffusi, terreni suscettibili liquefazioni dinamica [...]).

Tutto il territorio comunale viene pertanto classificato come area a PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE ELEVATA (S.3).

Con l'adozione del Piano Strutturale Intercomunale dei Comuni di Pisa e Cascina, viene ridefinita la Carta della pericolosità sismica locale, così come individuato nella figura seguente

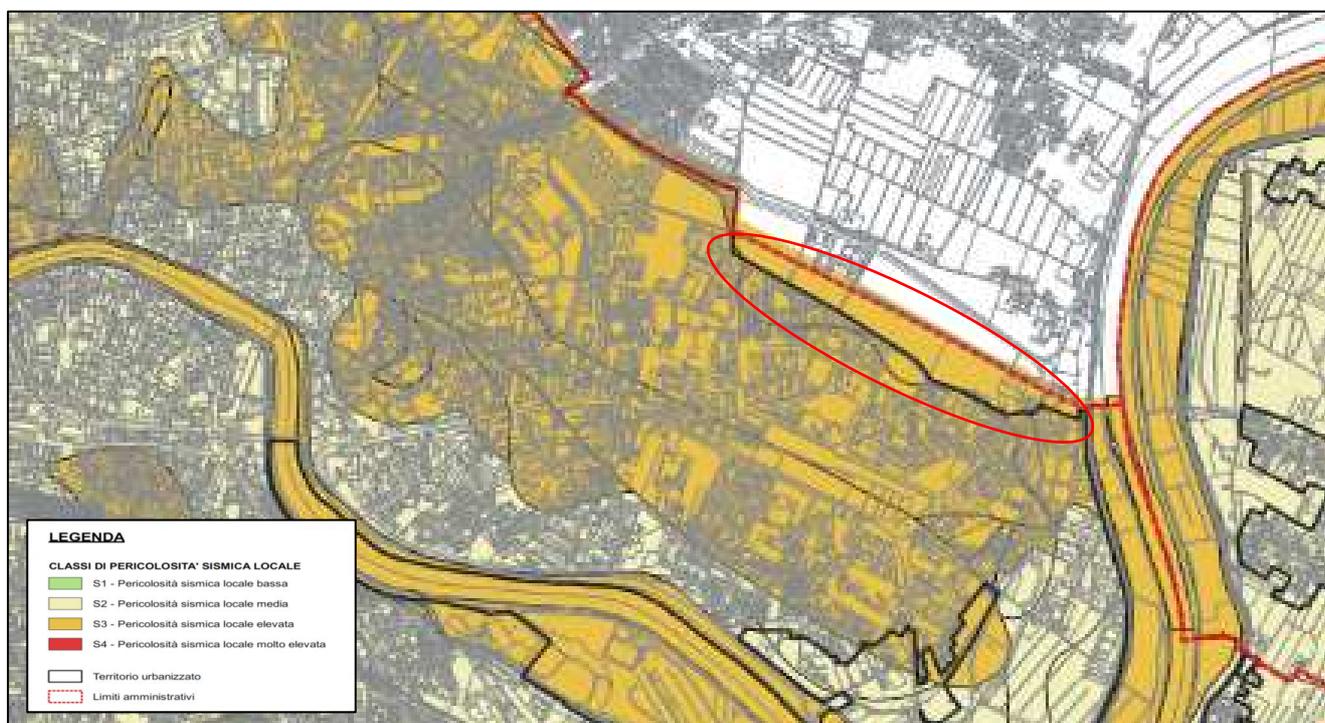


Fig. 19. Carta della Pericolosità sismica locale del PSI

La pericolosità sismica locale derivata dal Piano Strutturale Intercomunale delle aree oggetto di variante è riassunta nella seguente tabella:

Area oggetto di variante	Pericolosità Sismica locale del PSI
Parco territoriale Via Pungilupo	S3 elevata

La pericolosità geologica, la pericolosità da alluvioni e la pericolosità sismica locale dell'area oggetto di variante è stata ottenuta dalla sovrapposizione delle pericolosità che derivano dal quadro

conoscitivo complessivo degli strumenti di pianificazione territoriale comunale e dalla pianificazione di Bacino.

La pericolosità geologica dell'area oggetto di variante è stata individuata, sulla base della cartografia del quadro conoscitivo del Piano Strutturale Comunale, del Piano Strutturale Intercomunale, dei Piani di Bacino e delle indagini, delle analisi e delle verifiche effettuate.

La pericolosità da alluvioni dell'area oggetto di variante è stata definita, sulla base della cartografia del quadro conoscitivo del Piano Strutturale Comunale, del Piano Strutturale Intercomunale e della carta della pericolosità da alluvione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.) dell'Autorità Distrattuale dell'Appennino Settentrionale.

La pericolosità sismica locale dell'area oggetto di variante è stata classificata sulla base della cartografia dell'aggiornamento del quadro conoscitivo al R.U., del Piano Strutturale Intercomunale.

La tabella che segue sintetizza le pericolosità individuate per ciascuna delle aree oggetto di variante.

Descrizione	Pericolosità		
	Geologica	Idraulica	Sismica
Parco territoriale Via Pungilupo	G.3	P.2-P.1	S.3

Tabella delle pericolosità

CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOLOGICI, AL RISCHIO DI ALLUVIONI E AGLI ASPETTI SISMICI

Per disciplinare la pianificazione urbanistica ed edilizia nel territorio comunale dovranno essere definite le condizioni per le trasformazioni degli assetti insediativi, infrastrutturali ed edilizi, in coerenza con il quadro conoscitivo e con i contenuti statutari e strategici del piano strutturale, traducendo in regole operative le direttive del D.P.G.R. 5/R/2020 e le prescrizioni dettate dai piani di bacino.

La trasformabilità del territorio è strettamente legata alle situazioni di pericolosità e di criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano e messe in evidenza a livello di piano strutturale, ed è connessa ai possibili effetti (immediati e permanenti) che possono essere indotti dall'attuazione delle previsioni dell'atto di governo del territorio.

Le condizioni di fattibilità sono definite in funzione delle situazioni di pericolosità e di rischio e specificano gli studi e le indagini da effettuare a livello attuativo ed edilizio e le eventuali opere da realizzare per la mitigazione del rischio. La mitigazione del rischio è perseguita attraverso azioni combinate per la riduzione della pericolosità e della vulnerabilità degli elementi esposti.

Le condizioni di fattibilità sono individuate, anche in ragione delle previsioni urbanistiche della variante in oggetto, secondo i criteri di seguito elencati:

- Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti geologici;
- Criteri generali di fattibilità in relazione al rischio da alluvioni;
- Criteri generali di fattibilità in relazione a problematiche idrogeologiche;
- Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti sismici.

Le caratteristiche di pericolosità sono una componente fondamentale per la valutazione della fattibilità, la quale viene integrata comunque anche da altre componenti, quali la tipologia di insediamento e la destinazione d'uso, che possono avere efficacia sulla sicurezza delle opere e quindi condizionare la fattibilità dell'intervento.

In funzione quindi del comportamento dei terreni, ipotizzabile sulla base del quadro geostratigrafico, geomorfologico, geomeccanico e idraulico locale, sintetizzato dalle carte della pericolosità e dalle forme di intervento previste, si esprime la fattibilità delle trasformazioni della variante al Regolamento Urbanistico.

L'area oggetto di variante urbanistica è stata classificata, attraverso analisi e verifiche opportunamente effettuate, con le rispettive classi di pericolosità geologica, idraulica e sismica, così come indicate nella tabella precedente (Tabella delle pericolosità).

Le condizioni di attuazione delle trasformazioni sono riferite alla fattibilità delle trasformazioni e delle funzioni territoriali ammesse.

Tale fattibilità fornisce indicazioni in merito alle limitazioni delle destinazioni d'uso del territorio in funzione delle situazioni di pericolosità riscontrate, nonché in merito agli studi e alle indagini da effettuare a livello attuativo ed edilizio e alle opere da realizzare per la mitigazione del rischio, opere che sono da definire sulla base di studi e verifiche che permettano di acquisire gli elementi utili alla predisposizione della relativa progettazione.

Per l'area oggetto di variante urbanistica, sono state definite, in ragione delle considerazioni svolte nella presente Relazione, i rispettivi criteri di fattibilità.

PARCO TERRITORIALE – VIA PUNGILUPO

Attuale destinazione urbanistica: **Aree agricole periurbane**

Destinazione urbanistica di previsione: **Parco territoriale**

Il progetto prevede, in un'area perimetrata a sud dalla via Pungiluppo e a nord dal fosso murato di circa 11 ettari, la messa a dimora di 1.800 alberature articolate con filari alberati, boschi urbani compatti e radi di diverse specie autoctone di diverse dimensioni ed adatte ai climi umidi tipici dei boschi igrofilo, vista la possibilità che il parco potrà allargarsi a seguito di eventi estremi.

Il progetto prevede la realizzazione di una pista ciclabile e pedonale, lungo la via Pungiluppo che seguirà l'andamento del terreno per una lunghezza di 1.000 ml e larghezza complessiva di 250 cm. Il nuovo percorso ciclabile e pedonale conetterà, attraverso una mobilità dolce, i quartieri nord e sud di Pisanova separati dalla viabilità a grande scorrimento di traffico sia su via di Cisanello che su via Bargagna poiché entrambe, tra l'altro, si collegano all'ospedale di Cisanello che è in fase di un grande ampliamento delle strutture sanitarie. Sul percorso della pista ciclopedonale sono previste l'installazione di panchine, bacheche informative, rastrelliere per biciclette e l'impianto di pubblica illuminazione alimentato dai pannelli fotovoltaici posti in copertura del gazebo attrezzato, l'impianto di videosorveglianza e gli hot spot WI-FI per dare all'area piena connessione digitale.

Altresì il progetto prevede la realizzazione di un'area ludica attrezzata a quota di sicurezza idraulica pertanto sempre fruibile ed articolata in aree con specifiche attrezzature ludiche e arredo urbano.

E' stato previsto di impiegare materiali naturali sia per la pista ciclopedonale, costituiti da fondazioni stradali in stabilizzato di pietre calcaree con finitura superficiale con terre compattate, sia per le pavimentazioni delle aree ludiche costituite in gomma colata drenante; comunque ogni

materiale o lavorazione sarà conforme al DECRETO 10 marzo 2020 parte E - Criteri ambientali minimi per il servizio di gestione del verde pubblico e la fornitura di prodotti per la cura del verde.

Nell'area in oggetto è prevista la realizzazione di casse di espansione a corredo della regimazione idraulica dei canali posti a nord del comparto e che confluiscono nel *Collettore principale idrovoro (canale rivestito)* che recapiterà le acque meteoriche dell'intero comparto nel futuro impianto idrovoro con recapito finale nel fiume Arno. Tali opere garantiranno la messa in sicurezza dagli eventi atmosferici estremi sia dell'abitato di Pisa nord est, che di San Giuliano Terme ed inoltre del grande complesso ospedaliero in fase di ampliamento.

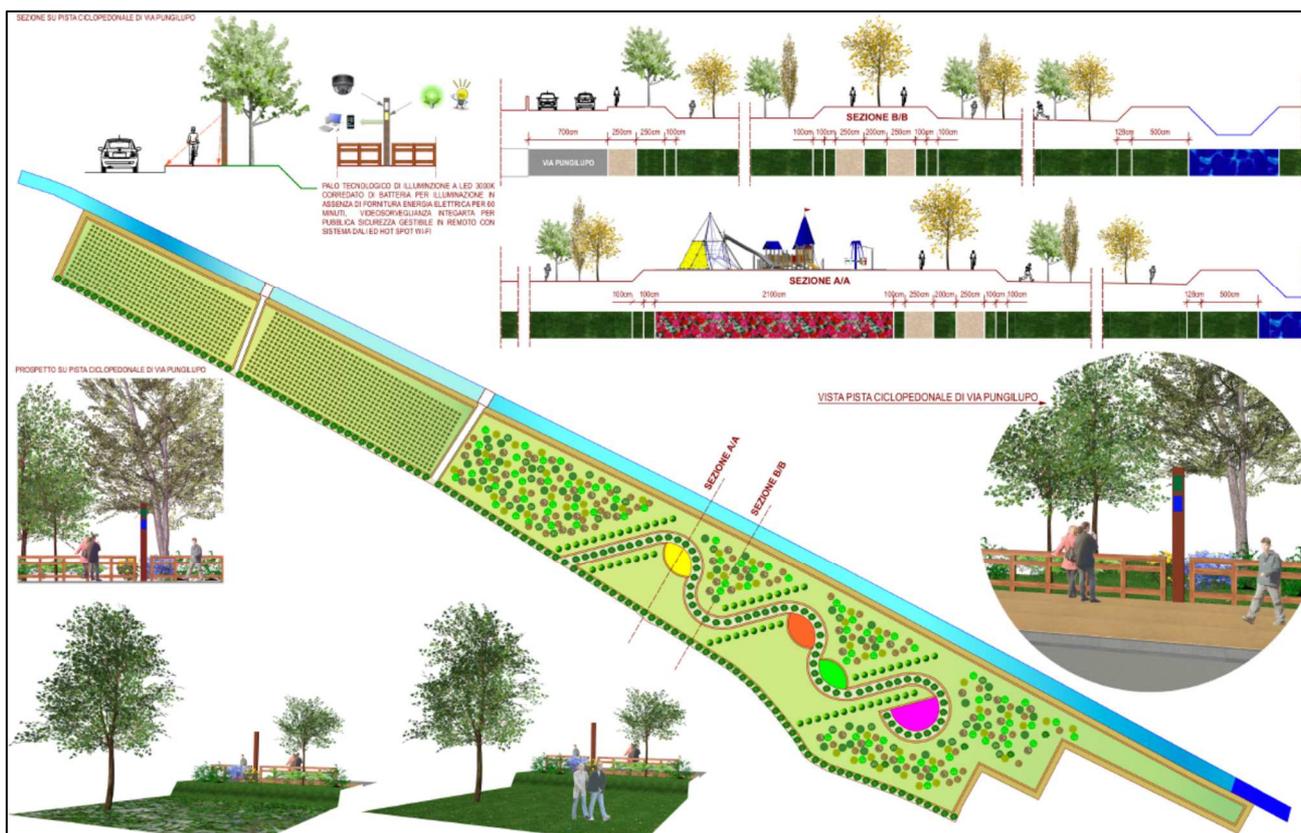


Fig. 20. Ipotesi progettuale delle opere

FATTIBILITÀ GEOLOGICA

La fattibilità geologica dell'area in oggetto è stata definita in funzione della classe di pericolosità geologica dell'area (G3) e delle previsioni urbanistiche individuate dalla variante.

Gli interventi edilizi consisteranno nella realizzazione di una pista ciclabile e pedonale, lungo via Pungiluppo che seguirà l'andamento del terreno per una lunghezza di 1.000 m e larghezza complessiva di 2,5 m.. Sul percorso della pista ciclopedonale sono previste l'installazione di panchine, bacheche informative, rastrelliere per biciclette e l'impianto di pubblica illuminazione.

Il progetto prevede inoltre la realizzazione di un'area ludica attrezzata a quota di sicurezza idraulica, articolata in quattro aree con specifiche attrezzature ludiche e arredo urbano e un'area per la lettura e giochi da tavolo attrezzata con un gazebo e tavoli picnic.

Saranno impiegati materiali naturali sia per la pista ciclopedonale sia per le pavimentazioni delle aree ludiche, costituite in gomma drenante.

L'area stessa, come più volte indicato, rappresenterà un'area d'espansione, dimensionata per eventi con tempo di ritorno duecentennale

La fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo o a livello edilizio diretto e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità.

In ragione della previsione urbanistica della variante ed in relazione alla presenza di terreni di fondazione con caratteristiche litologiche e geotecniche scadenti, dovranno essere condotte specifiche indagini dirette e indirette, volte a definire le caratteristiche litotecniche dei terreni e le eventuali problematiche connesse a cedimenti differenziali.

Pertanto dovrà essere elaborato un modello geologico di dettaglio al fine di definire geometrie e parametri geotecnici dei materiali presenti nell'area, nel rispetto della normativa vigente in materia.

L'area dovrà essere adeguatamente investigata per l'intero comparto, data la presenza di litologia a comportamento geomeccanico differente.

Le eventuali trasformazioni sotto il piano di campagna dovranno essere accompagnate da uno studio idrogeologico inerente la falda, finalizzato alla ricostruzione delle sue caratteristiche, delle geometrie e delle escursioni stagionali.

FATTIBILITÀ IDRAULICA

La fattibilità idraulica dell'area in oggetto è stata definita in funzione delle classi di pericolosità idraulica dell'area (P2 e P1) e delle previsioni urbanistiche individuate dalla variante.

Nel caso di interventi in aree soggette ad allagamenti, la fattibilità è subordinata a garantire, durante l'evento alluvionale l'incolumità delle persone, attraverso misure quali opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale e procedure atte a regolare l'utilizzo dell'elemento esposto in fase di evento. Durante l'evento sono accettabili eventuali danni minori agli edifici e alle infrastrutture tali da essere rapidamente ripristinabili in modo da garantire l'agibilità e la funzionalità in tempi brevi post evento.

In particolare nelle aree a pericolosità per poco alluvioni frequenti (P2), come classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs.49/2010, gli interventi potranno essere attuati alle condizioni della Legge Regionale 41/2018, artt. 3 (Tutela dei corsi d'acqua), 11 (Interventi di nuova costruzione in aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti) e 13 (Infrastrutture lineari o a rete) ed in ottemperanza alle prescrizioni della Disciplina di Piano del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni.

Nella tabella seguente sono indicati il battente idraulico, la velocità della corrente, la magnitudo idraulica e le quote del piano di campagna (ricavate dalla cartografia della Regione Toscana, Rilievo Lidar) dell'area che dovranno essere presi a riferimento per l'attuazione delle previsioni urbanistiche.

Area di variante	Pericolosità P.G.R.A.	Rilievo Lidar	Battente idraulico Tr=200 anni	Velocità	Magnitudo idraulica
Parco territoriale Via Pungiluppo	P2	da 2,2 a 2,7 metri s.l.m.m	2,77 metri s.l.m.m.	v<1 m/s	da severa a moderata
	P1	da 2,9 a 3,5 metri s.l.m.m	Non presente	Non presente	Non presente

Così come definito dal D.P.G.R. 39/R/2018, dovrà essere assicurato il mantenimento dell'indice di permeabilità fondiaria.

La fattibilità idraulica dell'area in oggetto è stata definita in funzione delle classi di pericolosità idraulica dell'area (P1) e delle previsioni urbanistiche individuate dalla variante.

In particolare, ai sensi della Legge Regionale 41/2018, nelle aree a pericolosità per alluvioni rare o di estrema intensità (P1), come classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs.49/2010, gli interventi potranno essere attuati senza particolari prescrizioni, facendo comunque riferimento alle prescrizioni della Disciplina di Piano del PGRA.

L'area stessa, come più volte indicato, rappresenterà un'area d'espansione, dimensionata per eventi con tempo di ritorno duecentennale.

Così come definito dal D.P.G.R. 39/R/2018, dovrà essere assicurato il mantenimento dell'indice di permeabilità fondiaria.

L'area della variante è delimitata, lungo il suo perimetro nord, da un canale rivestito che sarà oggetto degli interventi di riorganizzazione idraulica della zona; tale corso d'acqua è individuato negli elaborati di progetto come *Collettore principale idrovoro (canale rivestito)* ed è cartografato oggi dal Reticolo di Gestione (L.R. 79/2012, aggiornato con D.C.R. 81/2021) e dal Reticolo Idrografico come infrastruttura idrica. Tale canale sarà soggetto alle prescrizioni dell'art. 3 della L.R. 41/2018.

Nell'area oggetto di variante non sono disponibili dati di monitoraggio idrogeologico per cui salvo l'implementazione di un sistema di monitoraggio o rilievi specifici effettuati per un arco di tempo idrogeologicamente adeguato gli interventi devono essere progettati considerando il livello della falda al p.d.c. (cfr. sezione "Risorse idrogeologiche e vulnerabilità" della relazione di fattibilità geologica).

FATTIBILITÀ SISMICA

La fattibilità sismica dell'area oggetto di variante è stata definita in funzione della classe di pericolosità sismica locale dell'area (S3) e delle previsioni urbanistiche individuate dalla variante.

In ragione della previsione urbanistica dell'area oggetto di variante ed in relazione alla presenza di terreni di fondazione con caratteristiche litologiche e geotecniche scadenti, dovranno essere condotte specifiche indagini geognostiche e geofisiche per le opportune verifiche di sicurezza e la definizione dell'azione sismica.

Le indagini dovranno inoltre ricostruire il modello geologico-sismico di dettaglio e verificare l'entità dei cedimenti e cedimenti differenziali.

Le limitazioni ed i condizionamenti precedentemente indicati si aggiungono e non sostituiscono quelli determinati dalle normative di settore.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In ragione delle considerazioni esposte nei paragrafi precedenti, non si rilevano cause ostative rilevanti di carattere geologico, geotecnico, idrologico-idraulico e sismico alla proposta di variante al Regolamento Urbanistico Comunale, nel rispetto delle prescrizioni indicate nella presente relazione.

Dott. Geol. Alessandra Pippi

Pisa, marzo 2022

ALLEGATI

Comune di Pisa

Direzione DD-10
Urbanistica e Edilizia Privata



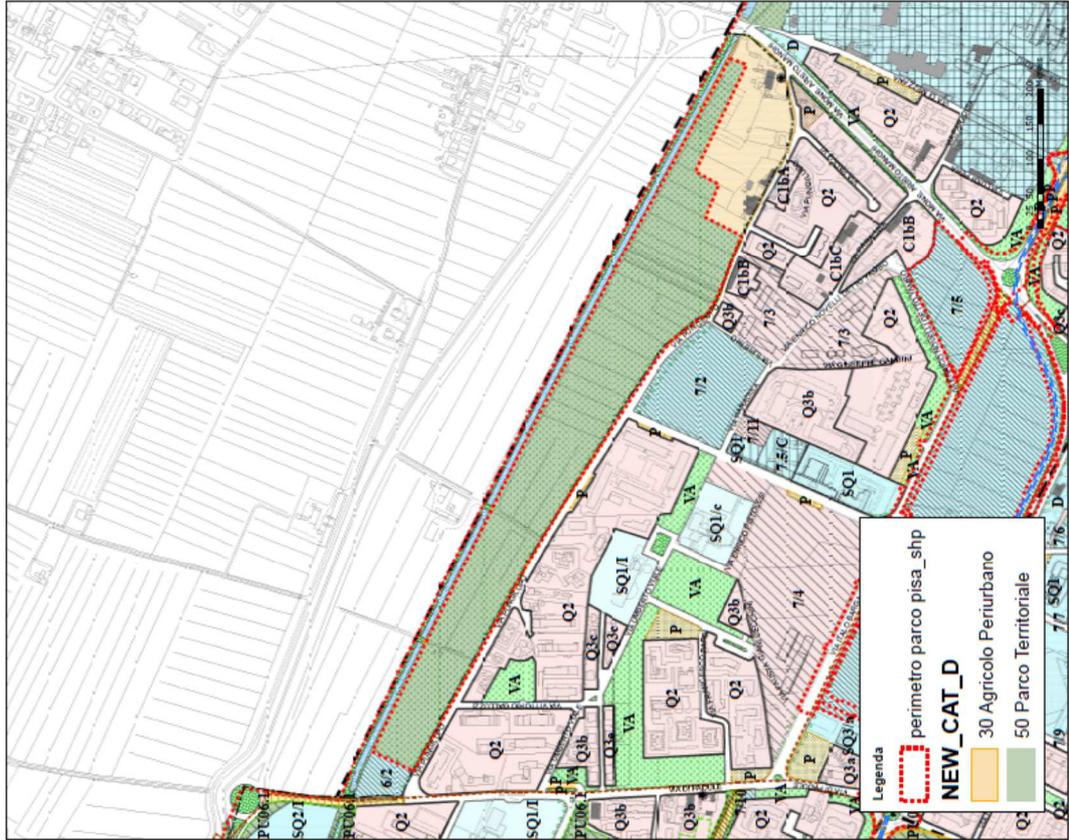
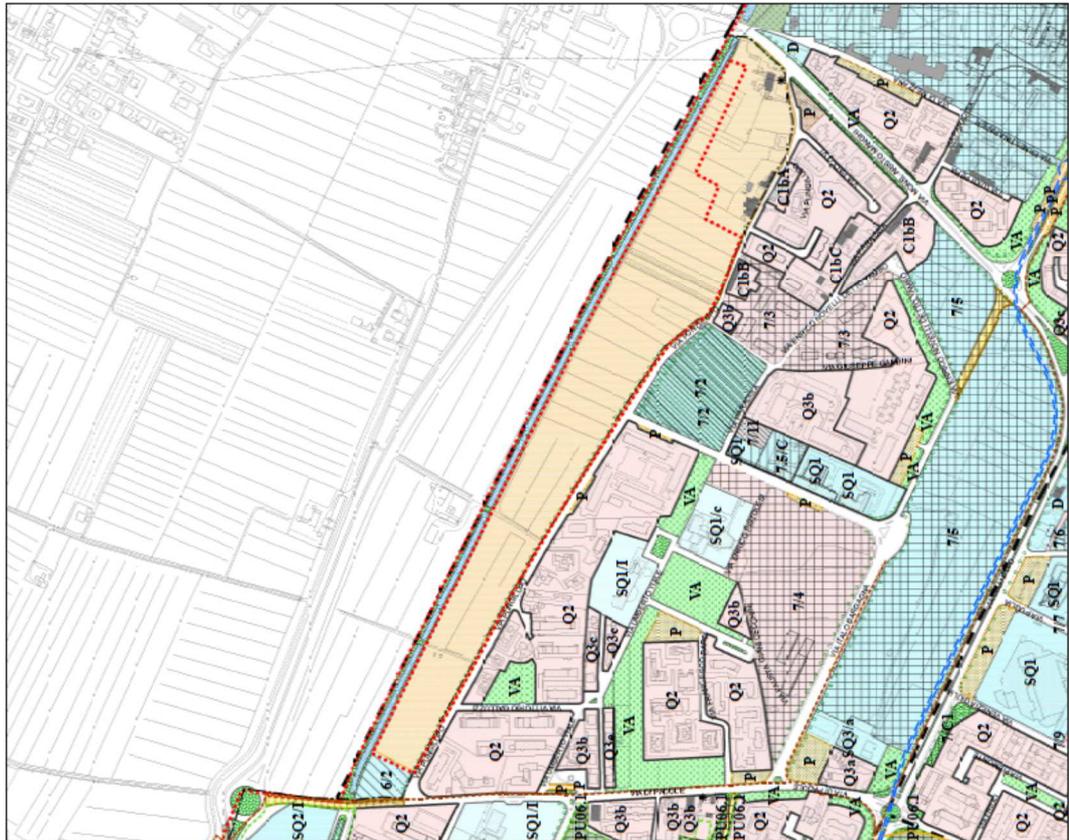
Progetto PINQUA progetto di riqualificazione edilizia ed urbana - Pisa. This (Tolerance, Hospitality, Inclusion e Sustainability) -
PARCO VIA PUNGILUPO.

VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO VIGENTE

Stato Attuale

Stato Variato

marzo 2022



Prof. m	RP/10 kg/cm ²	RL/10 kg/cm ²	Qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	Qc/fs	Prof. m	RP/10 kg/cm ²	RL/10 kg/cm ²	Qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	Qc/fs
0,20	---	---	---	---	---	3,20	10,0	21,0	20,0	1,73	12,0
0,40	---	---	---	1,20	---	3,40	9,0	22,0	18,0	1,33	13,0
0,60	25,0	34,0	50,0	1,60	31,0	3,60	10,0	20,0	20,0	1,20	17,0
0,80	20,0	32,0	40,0	1,87	21,0	3,80	6,5	15,5	13,0	0,73	18,0
1,00	16,0	30,0	32,0	2,13	15,0	4,00	5,5	11,0	11,0	0,67	16,0
1,20	15,0	31,0	30,0	2,27	13,0	4,20	5,0	10,0	10,0	0,53	19,0
1,40	13,0	30,0	26,0	2,67	10,0	4,40	6,0	10,0	12,0	0,67	18,0
1,60	9,0	29,0	18,0	2,33	8,0	4,60	5,0	10,0	10,0	0,53	19,0
1,80	6,5	24,0	13,0	1,93	7,0	4,80	5,0	9,0	10,0	0,60	17,0
2,00	6,5	21,0	13,0	1,53	8,0	5,00	4,0	8,5	8,0	0,53	15,0
2,20	8,5	20,0	17,0	1,47	12,0	5,20	5,0	9,0	10,0	0,47	21,0
2,40	9,0	20,0	18,0	1,60	11,0	5,40	5,0	8,5	10,0	0,40	25,0
2,60	7,5	19,5	15,0	1,20	12,0	5,60	5,0	8,0	10,0	0,47	21,0
2,80	10,0	19,0	20,0	1,20	17,0	5,80	4,5	8,0	9,0	0,47	19,0
3,00	11,0	20,0	22,0	1,47	15,0	6,00	4,5	8,0	9,0	---	---

Indagine CPT - n. 1412

VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE
 MEDIANTE APPROVAZIONE DEL PROGETTO DI OPERA PUBBLICA O DI PUBBLICA UTILITA'

Prova numero: 1											Data: 21/01/12	
Comittente: Gaspiù												
Località: Pias												
Carriera: Via Grassi												
Profondità massima: 10,0											m dal p. c.	
Quota piano camp.:											m	
Quota falda: 3,5											m dal p.c.	
Prof. [metr]	Rp [Kg/cmq]	RI [Kg/cmq]	Rp/RI	Rt [Kgf]	parametri geotecnici stimati						Colonna stratig.	litologia
					γ [Kg/dmc]	σ_{vm} [Kg/cmq]	ϕ [grad]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]		
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	non ril.	
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	non ril.	
0,6	19,1	0,4	48	281	1,70	0,11	-	-	0,76	16,7	*****	1
0,8	20,3	0,5	38	443	1,70	0,14	27	-	-	16,5	*****	a1
1	15,3	0,7	23	413	1,91	0,18	-	-	0,60	19,6	*****	a
1,2	15,3	0,7	21	423	1,91	0,22	-	-	0,60	19,6	*****	a
1,4	19,3	0,9	21	443	1,92	0,25	-	-	0,76	19,7	*****	a
1,6	19,3	0,9	21	483	1,92	0,29	-	-	0,76	19,7	*****	a
1,8	20,4	1,3	16	524	1,92	0,33	-	-	0,80	19,6	*****	a
2	18,4	1,7	11	554	1,61	0,36	-	-	0,72	20,1	*****	aut
2,2	17,4	0,9	19	564	1,92	0,40	-	-	0,68	19,4	*****	a
2,4	15,4	1,3	12	484	1,58	0,43	-	-	0,60	24,1	*****	aut
2,6	13,4	1,3	11	464	1,56	0,47	-	-	0,52	27,7	*****	aut
2,8	18,5	1,1	17	525	1,92	0,50	-	-	0,72	19,5	*****	a
3	17,5	0,9	19	665	1,92	0,54	-	-	0,68	19,4	*****	a
3,2	18,5	1,3	14	785	1,92	0,58	-	-	0,72	19,5	*****	a
3,4	12,5	1,1	11	815	1,56	0,61	-	-	0,48	29,6	*****	aut
3,6	14,5	1,0	15	985	1,91	0,63	-	-	0,56	19,8	*****	a
3,8	17,7	0,9	19	1137	1,92	0,65	-	-	0,68	19,4	*****	a
4	17,7	1,3	14	1297	1,92	0,67	-	-	0,68	19,4	*****	a
4,2	17,7	1,1	17	1297	1,92	0,68	-	-	0,68	19,4	*****	a
4,4	17,7	0,9	19	1457	1,92	0,70	-	-	0,68	19,4	*****	a
4,6	12,7	0,8	16	1537	1,91	0,72	-	-	0,48	20,8	*****	a
4,8	9,8	0,7	15	1678	1,53	0,73	-	-	0,36	37,5	*****	aut
5	10,8	0,5	20	1738	1,90	0,75	-	-	0,40	22,4	*****	a
5,2	9,8	0,5	18	1718	1,89	0,77	-	-	0,36	23,7	*****	a
5,4	10,8	0,5	23	1708	1,90	0,79	-	-	0,40	22,4	*****	a
5,6	8,8	0,5	16	1708	1,84	0,80	-	-	0,32	25,3	*****	a
5,8	7,9	0,5	17	1709	1,80	0,82	-	-	0,28	27,2	*****	a
6	8,9	0,6	15	1729	1,52	0,83	-	-	0,32	39,5	*****	aut
6,2	9,9	0,5	19	1769	1,90	0,85	-	-	0,36	23,5	*****	a
6,4	9,9	0,5	19	1769	1,90	0,86	-	-	0,36	23,5	*****	a
6,6	8,9	0,6	15	1779	1,52	0,87	-	-	0,32	39,5	*****	aut
6,8	8,0	0,5	17	1780	1,80	0,89	-	-	0,29	26,9	*****	a
7	5,0	0,3	19	1800	1,65	0,90	-	-	0,17	38,5	*****	a
7,2	5,0	0,3	19	1760	1,65	0,92	-	-	0,16	38,5	*****	a
7,4	5,0	0,3	19	1770	1,65	0,93	-	-	0,16	38,5	*****	a
7,6	5,0	0,3	19	1760	1,65	0,94	-	-	0,16	38,5	*****	a
7,8	7,2	0,4	18	1762	1,76	0,96	-	-	0,25	29,2	*****	a
8	7,2	0,4	18	1802	1,76	0,97	-	-	0,25	29,2	*****	a
8,2	17,2	0,4	43	1932	1,69	0,99	-	-	0,65	17,0	*****	1
8,4	11,2	0,7	15	1892	1,90	1,01	-	-	0,41	22,0	*****	a
8,6	6,2	0,7	8	1822	1,49	1,01	-	-	0,21	50,7	*****	aut
8,8	5,3	0,4	13	1833	1,48	1,02	-	-	0,17	57,0	*****	aut
9	6,3	0,3	19	1803	1,72	1,04	-	-	0,21	32,2	*****	a
9,2	5,3	0,3	16	1783	1,48	1,05	-	-	0,17	57,0	*****	aut
9,4	5,3	0,3	16	1773	1,48	1,06	-	-	0,17	57,0	*****	aut
9,6	6,3	0,3	19	1813	1,72	1,07	-	-	0,21	32,2	*****	a
9,8	6,4	0,3	19	1834	1,72	1,09	-	-	0,21	31,7	*****	a
10	6,4	0,3	19	1844	1,72	1,10	-	-	0,21	31,7	*****	a

Indagine CPT - n. 1384

HVSR 70

Ubicazione:

43°42'52.52"N

10°25'48.10"E

Via Pungiluppo

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 06/05/00 21:52:28 Fine registrazione: 06/05/00 22:32:28

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 92% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 40 s

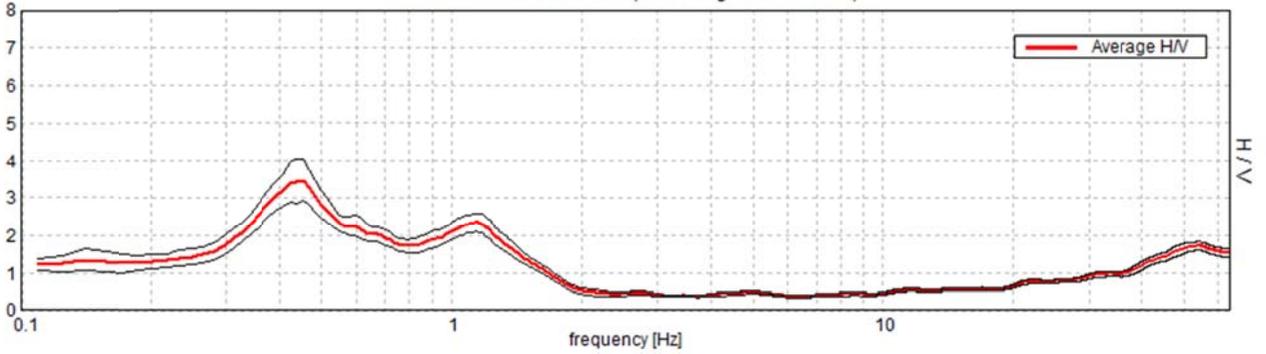
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

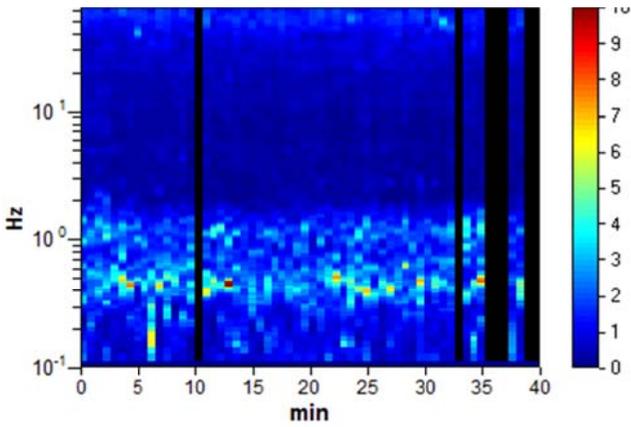


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

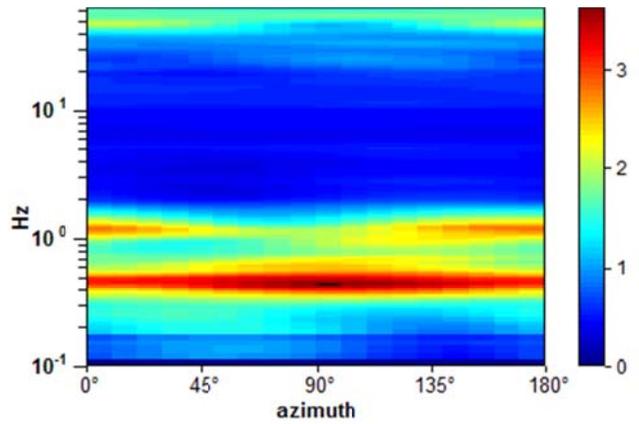
Max. H/V at 0.45 ± 0.17 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



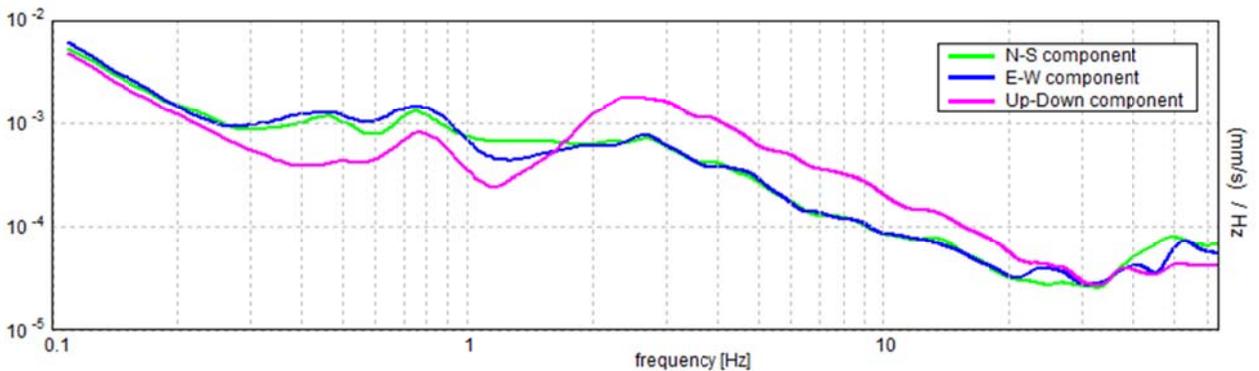
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a 0.45 ± 0.17 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.4.

Secondo picco H/V a 1.14 con ampiezza prossima a 2.3

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.45 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$960.6 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 44	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.281 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.766 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.47 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.36839 < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.16693 < 0.09063$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5455 < 2.5$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log HV}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20