



Comune di Montecatini Terme
PROVINCIA DI PISTOIA

REGOLAMENTO URBANISTICO
LEGGE REGIONALE 3 GENNAIO 2005 N. 1
e s.m.i.

ATTIVITA' DI PROGETTAZIONE

STUDIO DI ARCHITETTURA *GURRIERI ASSOCIATI*:
Prof. Arch. Francesco Gurrieri

AREA GOVERNO DEL TERRITORIO
SETTORE PIANIFICAZIONE URBANISTICA

Responsabile d'Area: Arch. Mario Damiani
Responsabile Settore: Arch. Fabio Ciliberti
Clara Lazzeretti

**INDAGINI GEOLOGICHE, IDRAULICHE
E SISMICHE:**

Centro Studi Geologici:
Geol. Roberto Chetoni
Geol. Debora Latini

Geol. Marco De Martin Mazzalon
Ing. Silvia Lucia
Geol. Alice Del Sordo

VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA:

ATP "Montecatini 2011" - Capogruppo:
Arch. Riccardo Luca Breschi

COLLABORAZIONI ESTERNE:

Arch. Sara Bindi Fortoni
Arch. Maurizio Silvetti

SINDACO

Dott. Giuseppe Bellandi

ASSESSORE ALL'URBANISTICA

Dott. Giuseppe Bellandi

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Arch. Mario Damiani

GARANTE DELLA COMUNICAZIONE

Arch. Fabio Ciliberti

RELAZIONE GEOLOGICA TECNICA
RELAZIONE SISMICA

RELAZIONE GEOLOGICA TECNICA

INDICE

1. *Premessa*
2. *Inquadramento geologico del territorio*
3. *Aspetti Geomorfologici*
4. *Pericolosità Geomorfologica (aggiornamento ai sensi del DPGR 53/R/11)*
5. *Aspetti idrogeologici*
6. *Pericolosità idraulica*
 - 6.1 *Pericolosità idraulica (aggiornamento ai sensi del DPGR 53/R/11 e aggiornamento con studio idrologico e idraulico redatto dall'Ing. Silvia Lucia);*
 - 6.2 *Pericolosità idraulica redatta ai sensi del PAI*
7. *Fattibilità Geologica, idraulica e sismica*

ELENCO DELLE TAVOLE (redatte ai sensi del DPGR 53/R/11):

QC08: Carta geologica e geomorfologica

QC09: Carta della vulnerabilità degli acquiferi

P04: Carta della pericolosità geomorfologica

P05a: Carta della pericolosità idraulica

P05b: Carta della pericolosità idraulica redatta ai sensi del P.A.I (Piano assetto idrogeologico – Autorità di bacino del Fiume Arno).

1. PREMESSA

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DEL TERRITORIO

Le formazioni geologiche che affiorano nell'area del Comune sono riconducibili a due Unità Tettoniche ben distinte: Dominio Toscano e Dominio Ligure Esterno, sovrascorso sulla prima.

DOMINIO TOSCANA-FALDA TOSCANA.

Appartengono a questa serie la formazione del Macigno e il sottostante complesso di base costituito principalmente, in questa zona, dalla Scaglia rossa toscana. Nella parte sommitale del Macigno sono presenti olistostromi di materiale di pertinenza ligure, che sono stati attribuiti alla unità litologica del Complesso eterogeneo prevalentemente argillitico in quanto sono terreni del tutto simili. Sono presenti limitati affioramenti mesozoici della serie toscana (calcarei, diaspri e maiolica visibili nelle colline delle Panteraie), nel dettaglio sono presenti le seguenti formazioni:

MACIGNO (MAC): Arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatiche grigie o grigio-verdi, da medio-fini a grossolane, in strati da spessi a molto spessi, talvolta amalgamati, a cui si intercalano strati sottili di arenarie fini, siltiti, argilliti, siltose; nella parte superiore, a luoghi prevale una litofacies pelitico-arenacea con strati da sottili a spessi. A vari livelli la formazione è inoltre caratterizzata dalla presenza di rare torbiditi calcaree a base calcarenitica, talvolta ricche di bioclasti (Oligocene sup- Miocene inf.);

SCAGLIA TOSCANA (STO): Questa formazione comprende varie litofacies, senza un preciso ordine stratigrafico e non distinte cartograficamente: una litofacies pelitica (prevalente), una litofacies calcareo-pelitica, una litofacies calcarenitico-pelitica ed una litofacies calcareo-silicea (rara) (Aptiano inf- Oligocene sup.);

SCAGLIA TOSCANA (STO3): Calcareniti di Montegrossi, Membro calcarenitico-ruditico, correlabile al Nummulitico Auctt. (Aptiano inf. - Oligocene sup.);

MAIOLICA (MAI): Calcilutiti e calcilutiti silicee bianche o grigie in strati da sottili a medi, a cui si intercalano strati medi di calcareniti grigio-scuro e, nella porzione sommitale della formazione, rari sottili livelli di argilliti calcareo o argilliti siltose grigie, grigio-verdi o rosse; è caratteristica la presenza di noduli e liste di selce grigio-chiaro o avana (Titoniano sup.- Aptiano inf.);

DIASPRI (DSD): Radiolariti e selci rosse, verdi o grigie, in strati sottili intensamente fratturati, con intercalazioni di argilliti e marne silicee progressivamente più frequenti nella porzione superiore della formazione; a Monsummano, nella parte alta della formazione è discontinuamente presente una breccia ed elementi silicei (Bajociano sup./Botoniano inf. - Titoniano sup.);

CALCARE SELCIFERO DELLA VAL DI LIMA (SVL): Calcareniti gradate da fini a grossolane e calcilutiti silicee, da grigie a grigio-scure, con abbondanti liste e noduli di selce grigio-scure o nere, in strati da medi a spessi, a cui si intercalano rari e sottili livelli di marne silicee o argilloso siltose (Bajociano sup.-Botoniano inf.-Titaniano sup.).

DOMINIO LIGURE ESTERNO

Le unità individuate nel territorio comunale sono: la formazione di Monte Morello e la formazione di Sillano. La litologia prevalente è quella delle Argilliti scagliose con intercalazioni calcaree e arenacee. Queste unità affiorano nella parte orientale dell'area oggetto di indagine.

FORMAZIONE DI M. MORELLO (MLL): Torbititi calcareo e calcareo-marnose in strati da medi a spessi (talvolta a base calcarenitica) a cui si intercalano strati da sottili a molto sottili di marne, argilliti calcaree ed argilliti; la formazione è inoltre caratterizzata dalla presenza di rare intercalazioni di calcareniti ed arenarie calcaree (Eocene inf. - Eocene medio/?sup);

FORMAZIONI DI SILLANO (SIL): Depositi polimitici matrice-sostenuti da grigio scuro a grigio verde con clasti da subangolosi a subarrotondati, da centimetri a metrici, rappresentati da calcilutiti silicee o marnose, marne, arenarie, radiolariti ed ofioliti, a cui si intercalano breccie clasto-sostenute oligomitiche a prevalenti elementi ofiolitici, olistoliti di serpentiniti e torbiditi in strati da medi a spessi di arenarie siliceo-calcaree (con la base spesso rappresentata da brecciole calcaree bioclastiche), calcareniti e sottili interstrati di argilliti siltose nere (Pietraforte, Turoniano-Senoniano) (Albiano inf. Campaniano inf.).

Nella zona occidentale del Comune al disotto della zona delle Panteraie sono presenti in minima parte i depositi fluvio- lacustri del Bacino di Lucca Montecarlo-Vinci, in particolare affiora la formazione delle ARGILLE E SABBIE DI MARGINONE – MASTROMARCO (AGM): si tratta di argille azzurre e grigie con lignite, resti di vertebrati, faune di gasteropodi dulcicoli e associazioni polliniche; nella parte alta le argille assumono colorazioni screziate, dal bianco, al grigio, al rosso ocra; sono inoltre presenti livelli di ghiaie arrossate in matrice argillosa e sabbiosa e sabbie fini monogranulari (Rusciniano sup.-Villafranchiano medio/sup.).

FORMAZIONI QUATERNARIE – rappresentano la sedimentazione lacustre che si è impostata nel bacino neogenico; si tratta di alternanze irregolari di argille, sabbie e ghiaie con frequenti resti vegetali. Questo deposito, affiorante al margine dei rilievi, si estende con spessori notevoli sotto la pianura alluvionale recente; quest'ultima è costituita per lo più da ciottoli di macigno profondamente alterati in sabbia poco

coerente. Una particolarità della zona di Montecatini Terme sono i depositi di travertino legati alle emergenze termali.

3. ASPETTI GEOMORFOLOGICI (aggiornamento ai sensi del DPGR 53/R/11)

Il territorio comunale dal punto di vista morfologico viene suddiviso in una porzione montana a nord dell'abitato e una porzione di pianura a sud, corrispondente al tratto del centro abitato e dell'area a sud dell'autostrada.

Le due diverse porzioni di territorio devono essere osservate separatamente, essendo sottoposte a processi morfologici diversi.

La prima area è caratterizzata da terreni alluvionali attuali, costituiti da depositi alluvionali attuali e recenti e depositi di colmata del quaternario, dalle alluvioni terrazzate costituite da depositi alluvionali antichi di diversi ordini di terrazzamento del quaternario e dalla presenza del travertino nell'area termale.

La seconda area quella montana è invece caratterizzate dalle formazioni della Successione Toscana e verso l'area del Fiume Nievole dalle formazioni della Successione Ligure (formazione di Monte Morello e formazione di Sillano).

La revisione della Carta Geomorfológica ha riguardato un approfondimento della valutazione dello stato di attività delle forme e dei processi legati alla dinamica di versante ed alla dinamica fluviale ed in particolare sono state rivisitate le forme geomorfologiche presenti sul territorio secondo la legenda della cartografia realizzata nell'ambito del Programma VEL e secondo la cartografia ufficiale regionale CARG. Pertanto si è provveduto a distinguere oltre alla genesi delle forme anche il loro stato di attività. Sono state infatti considerati tre stati di attività: forme attive (qualora siano presenti evidenze morfologiche di movimento che, non avendo esaurito la loro evoluzione, possono considerarsi recenti, riattivabili nel breve periodo con frequenza e/o carattere stagionale); quiescenti (qualora siano presenti evidenze morfologiche che, non avendo esaurito la loro evoluzione, hanno la possibilità di riattivarsi); inattive (qualora gli elementi morfologici siano riconducibili a condizioni morfoclimatiche diverse dalle attuali o non presentino condizioni di riattivazione o di evoluzione).

In definitiva gli elementi che sono stati cartografati ed integrati nella legenda della nuova Carta Geomorfológica allegata (QC08), sulla base dei criteri del 53/R/11, sono:

corpo di frana per scorrimento attivo: sono state delimitate quali frane attive le aree in cui sono presenti accumuli di terreno o roccia, di dimensioni variabili sia in ampiezza che spessore, in movimento e che evidenziano dissesti recenti tali da farle considerare tutt'ora instabili e con possibilità di ulteriore evoluzione ed aggravamento a ciclo breve. Sono stati evidenziati gli orli di scarpata di frana, e sono stati indicati il loro stato di attività. L'area compresa tra l'orlo di scarpata e l'accumulo di frana è da

considerarsi potenzialmente franosa in quanto spesso costituita da materiale detritico alterato o fratturato instabile.

corpo di frana per scorrimento quiescente: sono aree costituite da corpi franosi attualmente assestati (non sono in atto movimenti gravitativi), che hanno subito nel passato processi di dissesto che possono riattivarsi nell'attuale sistema morfoclimatico, lungo una o più superfici di scorrimento preesistenti o di neoformazione, sia per cause naturali che antropiche, conseguenti per lo più a variazioni dell'assetto idraulico superficiale o delle pressioni interstiziali dell'acqua nel terreno e a modificazioni dello stato di equilibrio del materiale ad opera di sbancamenti, riporti, sovraccarichi, ecc. ..

corpo di frana per scorrimento non attivo: sono aree non più attivabili.

corpo di frana per crollo o ribaltamento non attivo: caratterizza aree, tra cui il fronte della cava Maona, con roccia affiorante in cui l'acclività della parete, talora subverticale, definisce condizioni di rischio di crolli di massi o franamenti per crollo lungo superfici di faglie o di fratturazione più intense.

detrito di versante non attivo: costituisce coltri di materiale sciolto di granulometria eterogenea in funzione sia del tipo litologico dalla cui alterazione si sono formati i clasti, che della evoluzione del fenomeno di disgregazione e trasporto subito dal materiale.

detrito di versante quiescente: costituisce coltri di materiale sciolto di granulometrica eterogenea potenzialmente soggetto a fenomeni franosi.

superfici di riporto: sono costituiti da accumuli di materiali detritici eterogenei e stabilizzati.

orlo di scarpata di erosione fluviale: sono le zone adiacenti alle aste fluviali le quali esercitano una costante azione erosiva al piede delle scarpate, particolarmente intensa in corrispondenza delle anse fluviali.

depositi alluvionali recenti ed attuali: contraddistinguono la parte meridionale del territorio comunale e sono costituiti da accumuli sedimentari a granulometria eterogenea, progressivamente più fine allontanandosi dalle pendici collinari.

depositi alluvionali antichi terrazzati: caratterizzano una ampia zona nella porzione pedecollinare del territorio comunale oltre ad isolate aree residue nella parte collinare. Si tratta di forme dovute al processo di deposizione ed erosione successiva degli accumuli da parte degli stessi corsi d'acqua; per le zone arealmente meno estese ed a quote più elevate, la presenza dell'accumulo sedimentario può risultare molto limitata, sino a costituire solamente delle spianate morfologiche di origine fluviale.

Lo studio delle caratteristiche morfologiche del territorio ha inoltre consentito l'individuazione di **conoidi alluvionali**, all'interno del deposito alluvionale terrazzato

(at) e ubicati nella fascia Nord orientale del Comune, nell'area di raccordo tra i rilievi collinari e la piana alluvionale del Fiume Nievole.

Conoide alluvionale è un accumulo di materiali alluvionali a forma di ventaglio, più o meno inclinato e regolare, con il vertice disposto verso l'alto, che i corsi d'acqua a corrente rapida costruiscono quando sfociano in una pianura o in una vallata aperta; è distinguibile in *attivo* o *stabilizzato*.

Lo stato di attività di un conoide non è di semplice individuazione: di solito si definisce o sulla base di calcoli ingegneristici, di simulazioni o di valutazioni geologico-geomorfologiche.

Dal punto di vista geomorfologico vengono valutati una serie di elementi in campo, su carta topografica e foto area tramite i quali si effettua l'analisi della morfologia (presenza e freschezza di lobi, *pattern* idrografico), dell'entità d'incisione dei corsi d'acqua, della documentazione di eventi alluvionali accaduti in epoca storica, della vegetazione, dell'età dei depositi e dello sviluppo dei suoli.

Il termine attivo in genere si riferisce a quelle aree dove i processi di alluvionamento, erosione e deposizione sono occorsi in tempi relativamente recenti ed in cui, per il principio dell'attualismo, potrebbero accadere di nuovo. Pertanto un conoide o una parte di esso può essere considerato attivo, secondo i criteri di ordine geomorfologico, se sussistono le condizioni tali per cui il flusso può ancora determinare tutti quei processi tipici di erosione, trasporto e sedimentazione associati a questi ambienti.

In generale nelle zone pedemontane la morfologia più evidente, legata all'azione erosiva, di trasporto e deposito dei materiali da parte dei corsi d'acqua torrentizi, è rappresentata dalle conoidi alluvionali. Esse possono essere definite come forme di deposito torrentizio, con superficie a forma di segmento di cono, che si irradiano sottopendio dal punto in cui il corso d'acqua esce da un'area montuosa, ovvero dove cambia il gradiente topografico (RICCI LUCCHI, 1978). Singole conoidi possono congiungersi lateralmente formando conoidi composite o fasce pedemontane.

Gli ambienti morfologici di fascia pedemontana rappresentano quindi il luogo di accumulo dei materiali detritici mobilitati, lungo i versanti od in alveo, per fenomeni gravitativi e/o di trasporto fluviale, e rappresentano, dunque, aree con morfodinamica attiva. I fronti montuosi da essi sottesi sono di solito caratterizzati da valori di energia di rilievo e di acclività medio-alte (sia dei versanti che delle aste fluviali).

In questi contesti morfologici i processi di erosione ed accumulo legati alla dinamica dei torrenti montani si esplicano con modalità peculiari e generalmente ad elevato ritmo. Ciò dipende sia dall'andamento annuo delle portate torrentizie, tipicamente intermittente, che dalle suddette caratteristiche morfologiche delle aste e dei bacini idrografici, dove, in risposta a piogge intense, si possono generare improvvise

pulsazioni di piena alle sezioni di sbocco. Questi eventi talora si manifestano con estrema violenza, provocando radicali modificazioni degli alvei ed effetti anche rilevanti sulle conoidi ed allo sbocco nelle vallate principali, spesso urbanizzate.

In generale, le conoidi sono suddivisibili in tre gruppi: conoidi che crescono prevalentemente per processi di trasporto fluviale in massa, per processi di trasposto fluviale selettivo ed infine per processi misti. Nei tre diversi casi sono denominate conoidi detritiche o da debrisflow, conoidi da trasporto fluviale e conoidi miste.

Le conoidi alluvionali cartografate lungo il Torrente Nievole non sono paragonabili alle forme morfologiche che ritroviamo in zone pedemontane appenniniche o alpine e pertanto anche i torrenti che le hanno generate non presentano energia di rilievo e acclività tali da innescare trasporti fluviali di massa. Si ritiene che le conoidi generate da tali torrenti siano ormai stabilizzate.

Forme, processi e depositi antropici sono stati cartografati con apposita simbologia; fra questi ricordiamo l'area di cava della Grotta Maona e l'area della ex discarica in località Biscolla.

4. PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA (aggiornamento ai sensi del DPGR 53/R/11)

Sulla base delle integrazioni apportate alla carta geomorfologica nel rispetto delle direttive della 53/R/11, è stata modificata la Carta della Pericolosità Geomorfologica rivisitando le valutazioni di pericolosità secondo i nuovi criteri e le nuove categorie così definite:

G1 - *pericolosità geomorfologica bassa* - aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi;

G2 - *pericolosità geomorfologica media* - aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%.

G3 - *pericolosità geomorfologica elevata* - aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 25%.

G4 - *pericolosità geomorfologica molto elevata* - aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da soliflussi.

Per quanto riguarda la valutazione dello stato di pericolosità ai sensi del 53/R/11, il territorio di Montecatini è riconducibile alle categorie di pericolosità geomorfologica G2 (media), G3 (elevata) e G4 (molto elevata), con quest'ultima presente solo in alcune limitate porzioni della parte montana in quanto riferita ad aree in cui sono presenti fenomeni attivi. Le aree in G4 risultano comunque non interessate dalle nuove previsioni insediative e infrastrutturali del RU.

Gran parte del territorio montano di Montecatini rientra in G3 (pericolosità elevata): aree interessate da elementi morfologici e relative aree di influenza come corpi di frana e orli di scarpata di frana quiescenti, orli di scarpata di erosione fluviale, versanti con accentuata acclività, tutti i depositi detritici potenzialmente soggetti a franosità, i materiali di riporto, le zone con pareti rocciose subverticali soggette a frane per crollo o ribaltamento.

Tutta l'area di pianura, centro abitato, area termale e una porzione dell'area a sud dell'autostrada rientrano in G2 (pericolosità media): aree interessate da sedimenti alluvionali prive di elementi geomorfologici con una certa propensione al dissesto o aree interessate da elementi morfologici definibili inattivi come i paleoalvei; tali aree contraddistinguono la porzione meridionale di Montecatini e l'area lungo l'asse del fiume Nievole e lungo il Torrente Bolognola. La parte terminale del comune rientra invece in classe di pericolosità G3 (pericolosità elevata), essendo un'area costituita da depositi di colmata, con scadenti caratteristiche geotecniche.

5. ASPETTI IDROGEOLOGICI

Il P.S aveva prodotto un'analisi idrogeologica del territorio comunale articolata nella individuazione delle sorgenti e pozzi ad uso potabile e agricolo, per la ricostruzione dell'andamento della falda freatica.

Erano stati individuati dei punti di misura del livello piezometrico, e attraverso queste misure erano state ricostruite le curve isopieze e la direzione di flusso della falda captata dai pozzi censiti.

L'aggiornamento della carta idrogeologica ai sensi del DPGR 53/R del 2011 (Tav.QC09) è stato realizzato con l'acquisizione di tutti gli elementi presenti nel PIT, negli altri atti di pianificazione regionale, nonché i dati e gli elementi elaborati dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno, dall'agenzia Lamma e SIRA competenti per territorio e dalle amministrazioni provinciali nell'ambito delle specifiche competenze.

Con particolare riferimento alle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, la ricostruzione dell'assetto idrogeologico (assetto strutturale e stratigrafico) è finalizzata all'individuazione dei corpi idrici sotterranei, alla definizione della loro configurazione, degli schemi della circolazione idrica sotterranea, delle eventuali interconnessioni tra acquiferi limitrofi e acque superficiali.

La ricostruzione è finalizzata alla valutazione della vulnerabilità della falda stessa in rapporto alle caratteristiche degli acquiferi e della copertura di protezione nei confronti di eventuali impatti provenienti dalla superficie del terreno, seguendo il criterio C.I.S "per complessi e situazioni idrogeologiche".

Dal punto di vista idrogeologico le formazioni del bacino di interesse sono state raggruppate in complessi idrogeologici, che in funzione delle formazioni geologiche affioranti, presentano simile assetto idrogeologico, produttività, vulnerabilità e facies idrogeochimica.

Dal punto di vista della circolazione idrica nel sottosuolo si possono distinguere due grandi gruppi di acquiferi, quelli permeabili per porosità e quelli permeabili per fratturazione.

Acquiferi per porosità

A questa categoria appartengono i sedimenti granulari non consolidati che vanno dalle sabbie alle ghiaie e ai ciottolami. Hanno una elevata porosità primaria (formatasi insieme al sedimento, come spazio intergranulare) e quindi possono immagazzinare buone percentuali d'acqua, sino al 40% del volume; la loro permeabilità aumenta con le dimensioni dei granuli. Si tratta di sedimenti marini o continentali (fluviolacustri e fluviali), formatesi dal Miocene all'Attuale. Gli acquiferi di questa categoria possono essere divisi in due gruppi, in base alla loro importanza.

Gli acquiferi più importanti sono i depositi alluvionali recenti, distribuiti dall'Arno e dai suoi affluenti nel periodo geologico più recente (Pleistocene Superiore - Olocene). Sono costituiti da ghiaie e sabbie, la cui permeabilità varia in funzione della percentuale di limo e argilla. I sedimenti alluvionali sono in genere ben alimentati, sia dall'infiltrazione delle acque di pioggia sia dagli alvei fluviali; in qualche caso usufruiscono anche della ricarica laterale e profonda delle rocce incassanti. Ciò rappresenta un elemento importante, in quanto la buona alimentazione consente di compensare l'acqua estratta dai pozzi (sempre che i pompaggi non superino la ricarica media annuale). Si deve osservare che, in generale, le ghiaie e le sabbie affiorano solo nei conoidi fluviali, ovvero nelle zone in cui i corsi d'acqua sboccano nelle pianure e/o nella parte alta delle loro valli; nella maggior parte delle pianure gli acquiferi sono coperti da qualche metro di limo argilloso o sabbioso, che corrisponde al materiale sedimentato a seguito degli eventi alluvionali. Pertanto la litologia affiorante, di solito a bassa permeabilità, non deve essere considerata rappresentativa dell'intero spessore delle alluvioni. Nelle pianure alluvionali si trovano le falde idriche più importanti e quindi più sfruttate. Ciò dipende da vari fattori: oltre la buona permeabilità dei sedimenti alluvionali, sono fattori importanti la produttività delle falde idriche e la loro facile captazione, con pozzi generalmente poco profondi ed ubicati nelle zone stesse di utilizzazione. Alla stessa categoria di rocce permeabili per porosità appartengono i sedimenti marini del Pliocene (sabbie e conglomerati), e quelli fluviolacustri dei bacini intermontani. Questi depositi hanno generalmente una permeabilità minore, rispetto a quella dei sedimenti alluvionali, in quanto contengono generalmente una consistente frazione fine (limo ed argilla). Inoltre questi sedimenti presentano spesso una continuità spaziale minore, che impedisce la formazione di falde estese e consistenti e, in alcuni casi, in particolare per i depositi

marini del Pliocene, l'acqua non è di buona qualità per la presenza di cloruri e solfati. Questi acquiferi minori sono sfruttati localmente per i diversi usi tra cui anche quello potabile.

Acquiferi per fratture

In questa categoria sono ricompresi gli acquiferi in rocce consolidate, solitamente di età anteriore al Miocene, nelle quali l'acqua circola in corrispondenza di una rete di discontinuità formatesi successivamente al consolidamento della roccia: in genere si tratta di fratture, originate da movimenti tettonici o da processi di alterazione.

Le formazioni geologiche permeabili per fratturazione possono essere riunite in tre gruppi in base alla diversa permeabilità media e all'importanza delle falde che contengono. Gli acquiferi migliori sono le formazioni carbonatiche mesozoiche: si tratta di rocce calcaree o dolomitiche, senza interstrati argillosi o marnosi, nelle quali la carsificazione ha prodotto talvolta una rete di canali di grandi dimensioni (anche grotte esplorabili), in cui l'acqua si muove con velocità dello stesso ordine di grandezza di quella della rete idrica superficiale (vedi grotta maona).

Acquiferi per fratture di minore importanza sono alcune formazioni arenacee della Successione Toscana, in particolare il Macigno di età Oligocene-Miocene (tutta l'area comunale a nord dell'abitato è caratterizzata dalla presenza di questa formazione e vi sono pozzi che captano acqua dalle fratture del macigno).

Quindi, anche questa formazione, ritenuta a bassa permeabilità, può diventare un acquifero interessante se ci sono le condizioni strutturali favorevoli.

Di minore importanza, rispetto agli acquiferi carbonatici mesozoici, sono quelli delle formazioni calcareo-marnose delle Unità Liguri, quali la Formazione di Monte Morello e Formazione di Sillano, che affiorano nella zona est della Nievole: nelle zone con poche marne ed argilliti, ed in corrispondenza delle faglie e fratture, i pozzi possono dare portate di qualche litro al secondo.

Gli acquiferi nei mezzi fessurati sono meno utilizzati di quelli alluvionali per motivi essenzialmente legati alla difficoltà di realizzazione delle opere di captazione e alla produttività non elevata.

In conclusione, la falda idrica della pianura a sud dell'abitato di Montecatini Terme rappresenta la risorsa idrica di sottosuolo di gran lunga più importante nel bacino dell'Arno; ma è anche quella più sfruttata e più esposta all'inquinamento, sia per la elevata vulnerabilità intrinseca (le falde sono in genere a piccola profondità, scarsamente protette dal terreno sovrastante), che per la presenza diffusa di fonti di inquinamento potenziale.

Nell'affrontare lo studio delle acque sotterranee occorre innanzitutto individuare le unità idrogeologiche presenti per identificare e delimitare i singoli acquiferi in esse contenuti con il riconoscimento del tipo di falda (libera o confinata).

Una volta identificato l'acquifero, occorre stabilire le formazioni del tetto e quelle del substrato della falda, in modo da poterne stimare l'estensione e lo spessore, estrapolando con criteri geologici i dati puntuali forniti dalle litostratigrafie di pozzi e sondaggi e dalle indagini geofisiche. La ricostruzione della morfologia del substrato ha

anche un valore pratico in quanto permette di individuare le aree più favorevoli alla perforazione di pozzi e di programmarne la profondità.

Nello studio acquisito dall'Autorità di Bacino dell'Arno è stata definita l'unità idrogeologica come dominio dotato di un'unità stratigrafica, strutturale e morfologica, ai cui limiti si verificano delle condizioni idrodinamiche che annullano o comunque ostacolano le possibilità di travasi d'acqua e al cui interno i termini litologici sono complessivamente omogenei nel tipo e nel grado di permeabilità e con comportamento più o meno omogeneo nei riguardi dell'infiltrazione, dell'immagazzinamento e del movimento delle acque sotterranee. L'identificazione della suddetta unità si basa prevalentemente su criteri geologici, idrodinamici e idrochimici.

I limiti delle unità idrogeologiche sono rappresentati da elementi stratigrafici o tettonici che condizionano in modo sostanziale la circolazione idrica sotterranea, sbarrandola parzialmente o totalmente. Di solito si tratta di contatti fra complessi geologici a permeabilità relativa molto diversa. L'identificazione di massima di questo dominio si effettua con l'ausilio di carte geologiche, sezione geologiche e foto aeree.

Attraverso l'interpolazione dei dati disponibili è stato ricostruito l'andamento della base e del tetto del livello acquifero. La successione litostratigrafica dei sedimenti alluvionali è stata divisa in due unità principali: il terreno sovrastante l'acquifero e l'acquifero stesso. La successione stratigrafica ricostruita per il corpo idrico è schematicamente ripartita nelle seguenti unità idrogeologiche principali:

- COPERTURA: Limi argillosi, argille più o meno limose, sabbie limose o limi sabbiosi (alluvioni recenti);
- ACQUIFERO: Ghiaie e sabbie (di ambiente lacustre - Villafranchiano), sabbie e ghiaie (alluvioni recenti), alluvioni terrazzate (pleistocene);
- SUBSTRATO: Argille lacustri villafranchiane, argille marine plioceniche, substrato roccioso (calcari, arenarie, scaglia delle serie toscana).

Nella carta sono stati rappresentati i seguenti dati estratti dalla banca dati dell'Autorità di bacino del Fiume Arno:

- *Isobate del tetto dell'acquifero sfruttato* - Rappresenta la morfologia del tetto del corpo sedimentario più superficiale, ghiaioso o sabbioso, facente parte del corpo acquifero significativo.
- *Isobate del letto dell'acquifero sfruttato e dello spessore efficace dei livelli acquiferi* - Riporta la morfologia del letto dell'acquifero sfruttato, intendendo con ciò l'acquifero nella sua interezza in senso verticale, o, alternativamente, la porzione di esso delimitata verso il basso dalla massima profondità raggiunta dai pozzi di emungimento; viene inoltre mostrato lo spessore efficace, inteso

come sommatoria dei livelli permeabili presenti all'interno dello stesso acquifero sfruttato.

- *Isopache della copertura*: rappresenta lo spessore della copertura impermeabile dell'acquifero.

La Pianura di Montecatini corrisponde a un bacino intermontano ubicato in un'ampia depressione tettonica progressivamente colmata da depositi di tipo fluvio-lacustre e palustre. Nelle aree di raccordo pianura-rilievi, sono presenti depositi di conoide e alluvioni antiche terrazzate mentre nel sottosuolo della pianura si registra l'intercalazione di depositi alluvionali e argille di deposizione lacustre.

Lo spessore della coltre di copertura limoso - argillosa dell'acquifero, in genere assente o assai ridotta nelle aree di conoide del settore di raccordo tra pianura e rilievi tende ad aumentare procedendo verso il centro della piana ove si assiste ad un progressivo aumento dello spessore dei livelli di limi argillosi e argille poco permeabili a discapito degli orizzonti sabbiosi più produttivi.

Le condizioni stratigrafiche della pianura fanno sì che la falda idrica sotterranea si presenti con caratteristiche freatiche nella porzione in cui l'orizzonte ghiaioso-sabbioso che costituisce l'acquifero non risulta confinato verso l'alto da terreni impermeabili e che procedendo dai margini al centro della piana la falda acquifera acquisti caratteristiche di semiartesianità e di artesianità.

La distribuzione granulometrica dei sedimenti che costituiscono l'acquifero sfruttato (fino a 70-80 m di profondità) permette di affermare che le aree più produttive del corpo idrico significativo risultano localizzate ai margini della piana, laddove i pozzi intercettano i maggiori spessori di depositi ghiaioso sabbiosi di conoide fluviale e le intercalazioni fini sono più ridotte. E' proprio in questa fascia pedemontana, ampia circa 2,5 km, su cui ricade la città di Montecatini che si concentrano i campi pozzi della zona. In questo settore l'alimentazione della falda avviene lungo le conoidi fluviali coalescenti che si immettono nel bacino. Le acque che circolano nel sottosuolo derivano sia da infiltrazione di acque superficiali (meteoriche e torrentizie) sia da circuiti idrici profondi siti nelle rocce del basamento che bordano il bacino.

Nella zona di pianura che costituisce la porzione centro-meridionale del corpo idrico invece la prevalenza di depositi fini scarsamente permeabili intercalati a sottili orizzonti sabbiosi determina una scarsa produttività dell'acquifero (circa 2 l/s) con trasmissività dell'ordine di $10^{-4}m^2/s$.

In linea generale possiamo così schematizzare gli orizzonti acquiferi di interesse:

- un primo intervallo acquifero compreso entro i primi 10 metri dal piano di campagna con uno spessore medio intorno ai 4 metri (acquifero freatico sfruttato dai pozzi ad uso domestico, più raramente irriguo, di grande diametro);

- un secondo intervallo permeabile individuabile fra i 20 e i 40 m di profondità;
- un terzo livello fra i 50 e i 70 metri.

Tutti questi intervalli fanno parte della successione fluviolacustre pleistocenica-olocenica.

Nell'area pedecollinare, dove le profondità del substrato sono relativamente modeste (100 - 150 metri) un discreto numero di pozzi produttivi oltrepassano le alluvioni e i sedimenti lacustri che poggiano sul substrato roccioso per andare ad attivare attraverso una serie di fratture gli acquiferi più profondi. Proprio verso questo tema idrogeologico sono stati proposti ulteriori approfondimenti per il potenziamento degli acquedotti comunali che già abbondantemente sfruttano gli acquiferi delle alluvioni le quali hanno potenzialità limitate e strettamente dipendenti dal regime dei corsi d'acqua. Per quanto riguarda la bassa pianura, i dati sono scarsi e le conoscenze non vanno oltre i 70 - 80 metri di profondità da p.c.

Sulla base di questi aspetti di carattere idrogeologico, è stato possibile fare per l'intero territorio comunale delle classi di vulnerabilità secondo il seguente schema:

Classe 4 (alta): Acquiferi ad alta permeabilità con copertura ridotta o assente e/o Acquiferi in complessi carbonatici a frattura e a carsismo molto sviluppati (vedi zone della Grotta Maona, Panteraie):

Classe 3 (Medio-Alta): Acquiferi in arenarie molto fratturate; Acquiferi a permeabilità media con copertura ridotta o assente; Acquiferi a permeabilità elevata con copertura a permeabilità molto bassa o nulla di spessore compreso fra 1 e 5 metri; Acquiferi in complessi carbonatici con moderato carsismo e interstrati argillitici e/o marnosi.

Classe 2 (Medio-Bassa): Acquiferi a permeabilità media con coperture a permeabilità molto bassa o nulla con spessore fra 5 e 10 metri; Complessi flyschoidi costituiti da alternanze di arenarie e/o calcari e/o marne; Acquiferi a permeabilità elevata con coperture a permeabilità molto bassa o nulla con spessore fra 10 e 20 metri; Complessi prevalentemente argillitici con intercalazioni arenacee e/o carbonatiche in cui si sviluppa una circolazione idrica sotterranea molto compartimentata.

Classe 1 (Bassa): Acquiferi con coperture a permeabilità molto bassa o nulla con spessore maggiore di 20 metri; Complessi argillitici con circolazione idrica praticamente assente.

Per quanto riguarda il corpo idrico termale presente nel territorio comunale, sono state individuate aree di protezione ambientale sulla base di specifiche caratteristiche idrogeologiche, come definite nella L.R. 38/2004.

Con il Decreto Dirigenziale n° 3247 del 08 Luglio 2009 la Regione Toscana ha rilasciato alle Terme di Montecatini SpA la Concessione Mineraria per la coltivazione del Bacino Idrotermale di Montecatini, l'area interessata è indicata a tratto discontinuo in nero nella carta idrogeologica. La superficie della Concessione Mineraria è di 114,7 ha.

La Zona di Rispetto così come definita dalla Legge Regionale n° 38 del 27 Luglio 2004 insiste sull'area in Concessione Mineraria.

La Legge n° 9 del 18 Febbraio 2009 ha cancellato a decorrere dal 16 Dicembre 2009 la Legge 702 del 1913 per cui di fatto la falda termale di Montecatini è stata privata di adeguata protezione; in seguito il DPGR 426/2010 ha dettato le norme di tutela del bacino da far osservare per la salvaguardia della risorsa termale in funzione delle reali necessità idrogeologiche. Come già detto sopra, le norme che sono proposte qui di seguito costituiscono quanto è stato fatto per realizzare la salvaguardia della falda termale di Montecatini (con l'approvazione del DPGR 426/2010), ma, al contempo, le norme potranno essere effettive quando le ipotesi fatte sulla genesi e dinamica del sistema acquifero termale saranno pienamente confermate e non più suscettibili a obiezioni di sorta, dal momento che ancora non è stato pubblicato lo studio idrogeologico dell'acquifero termale redatto dal CNR di Pisa e dalla Regione Toscana.

Nel DPGR 426/2010 sono state individuate tre zone di protezione del bacino idrologico di Montecatini definite zona A, zona B e zona C.

Nella zona A non è consentita l'esecuzione di perforazioni geognostiche o pozzi per ricerca di acque a qualunque uso destinate; l'esecuzione di scavi e sbancamenti oltre i 3,5 m di profondità e di 30 mq di superficie dovranno essere supportati da apposite e approfondite indagini geognostiche atte a dimostrare la non interferenza con la falda termale. I lavori di scavo oltre tali limiti dovranno essere eseguiti sotto la sorveglianza continua di un tecnico abilitato che sotto la propria responsabilità ne attesti la corrispondenza alle indagini ed al progetto; qualunque rinvenimento di acqua avente portata continua ed apprezzabile occorsa nel corso dei lavori dovrà essere sottoposta ad analisi chimico fisica presso laboratorio certificato e ne dovrà esser data tempestiva comunicazione alle Autorità competenti; qualunque modificazione della morfologia del suolo, anche di modesta entità, sarà consentita purché sia impedita la creazione di vie preferenziali di ingresso nel sottosuolo di acque superficiali e/o di sostanze inquinanti.

Nella zona B l'esecuzione di perforazioni geognostiche o pozzi per la ricerca di acque a qualunque uso destinate è consentita purché la profondità massima raggiunta dal piano campagna non superi i 60 metri; le perforazioni geognostiche a fine lavori dovranno essere opportunamente tamponate con argilla, bentonite o boiaccia cementizia; i pozzi per ricerche d'acqua dovranno essere eseguite a regola d'arte garantendo la cementazione eseguita dal fondo dell'avampozzo per una profondità minima di 10 metri dal p.c. e la separazione fra gli acquiferi incontrati. I lavori

dovranno essere eseguiti sotto la sorveglianza continua di un tecnico abilitato che sotto la propria responsabilità ne attesti la corrispondenza al progetto. I risultati della perforazione (stratigrafia e schema di completamento del pozzo) comprensivi di un'analisi chimico fisica delle acque rinvenute eseguita presso laboratorio certificato, dovranno essere comunicati alle Autorità competenti. Sulla base delle caratteristiche delle acque rinvenute le Autorità competenti potranno disporre la chiusura mineraria del pozzo o l'esecuzione di monitoraggi periodici. Le modificazioni della morfologia del suolo saranno consentite, purché in ogni caso non siano create vie preferenziali di ingresso nel sottosuolo di acque superficiali e/o di sostanze inquinanti.

Nella zona C l'esecuzione di perforazioni geognostiche o pozzi per ricerca di acque a qualunque uso destinate è consentita purché la profondità massima raggiunta dal piano campagna non superi i 100 metri; le perforazioni geognostiche a fine lavori dovranno essere opportunamente tamponate con argilla, bentonite o boiaccia cementizia; i pozzi per ricerche di acqua dovranno essere eseguite a regola d'arte garantendo la cementazione eseguita dal fondo dell'avampozzo per una profondità minima di 10 m dal p.c e la separazione tra gli acquiferi incontrati. I lavori dovranno essere eseguiti sotto la sorveglianza continua di un tecnico abilitato che sotto la propria responsabilità ne attesti la corrispondenza al progetto. I risultati della perforazione (stratigrafia e completamento del pozzo) comprensivi di un'analisi chimico fisica delle acque rinvenute, eseguita presso laboratorio certificato, dovranno essere comunicati alle Autorità competenti. Sulla base delle caratteristiche delle acque rinvenute le Autorità competenti potranno disporre la chiusura mineraria del pozzo o l'esecuzione di monitoraggi periodici.

Gli strumenti urbanistici comunali dovranno recepire le eventuali nuove disposizioni in materia che saranno emanate dalla Regione Toscana.

6. PERICOLOSITÀ IDRAULICA

6.1 Pericolosità idraulica (aggiornamento ai sensi della 53R, in base agli studi idrologici idraulici realizzati dall'Ing. Silvia Lucia – Tav. P05a).

Sono stati realizzati gli studi idrologici-idraulici da parte dell'Ing. Silvia Lucia, su incarico dell'amministrazione comunale per la valutazione delle condizioni di rischio idraulico su tutto il territorio comunale (vedi relazione idrologico-idraulica allegata).

La modellazione idraulica ha fornito i livelli di piena con tempo di ritorno pari a 30, 100 e 200 anni in corrispondenza delle sezioni fluviali dei corsi d'acqua considerati; sulla base di tali informazioni è stata realizzata una mappatura delle aree esondabili come riportato nelle carte allegate allo studio.

La perimetrazione e individuazione delle aree a rischio, per quanto attiene al livello di dettaglio, è stata articolata in quattro fasi.

1. *Individuazione e caratterizzazione dell'ambito fisico oggetto di studio*: Comprende i criteri per la definizione del reticolo idrografico, il bacino principale e i sottobacini oggetti di studio, nonché per la predisposizione del quadro conoscitivo necessario alle elaborazioni previste nelle fasi successive;
2. *Analisi idrologica*: è finalizzata alla determinazione degli eventi di piena, caratterizzati dall'andamento temporale della portata per assegnata frequenza per ciascuna sezione significativa del tronco fluviale considerato. La metodologia di valutazione degli idrogrammi di piena, omogenea per tutti i bacini idrografici oggetto di studio, si basa essenzialmente sulla regionalizzazione delle portate di piena;
3. *Modellazione idraulica in alveo e nelle aree inondate*: consente, per ciascuna sezione, la determinazione dei livelli idrici associati agli eventi di piena definiti nella fase precedente nonché, in caso di insufficiente capacità di smaltimento, la stima dei volumi d'acqua tracimati;
4. *Perimetrazione delle aree inondabili*: comprende le attività inerenti la delimitazione delle aree inondate in forma automatica e/o manuale utilizzando eventualmente un modello digitale del terreno e la cartografia disponibile. Queste fasi sono descritte all'interno della relazione idrologica-idraulica.

Sulla base dei battenti idrici ricavati dalla modellazione idraulica, sono state distinte quelle aree ove le condizioni di allagamento sono prevalentemente attribuibili ai fenomeni di trasferimento dei volumi esondati dette, appunto, *aree di trasferimento*, da quelle soggette a condizioni di allagamento che permangono sul territorio per tempi lunghi rispetto alla durata dell'evento alluvionale dette *aree accumulo*. Per queste ultime sono state ulteriormente distinte le aree con battenti idrici di allagamento inferiori a 30 cm da quelle con battenti idrici superiori.

Pertanto, all'interno di ciascuna delle fasce di aree inondabili relative ai tempi di ritorno 30 e 200 anni, sono state individuate le seguenti tre sottofasce:

1. aree soggette a prevalenti *fenomeni di trasferimento*, per le quali cioè i volumi esondati dal corso d'acqua transitano senza produrre significativi accumuli idrici che permangono per tempi superiori alla durata dell'evento (battente inferiore ai 30 cm);
2. aree soggette a accumulo (aree allagate), per le quali cioè i volumi idrici permangono per tempi maggiori di quelli caratteristici dell'evento di esondazione con battenti idrici inferiori a 30 cm.
3. aree soggette a accumulo (aree allagate), per le quali cioè i volumi idrici permangono per tempi maggiori di quelli caratteristici dell'evento di esondazione con battenti idrici superiori a 30 cm.

I criteri per l'attribuzione del grado di pericolosità è riportato nella tabella che segue. Il simbolo T_r denota il tempo di ritorno mentre h il battente delle acque di inondazione sul piano di campagna.

Tabella riepilogativa secondo il 53R

	TRASF	ACCUMULO	
		H ≤ 30	H ≥ 30
0 < TR ≤ 30	PI4	PI4	PI4
30 < TR ≤ 200	PI3	PI3	PI3
200 < TR ≤ 500	PI2	PI2	PI2

PI4 – inondabile per $tr \leq 30$

PI3- inondabile per $30 < tr \leq 200$

PI2 - inondabile per $200 < tr \leq 500$

Tabella riepilogativa secondo il PAI

	TRASF	ACCUMULO	
		H ≤ 30	H ≥ 30
0 < TR ≤ 30	PI3	PI3	PI4
30 < TR ≤ 100	PI2	PI2	PI3
100 < TR ≤ 200	PI2	PI2	PI2
200 < TR ≤ 500	PI1	PI1	PI1

PI4 – inondabile per $tr \leq 30$ e $h \geq 30$

PI3- inondabile per $tr \leq 30$ e $h < 30$ e per $30 < tr \leq 100$ e $h < 30$

PI2 - inondabile per $30 < tr \leq 100$ e $h < 30$ e inondabile per $100 < tr \leq 200$

PI1- inondabile per $200 < tr \leq 500$

Sulla base dei dati ottenuti dallo studio idraulico è stata revisionata e aggiornata la carta di pericolosità idraulica ai sensi del D.P.G.R. 53/R/11; la carta della pericolosità idraulica ha distinto il territorio in quattro categorie così definite:

I1 - pericolosità idraulica bassa - aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni
- b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

I2 - pericolosità idraulica media - aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < Tr < 500$ anni.

Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici idraulici rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrano le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni

b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

I3 - pericolosità idraulica elevata - aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < Tr < 200$ anni.

Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:

- a) vi sono notizie storiche di inondazioni;
- b) sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

I4 - pericolosità idraulica molto elevata - aree interessate da allagamenti per eventi con $Tr \leq 30$ anni.

Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità molto elevata le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrano contestualmente le seguenti condizioni:

- a) vi sono notizie storiche di inondazioni;
- b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

6.2 Pericolosità idraulica ai sensi del PAI

Sulla base dei dati ottenuti dallo studio idraulico è stata realizzata la carta di pericolosità idraulica ai sensi delle direttive del PAI (Elaborati del PAI art. 5 delle Norme tecniche di attuazione); la carta della pericolosità idraulica (Tav. P05b) ha distinto il territorio in quattro categorie così definite:

- pericolosità idraulica molto elevata (P.I.4) comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $TR \leq 30$ anni e con battente $h \geq 30$ cm;

- pericolosità idraulica elevata (P.I.3) comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $TR \leq 30$ anni con battente $h < 30$ cm e aree inondabili da un evento con tempo di ritorno $30 < TR \leq 100$ anni e con battente $h \geq 30$ cm;
- pericolosità idraulica media (P.I.2) comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $30 < TR \leq 100$ anni e con battente $h < 30$ cm e aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $100 < TR \leq 200$ anni ;
- pericolosità idraulica moderata (P.I.1) comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $200 < TR \leq 500$ anni.

7. FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Le condizioni di attuazione sono riferite alla fattibilità geologica delle trasformazioni e delle funzioni territoriali ammesse, fattibilità che fornisce indicazioni in merito alle limitazioni delle destinazioni d'uso del territorio in funzione delle situazioni di pericolosità geomorfologica, idraulica e sismica riscontrate, nonché in merito agli studi ed alle indagini da effettuare a livello attuativo ed edilizio ed alle opere da realizzare per la mitigazione del rischio. Le opere sono state definite sulla base degli studi e verifiche idrauliche e sismiche effettuate che hanno permesso di acquisire gli elementi utili alla predisposizione della relativa progettazione.

Sono inoltre disciplinate in maniera specifica le situazioni connesse alla pericolosità sismica ovvero alle variazioni della risposta sismica locale in funzione delle destinazioni previste. Sulla base delle situazioni di criticità dei luoghi riscontrate con gli studi effettuati ed in riferimento agli elementi geomorfologici ed idraulici che determinano tale criticità, vengono definite ai sensi del D.P.G.R. 53/R/11 le condizioni per la fattibilità degli interventi previsti dal nuovo Regolamento Urbanistico.

In linea generale la fattibilità corrisponde alla classe di pericolosità più elevata, sia essa determinata da fattori geomorfologici, idraulici e sismici; quindi avremo una fattibilità F1 nelle aree a pericolosità bassa, una fattibilità F2 nelle aree a pericolosità media, una fattibilità F3 nelle aree a pericolosità elevata ed una fattibilità F4 nelle aree a pericolosità molto elevata.

Categorie di Fattibilità

La fattibilità degli interventi previsti dal nuovo R.U. è stata suddivisa in quattro categorie, come definite dal 53/R/11, che vengono come di seguito riportate, precisando che quando la fattibilità è risultata condizionata, si sono introdotte specifiche prescrizioni mirate all'approfondimento delle problematiche evidenziate dai livelli di pericolosità.

Facciamo inoltre presente che non esistendo una perfetta coincidenza tra le condizioni alla trasformazione dettate dal 53/R/11 e quelle definite dal P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, ne consegue che laddove vigono entrambe, valgono in ogni caso le norme più restrittive.

F1 - fattibilità senza particolari limitazioni - si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

F2 - fattibilità con normali vincoli - si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

F3 - fattibilità condizionata - si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessivi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

F4 - fattibilità limitata - si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ IN RELAZIONE ALLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA.

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geologica molto elevata (G4):

- a) non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture che non siano subordinati alla preventiva esecuzione di interventi di consolidamento, bonifica, protezione e sistemazione;
- b) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici, devono essere comunque tali da:
 - non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;
 - non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei

fenomeni franosi;

- consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza;

c) in presenza di interventi di messa in sicurezza devono essere predisposti ed attivati gli opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto;

d) l'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere di consolidamento, gli esiti positivi del sistema di monitoraggio attivato e la delimitazione delle aree risultanti in sicurezza sono da certificare;

e) relativamente agli interventi per i quali sia dimostrato il non aggravio delle condizioni di instabilità dell'area, nel titolo abilitativo all'attività edilizia è dato atto della sussistenza dei seguenti criteri:

- previsione, ove necessario, di interventi mirati a tutelare la pubblica incolumità, a ridurre la vulnerabilità delle opere esposte mediante consolidamento o misure di protezione delle strutture per ridurre l'entità di danneggiamento;

- installazione di sistemi di monitoraggio per tenere sotto controllo l'evoluzione del fenomeno.

f) I progetti preliminari degli interventi di messa in sicurezza e bonifica sono sottoposti al parere della competente Autorità di Bacino che si esprime in merito alla coerenza degli stessi rispetto agli obiettivi PAI o e alle previsioni generali di messa in sicurezza dell'area.

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geologica elevata (G3):

a) la realizzazione di interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture è subordinata all'esito di idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni di stabilità ed alla preventiva o contestuale realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza;

b) gli eventuali interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici, devono comunque essere tali da:

- non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;

- non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione e prevenzione dei fenomeni;

- consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza;

c) in presenza di interventi di messa in sicurezza sono predisposti ed attivati gli opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto;

d) l'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere di consolidamento, gli esiti positivi del sistema di monitoraggio attivato e la delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, sono certificati;

e) possono essere realizzati quegli interventi per i quali venga dimostrato che non determinano condizioni di instabilità e che non modificano negativamente i processi

geomorfologici presenti nell'area; della sussistenza di tali condizioni deve essere dato atto nel titolo abilitativo all'attività edilizia.

CLASSI DI FATTIBILITA' GEOLOGICA.

FATTIBILITA' LIMITATA (F4): non sono presenti previsioni che in relazione alla specifica tipologia di intervento ricadano in Classe di fattibilità 4

FATTIBILITA' CONDIZIONATA (F3): Riguarda aree che sono state ritenute in condizioni al limite dell'equilibrio con un livello di rischio elevato anche per interventi di modesta incidenza al suolo.

L'attuazione delle previsioni ricadenti in questa classe sono subordinate alla realizzazione di approfonditi studi di carattere geologico, idrogeologico e geotecnico estesi a livello di area complessiva che permettano di verificare l'effettiva condizione di stabilità dell'area e la necessità di eventuali interventi di messa in sicurezza.

Per quanto riguarda le modalità di modellazione geologica e geotecnica e in base alla volumetria dell'intervento previsto si rinvia al D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" e la Circolare 2 febbraio 2009 n° 617/C.S.LL.PP.

Per ciò che attiene ai criteri ed alle modalità di esecuzione delle indagini geognostiche e geotecniche si rinvia a quanto prescritto nel DPGR 9 luglio 2009 n° 36/R ed al relativo "documento esplicativo ed applicativo degli art. 6 e 7 del DPGR 9 luglio 2009 n° 36/R redatto dal Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica"

Gli studi geologici, idrogeologici e geotecnici una volta approvati dalla competente Autorità di Bacino, come gli studi geologici, idrogeologici, e geotecnici inerenti il progetto edilizio definitivo/esecutivo, costituiscono parte integrante degli atti da sottoporre all'Amministrazione Comunale per il rilascio del titolo edilizio.

FATTIBILITA' CON NORMALI VINCOLI (F2): Le condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche, infrastrutturali e gli interventi sul patrimonio edilizio esistente ricadenti in questa classe sono attuabili sulla base dei risultati di specifiche indagini da eseguirsi a livello di progetto definitivo/esecutivo, al fine di non modificare negativamente le condizioni idrogeologiche, geotecniche ed i processi morfologici presenti nell'area.

FATTIBILITA' SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI (F1): Rientrano in questa classe di fattibilità interventi in pericolosità geologica bassa (G1) e interventi a bassa vulnerabilità ricadenti in classi di pericolosità maggiore. Le previsioni urbanistiche ed infrastrutturali e gli interventi sul patrimonio edilizio esistente ricadenti in questa classe, per le condizioni geomorfologiche stabili, la loro scarsa incidenza sul suolo e il

basso grado di vulnerabilità, non sono soggette a prescrizioni specifiche e possono non essere dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere geomorfologico, idrogeologico e geotecnico.

Per gli interventi ricadenti in Classi di fattibilità F2 e F1 per le tipologie di indagine da eseguirsi a livello edificatorio devono comunque rispettare le indicazioni/prescrizioni previste nei:

- D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 2 febbraio 2009 n° 617/C.S.LL.PP;
- DPGR 9 luglio 2009 n° 36/R ed al relativo "documento esplicativo ed applicativo degli art. 6 e 7 del DPGR 9 luglio 2009 n° 36/R redatto dal Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica"

Gli studi geologici, idrogeologici e geotecnici inerenti il progetto edilizio definitivo/esecutivo, costituiscono parte integrante degli atti da sottoporre all'Amministrazione Comunale per il rilascio del titolo edilizio.

CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ IN RELAZIONE ALLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA.

Condizioni di Fattibilità in relazione agli aspetti idraulici secondo i criteri dei paragrafi 3.2.2.1, 3.2.2.2 e 3.2.23 della 53/R.

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica molto elevata (I4) è necessario rispettare i seguenti criteri:

- a) sono da consentire nuove edificazioni o nuove infrastrutture per le quali sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi strutturali per la riduzione del rischio sui corsi d'acqua o sulle cause dell'insufficiente drenaggio finalizzati alla messa in sicurezza idraulica per eventi con tempi di ritorno di 200 anni;
- b) è comunque da consentire la realizzazione di brevi tratti viari di collegamento tra viabilità esistenti, con sviluppo comunque non superiore a 200 ml, assicurandone comunque la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini;
- c) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle;
- d) relativamente agli interventi di nuova edificazione, di sostituzione edilizia, di ristrutturazione urbanistica e/o di addizione volumetrica che siano previsti all'interno delle aree edificate, la messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni può essere conseguita anche tramite adeguati sistemi di autosicurezza (porte o finestre a tenuta stagna, parti a comune, locali accessori e/o vani tecnici isolati idraulicamente, ecc), nel rispetto delle seguenti condizioni: - sia dimostrata l'assenza o l'eliminazione di pericolo per le persone e i beni, fatto salvo quanto specificato alla lettera l); - sia dimostrato che gli interventi non determinano aumento delle pericolosità in altre aree;
- e) della sussistenza delle condizioni di cui sopra deve essere dato atto anche nel titolo abilitativo all'attività edilizia;
- f) fino alla certificazione dell'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere idrauliche, accompagnata dalla delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, non può essere certificata l'abitabilità o l'agibilità;
- g) fuori dalle aree edificate sono da consentire gli aumenti di superficie coperta inferiori a 50 metri quadri per edificio, previa messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni conseguita tramite sistemi di auto sicurezza;
- h) deve essere garantita la gestione del patrimonio edilizio e infrastrutturale esistente e di tutte le funzioni connesse, tenendo conto della necessità di raggiungimento anche graduale di condizioni di sicurezza idraulica fino a tempi di ritorno di 200 anni;

- i) devono essere comunque vietati i tombamenti dei corsi d'acqua, fatta esclusione per la realizzazione di attraversamenti per ragioni di tutela igienico-sanitaria e comunque a seguito di parere favorevole dell'autorità idraulica competente;
- l) sono da consentire i parcheggi a raso, ivi compresi quelli collocati nelle aree di pertinenza degli edifici privati, purché sia assicurata la contestuale messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 30 anni, assicurando comunque che non si determini aumento della pericolosità in altre aree. Fanno eccezione i parcheggi a raso con dimensioni superiori a 500 metri quadri e/o i parcheggi a raso in fregio ai corsi d'acqua, per i quali è necessaria la messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni;
- m) possono essere previsti ulteriori interventi, diversi da quelli indicati nelle lettere dalla a) alla l) di cui al presente paragrafo, per i quali sia dimostrato che la loro natura è tale da non determinare pericolo per persone e beni, da non aumentare la pericolosità in altre aree e purché siano adottate, ove necessario, idonee misure atte a ridurre la vulnerabilità.

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica elevata (I3) sono da rispettare i criteri di cui alle lettere b), d), e) f), g), h), i) ed m) del paragrafo precedente. Sono inoltre da rispettare i seguenti criteri:

- a) all'interno del perimetro dei centri abitati (come individuato ai sensi dell'articolo 55 della l.r. 1/2005) non sono necessari interventi di messa in sicurezza per le infrastrutture a rete (quali sedi viarie, fognature e sotto servizi in genere) purché sia assicurata la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini;
- b) non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture, compresi i parcheggi con dimensioni superiori a 500 metri quadri e/o i parcheggi in fregio ai corsi d'acqua, per i quali non sia dimostrabile il rispetto di condizioni di sicurezza o non sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni. Fanno eccezione i parcheggi a raso con dimensioni inferiori a 500 mq e/o i parcheggi a raso per i quali non sono necessari interventi di messa in sicurezza e i parcheggi pertinenziali privati non eccedenti le dotazioni minime obbligatorie di legge;
- c) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle. Ai fini dell'incremento del livello di rischio, laddove non siano attuabili interventi strutturali di messa in sicurezza, possono non essere considerati gli interventi urbanistico-edilizi comportanti volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 200 metri cubi in caso di bacino sotteso dalla previsione di dimensioni fino ad 1 chilometro quadrato, volumetrie totali

sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 500 metri cubi in caso di bacino sotteso di dimensioni comprese tra 1 e 10 kmq, o volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 1000 metri cubi in caso di bacino sotteso di dimensioni superiori a 10 kmq;

d) in caso di nuove previsioni che, singolarmente o complessivamente comportino la sottrazione di estese aree alla dinamica delle acque di esondazione o ristagno non possono essere realizzati interventi di semplice compensazione volumetrica ma, in relazione anche a quanto contenuto nella lettera g) del paragrafo 3.2.2.1, sono realizzati interventi strutturali sui corsi d'acqua o sulle cause dell'insufficiente drenaggio. In presenza di progetti definitivi, approvati e finanziati, delle opere di messa in sicurezza strutturali possono essere attivate forme di gestione del rischio residuo, ad esempio mediante la predisposizione di piani di protezione civile comunali;

e) per gli ampliamenti di superficie coperta per volumi tecnici di estensione inferiore a 50 mq per edificio non sono necessari interventi di messa in sicurezza.

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica media (I2) per gli interventi di nuova edificazione e per le nuove infrastrutture possono non essere dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico. Qualora si voglia perseguire un maggiore livello di sicurezza idraulica, possono essere indicati i necessari accorgimenti costruttivi per la riduzione della vulnerabilità delle opere previste o individuati gli interventi da realizzare per la messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni, tenendo conto comunque della necessità di non determinare aggravii di pericolosità in altre aree.

Condizioni di fattibilità idraulica secondo i criteri del PAI (art. 6, 7 e 8 delle Norme di attuazione del PAI)

Nelle aree P.I.4, per le finalità di cui al presente PAI, sono consentiti:

- a. interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;
- b. interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;
- c. interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;
- d. interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali e non delocalizzabili, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale, non

concorrano ad incrementare il carico urbanistico, non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio e risultino coerenti con gli interventi di protezione civile. Per tali interventi è necessario acquisire il preventivo parere favorevole dell'Autorità di Bacino;

e. interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;

f. interventi di demolizione senza ricostruzione, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia;

g. adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto in materia igienico - sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche nonché gli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi bellici e sismici;

h. ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o funzionale per gli edifici produttivi senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;

i. interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia, che non comportino aumento della superficie coperta. Qualora gli interventi comportino aumento di carico urbanistico, gli stessi sono ammessi, purché realizzati in condizioni di sicurezza idraulica. La verifica dell'esistenza di tali condizioni dovrà essere accertata dall'autorità preposta al rilascio del provvedimento autorizzativo;

j. realizzazione, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità, di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purché indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;

k. nuovi interventi e interventi di ristrutturazione urbanistica, a condizione che venga garantita la preventiva o contestuale realizzazione delle opere di messa in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, sulla base di studi idrologici ed idraulici, previo parere favorevole dell'autorità idraulica competente e dell'Autorità di Bacino sulla coerenza degli interventi di messa in sicurezza anche per ciò che concerne le aree adiacenti. In caso di contestualità, nei provvedimenti autorizzativi ovvero in atti unilaterali d'obbligo, ovvero in appositi accordi laddove le Amministrazioni

competenti lo ritengano necessario, dovranno essere indicate le prescrizioni necessarie (procedure di adempimento, tempi, modalità, ecc.) per la realizzazione degli interventi nonché le condizioni che possano pregiudicare l'abitabilità o l'agibilità. Nelle more del completamento delle opere di mitigazione, dovrà essere comunque garantito il non aggravio della pericolosità in altre aree. Salvo che non siano possibili localizzazioni alternative, i nuovi strumenti di governo del territorio non dovranno prevedere interventi di nuova edificazione nelle aree P.I.4.

Nelle aree P.I.3 sono consentiti i seguenti interventi:

- a. interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;
- b. interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;
- c. interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;
- d. interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale, non concorrano ad incrementare il carico urbanistico, non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio e risultino coerenti con gli interventi di protezione civile. Per tali interventi è necessario acquisire il preventivo parere favorevole dell'Autorità di Bacino;
- e. interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;
- f. interventi di demolizione senza ricostruzione, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia;
- g. adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto in materia igienico - sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche nonché gli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi bellici e sismici;
- h. realizzazione di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purché indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;

- i. ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o funzionale per gli edifici produttivi senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;
- j. interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lett. d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;
- k. interventi di ristrutturazione urbanistica, così come definite alla lettera f) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia che non comportino aumento di superficie o di volume complessivo, fatta eccezione per i volumi ricostruiti a seguito di eventi bellici e sismici, purché realizzati nel rispetto della sicurezza idraulica senza aumento di pericolosità per le aree adiacenti;
- l. interventi nelle zone territoriali classificate negli strumenti urbanistici, ai sensi del Decreto interministeriale n. 1444 del 1968, come zone A, B, D, limitatamente a quelli che non necessitano di piano attuativo, e F, destinate a parco, purché realizzati nel rispetto della sicurezza idraulica, risultante da idonei studi idrologici e idraulici e a condizione che non aumentino il livello di pericolosità;
- m. le ulteriori tipologie di intervento comprese quelle che necessitano di piano attuativo, a condizione che venga garantita la preventiva o contestuale realizzazione delle opere di messa in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, sulla base di studi idrologici ed idraulici, previo parere favorevole dell'autorità idraulica competente e dell'Autorità di Bacino sulla coerenza degli interventi di messa in sicurezza anche per ciò che concerne le aree adiacenti.

Nelle aree P.I.2 e P.I.1 e nelle aree di ristagno sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio. Nelle aree P.I.2 e P.I.1 e nelle aree di ristagno il PAI, nel rispetto delle condizioni fissate dagli strumenti di governo del territorio, persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti ai sensi della legge 24 febbraio 1992, n. 225 di programmi di previsione e prevenzione.

CLASSI DI FATTIBILITA' IDRAULICA.

Per la fattibilità idraulica si è tenuto conto dello studio dell'Ing. Silvia Lucia e delle carte di pericolosità idraulica redatte ai sensi della 53R e di quelle del PAI Bacino Arno (Tavv. P05a e P05b allegate al RU). Si è tenuto conto inoltre delle prescrizioni della LR 21/12 che riguarda le aree in classe di pericolosità idraulica molto elevata. In particolare questa norma risulta molto restrittiva per quanto riguarda l'utilizzo del suolo, quando la pericolosità molto elevata si riscontri nelle carte del RU E in quelle del PAI.

Le classi di fattibilità distinte sono le seguenti:

Classe F1i: Fattibilità senza particolari limitazioni

Classe F2i: Fattibilità con normali vincoli

Classe F3i: Fattibilità condizionata

Classe F4i: Fattibilità limitata

Nelle aree a pericolosità molto elevata (I4) ai sensi del 53R e molto elevata (Pi4) del PAI le condizioni di fattibilità sono quelle indicate nella LR 21/12.

La fattibilità limitata (F4i) richiede che già in fase di RU vengano riportate le indicazioni progettuali per il superamento delle criticità. Nei paragrafi successivi relativi alle prescrizioni di fattibilità, sono state elencate le modalità operative per l'attuazione di tali prescrizioni.

FATTIBILITA' LIMITATA (F4i): Le condizioni di realizzabilità degli interventi riguardano:

- la conservazione del reticolo idraulico esistente, compresi i fossi poderali e quelli intubati; nel caso di interventi che modifichino l'organizzazione del drenaggio dovrà essere assicurata uguale capacità di invaso e di funzionalità della rete.
- L'obbligo di mettere in opera interventi di sicurezza idraulica per $Tr = 200$ anni senza che venga aumentato il pericolo nelle aree circostanti. Per la valutazione dei battenti idraulici attesi dovranno essere utilizzati i risultati dello studio idraulico allegato al RU considerando lo scenario con $Tr = 200$ anni (vedi Tav.QC11c).
- Il divieto di realizzare piani interrati e seminterrati

FATTIBILITA' CONDIZIONATA (F3i): Le previsioni non determinano un pericolo per persone e beni, non creano un aumento di pericolosità in aree limitrofe, né sottrazione di volume all'area esondabile. Per l'attuazione degli interventi dovranno essere prese idonee misure atte a ridurre la vulnerabilità e dovranno essere rispettate

le prescrizioni previste nei punti 3.2.2.1 e 3.2.2.2 dell'Allegato A DPGR 25 ottobre 2011 53/R e dall'art. 6 e dall'art. 7 delle Norme del PAI.

FATTIBILITA' CON NORMALI VINCOLI (F2i): Per interventi di nuova edificazione e nuove infrastrutture possono non essere dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico. Qualora si voglia perseguire un maggiore livello di sicurezza idraulica, possono essere indicati i necessari accorgimenti costruttivi per la riduzione della vulnerabilità delle opere previste o individuati gli interventi da realizzare per la messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni, tenendo conto comunque della necessità di non determinare aggravii di pericolosità in altre aree. Le condizioni di realizzabilità degli interventi sono la conservazione del reticolo idraulico esistente, compresi i fossi poderali e quelli intubati; nel caso di interventi che modifichino l'organizzazione del drenaggio dovrà essere assicurata uguale capacità di invaso e di funzionalità della rete.

FATTIBILITA' SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI (F1i): Per gli interventi ricadenti in questa classe di fattibilità idraulica non è necessario indicare specifiche condizioni e prescrizioni dovute a limitazioni di carattere idraulico.

Gli interventi compresi nelle aree a pericolosità molto elevata nella zonazione del RU (I4), e in quella del PAI (Pi4), sono vincolati dalla Legge Regionale n. 21 del 21/06/2012.

In tutto il territorio comunale, indipendentemente dalla classe di fattibilità, nella realizzazione di interventi edilizi comportanti incremento della superficie impermeabile per quantità pari o superiori a 500 mq comprensivi di parcheggi e piazzali, dovranno essere previsti impianti di accumulo per l'immagazzinamento delle acque meteoriche al fine di non aggravare la situazione idraulica nelle aree contermini ai sensi dell'art. 39 comma 5 lettera c delle NTA del PTC.

Relativamente ad altri interventi ricadenti in F4 ma all'interno di aree edificate, la messa in sicurezza rispetto ad eventi per tr 200 anni, può essere conseguita anche tramite sistemi di autosicurezza.

Si definiscono inoltre i termini messa in sicurezza strutturale e messa in sicurezza con opere non strutturali, riportate in appendice 16.

I tipi di intervento sono:

-interventi *strutturali*, che hanno come scopo la riduzione della pericolosità;
-interventi *non strutturali*, finalizzati alla riduzione del danno che il verificarsi dell'evento calamitoso può causare.

Gli interventi strutturali, agendo sulla pericolosità, tendono a ridurre la probabilità di accadimento dei fenomeni potenzialmente dannosi e si possono a loro volta suddividere in opere di tipo diffuso, realizzate alla scala dell'intero bacino idrografico, oppure localizzate. Possono, inoltre, avere funzione di difesa passiva di manufatti o infrastrutture, ma in genere sono privilegiati gli interventi di difesa attiva che propongono sistemazioni definitiva dei fenomeni che danno origine alle situazioni di rischio.

Gli interventi non strutturali comprendono molteplici possibilità di azione, che riguardano soprattutto la fase di potenziamento delle attività conoscitive e di monitoraggio; la definizione di linee guida per le attività che possono influenzare i livelli di rischio presenti; la introduzione di regolamentazioni a carattere normativo, con carattere di prescrizione a tempo indeterminato o con misure di salvaguardia temporanee.

Gli interventi strutturali localizzati comprendono le opere di regimazione, di sistemazione e quelle di manutenzione. Rientrano tra le prime gli interventi mirati all'abbattimento e al contenimento dei picchi di piena quali gli invasi, le casse di espansione, gli scolmatori, i diversivi e le opere di arginatura. Per quanto attiene gli interventi di sistemazione idraulica dei corsi d'acqua, invece, sono da ricordare opere come le briglie e le risagomature d'alveo. Per sistemi di autosicurezza si intendono porte o finestre a tenuta stagna, parti a comune, locali accessori e/o vani tecnici isolati idraulicamente, ecc..., nel rispetto delle persone e dei beni e del non aumento della pericolosità in aree circostanti.

Interventi di sicurezza idraulica: Si definiscono interventi di sicurezza idraulica gli interventi locali interni o limitrofi all'area di edificazione che garantiscano la messa in sicurezza rispetto a eventi con tempo di ritorno di 200 anni dei vani abitabili, dei luoghi di lavoro, delle autorimesse, dei vani tecnici e delle pertinenze senza aumento della pericolosità nelle aree circostanti, attraverso gli interventi di cui al comma seguente. Gli interventi possono essere realizzati con sopraelevazione del piano di edificazione, con sopraelevazione del piano di calpestio interno all'edificio o attraverso la cinturazione idraulica dell'area. La messa in sicurezza è valutata in riferimento ai livelli attesi con tempo di ritorno 200 anni più un franco del 50% del battente atteso, considerando un valore minimo di 30 cm e valore massimo di 50 cm per i vani abitabili e i luoghi di lavoro; per la realizzazione di parcheggi esterni, locali accessori, garage, porticati, centrali elettriche la messa in sicurezza è valutata in riferimento ai livelli

attesi con tempo di ritorno di 200 anni più un franco di 30 cm.

Nei casi di ristrutturazione edilizia, ad eccezione della demolizione e fedele ricostruzione, in cui sia dimostrata l'impossibilità tecnica di raggiungere le condizioni di sicurezza idraulica, sono comunque ammessi interventi di miglioramento delle condizioni di esposizione al rischio idraulico mediante sopraelevazione del piano di calpestio fino al raggiungimento dell'altezza minima dei vani ai fini igienicosanitari e/o mediante la messa in opera di accorgimenti tecnico costruttivi atti comunque alla riduzione del danno.

Interventi di compensazione. Gli interventi di compensazione che garantiscano il non aggravio nelle aree circostanti sono realizzati di norma attraverso la modificazione altimetrica di aree interne o limitrofe a quella di edificazione in modo da recuperare i volumi sottratti alla esondazione per un tempo di ritorno di 200 anni.

Gli interventi di messa in sicurezza idraulica devono essere predisposti anteriormente o essere contestuali all'attuazione delle previsioni. Il rilascio delle certificazioni di abitabilità/agibilità dei locali è condizionato all'esecuzione e al successivo collaudo degli stessi interventi.

I Piani attuativi già approvati alla data di entrata in vigore del presente RU, che non prevedano interventi di messa in sicurezza idraulica, dovranno essere adeguati tenendo conto delle quote dei battenti idraulici per Tr 200 di cui alla Tav. QC11c allegata al RU.

Il superamento delle condizioni di criticità potrà essere raggiunto anche senza l'esecuzione di interventi di carattere strutturale, purché sia garantita la sicurezza per gli interventi edilizi e non venga aggravata la pericolosità nelle aree circostanti

CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ IN RELAZIONE ALLA PERICOLOSITÀ SISMICA.

Sulla Carta di pericolosità Sismica locale (Tav.P06) sono state individuate, per l'intero territorio comunale, le differenti situazioni di pericolosità sismica sulla base delle informazioni geologiche, geomorfologiche, geotecniche disponibili e sulla base dell'elaborazione della carta di microzone omogenee in prospettiva sismica (Tav. QC13 - carta MOPS); sono stati quindi definiti gli elementi in grado di generare fenomeni di amplificazione sismica locale ed instabilità dinamica.

L'intera porzione di pianura ricade sia in pericolosità sismica locale S2 (media) che in pericolosità sismica locale S3 (elevata), anche la porzione di collina ricade sia in S3 (elevata) che S2 (media); di conseguenza le condizioni di fattibilità sismica per l'attuazione degli interventi urbanistici previsti, passano attraverso una programmazione delle indagini da eseguire in fase di predisposizione dello strumento attuativo oppure dei progetti edilizi. Le prescrizioni da seguire sono:

1) Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica media (S2) non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

2) Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica elevata (S3), in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento e dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi dovranno essere valutati i seguenti aspetti:

a) nel caso di zone suscettibili di instabilità di versante quiescente, oltre a rispettare le prescrizioni riportate nelle condizioni di fattibilità geomorfologica, sono realizzate indagini geofisiche e geotecniche per le opportune verifiche di sicurezza e per la corretta definizione dell'azione sismica. Si consiglia l'utilizzo di metodologie geofisiche di superficie capaci di restituire un modello 2D del sottosuolo al fine di ricostruire l'assetto sepolto del fenomeno gravitativo. E' opportuno che tali indagini siano tarate mediante prove geognostiche dirette con prelievo di campioni su cui effettuare la determinazione dei parametri di rottura anche in condizioni dinamiche e cicliche. Tali indagini sono in ogni caso da rapportare al tipo di verifica (analisi pseudostatica o analisi dinamica), all'importanza dell'opera e al meccanismo del movimento del corpo franoso;

b) nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;

c) per i terreni soggetti a liquefazione dinamica, sono realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni;

d) in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse e in presenza di aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e capaci, è realizzata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi posti a contatto al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica; è opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche dirette;

e) nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locali caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di

metri, è realizzata una campagna di indagini geofisica (ad esempio profili sismici a riflessione/rifrazione, prove sismiche in foro, profili MASW) e geotecniche (ad esempio sondaggi, preferibilmente a c.c.) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra coperture e bedrock sismico. Nelle zone di bordo della valle, per quanto attiene alla caratterizzazione geofisica, è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo (sismica a rifrazione/riflessione) orientate in direzione del maggior approfondimento del substrato geologico e/o sismico.

3) nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica locale molto elevata (S4) in sede di predisposizione del regolamento urbanistico dovranno essere valutati i seguenti aspetti:

a) nel caso di zone suscettibili di instabilità di versante attive, oltre a rispettare le prescrizioni riportate nelle condizioni di fattibilità geomorfologica, sono realizzate indagini geofisiche e geotecniche per le opportune verifiche di sicurezza e per la corretta definizione dell'azione sismica. Si consiglia l'utilizzo di metodologie geofisiche di superficie capaci di restituire un modello 2D del sottosuolo al fine di ricostruire l'assetto sepolto del fenomeno gravitativo. E' opportuno che tali indagini siano tarate mediante prove geognostiche dirette con prelievo di campioni su cui effettuare la determinazione dei parametri di rottura anche in condizioni dinamiche e cicliche. Tali indagini sono tuttavia da rapportare al tipo di verifica (analisi pseudostatica o analisi dinamica), all'importanza dell'opera e al meccanismo del movimento del corpo franoso.

CLASSI DI FATTIBILITA' SISMICA.

FATTIBILITA' LIMITATA (F4): In questa fase di predisposizione del regolamento urbanistico, nei centri urbani in cui è stato predisposto uno studio di MS di livello 1 secondo la classificazione sopra riportata, non sono state individuate aree a pericolosità sismica locale molto elevata.

FATTIBILITA' CONDIZIONATA (F3): In sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi, devono essere valutati i seguenti aspetti prescrittivi:

a) nel caso di zone suscettibili di instabilità di versante quiescente, oltre a rispettare le prescrizioni riportate nelle condizioni di fattibilità geomorfologica, devono essere realizzate indagini geofisiche e geotecniche per le opportune verifiche di sicurezza e per la corretta definizione dell'azione sismica. Si consiglia l'utilizzo di metodologie

geofisiche di superficie capaci di restituire un modello 2D del sottosuolo al fine di ricostruire l'assetto sepolto del fenomeno gravitativo.

E' opportuno che tali indagini siano tarate mediante prove geognostiche dirette con prelievo di campioni su cui effettuare la determinazione dei parametri di rottura anche in condizioni dinamiche e cicliche. Tali indagini sono in ogni caso da riportare al tipo di verifica (analisi pseudostatica o analisi dinamica), all'importanza dell'opera e al meccanismo del movimento del corpo franoso;

b) nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, devono essere realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;

c) per i terreni soggetti a liquefazione dinamica, devono essere realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni;

d) in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse e in presenza di aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e capaci, deve essere realizzata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi posti a contatto al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica; è opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche dirette;

e) nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locali caratterizzate da un contrasto di impedenza sismica > 2 collocato entro i 50 metri dalla superficie, individuate nella realizzazione dello studio di MS di livello 1 allegato al R.U. (Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica 13.5 e Carta delle frequenze fondamentali dei depositi 13.6) deve essere realizzata una campagna di indagini geofisica (ad esempio profili sismici a riflessione/rifrazione, prove sismiche in foro, profili MASW, misure di rumore ambientale) e geotecniche (ad esempio sondaggi, preferibilmente a c.c.) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica individuato.

Nelle zone di bordo della valle, per quanto attiene alla caratterizzazione geofisica, è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo (sismica a rifrazione/riflessione) orientate in direzione del maggior approfondimento del substrato geologico e/o sismico.

Le indagini di cui sopra devono condurre alla realizzazione almeno di uno studio di MS di livello 2 e di uno studio MS di livello 3 in caso di realizzazione di edifici strategici o in quelle situazioni geologico e geomorfologico complesse quali:

- substrato rigido sepolto a geometria articolata.
- zona di raccordo tra rilievo e pianura (zona di unghia con substrato rigido sepolto in approfondimento sotto la pianura).

- successione litostratigrafica che preveda terreni rigidi su terreni soffici (inversione di velocità).
- substrato rigido entro i 50 metri dal p.c.
- presenza di contrasti di impedenza > 2 .

I risultati della campagna di indagine di cui sopra, inseriti all'interno della relazione geologica, sono parte integrante del progetto definitivo/esecutivo allegato allo strumento attuativo ed alla pratica edilizia.

FATTIBILITA' CON NORMALI VINCOLI (F2) e FATTIBILITA' SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI (F1): Non è necessario indicare condizioni e prescrizioni specifiche per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

ATTRIBUZIONE DELLA FATTIBILITÀ PER GLI INTERVENTI.

1. Per quanto riguarda gli interventi sul patrimonio edilizio esistente nel territorio extraurbano e nelle zone di completamento a carattere residenziale, produttivo, commerciale e direzionale all'interno degli ambiti urbani, l'assegnazione della fattibilità in relazione alla trasformazione in progetto e alle condizioni di pericolosità geomorfologica, idraulica e sismica riscontrate dovrà avvenire secondo i criteri riportati nella seguente tabella.

TIPOLOGIA DI INTERVENTO	CLASSI PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA				CLASSI PERICOLOSITA' IDRAULICA					CLASSI PERICOLOSITA' SISMICA				
	G1	G2	G3	G4	I1	I2	I3	I4+PI3	I4+PI4	S1	S2	S3	S4	
	FATTIBILITA' GEOLOGICA FG				FATTIBILITA' IDRAULICA FI						FATTIBILITA' SISMICA FS			
Interventi di restauro, risanamento conservativo, sul patrimonio edilizio esistente senza incremento di superficie coperta, di volume e di carico urbanistico; demolizione senza ricostruzione	F1	F2	F2	F2	F1	F2	F3	F3	Vincolo L.21/12	F1	F2	F2	F2	
Manutenzione straordinaria sul patrimonio edilizio esistente	F1	F2	F3	F3	F1	F2	F3	F3	L.21/12	F1	F2	F3	F3	
Manutenzione ordinaria sul patrimonio edilizio esistente	F1	F2	F2	F3	F1	F2	F3	F3	L.21/12	F1	F2	F2	F3	
Ristrutturazione edilizia senza ampliamento planimetrico	F1	F2	F3	F3	F1	F2	F2	F3	L.21/12	F1	F2	F3	F3	
Ristrutturazione edilizia con ampliamento	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	L.21/12	F1	F2	F3	F4	
Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere pubbliche o di interesse pubblico									L.21/12					
Demolizione con fedele ricostruzione	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	L.21/12	F1	F2	F3	F4	
Demolizione senza ricostruzione	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	L.21/12	F1	F1	F1	F1	
Sostituzione edilizia	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	L.21/12	F1	F2	F3	F4	
Realizzazione di volumi interrati	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	L.21/12	F1	F2	F3	F4	
Nuova edificazione	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	L.21/12	F1	F2	F3	F4	
Nuova edificazione di edifici strategici (edifici classe IV NTC 2008)	F1	F3	F3	F4	F1	F2	F3	F4	L.21/12	F1	F3	F3	F4	
Realizzazione di annessi agricoli indispensabili alla conduzione del fondo con destinazione agricola vincolata, dimensione max planimetrica 50 mq	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	L.21/12	F1	F2	F3	F4	

Installazione di serre fisse con dimensioni < di 50 mq	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F3	L.21/12	F1	F2	F3	F4
Installazione di serre fisse con dimensioni > di 50 mq	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	L.21/12	F1	F2	F3	F4
Realizzazione di garage fuori terra	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	L.21/12	F1	F2	F3	F4
Realizzazione di piscine e locali accessori	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	L.21/12	F1	F2	F3	F4
Realizzazione di logge e porticati fissi	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F3	L.21/12	F1	F2	F3	F4
Realizzazione di volumi tecnici	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F3	L.21/12	F1	F2	F3	F4
Realizzazione di parcheggi pubblici, privati o privati di uso pubblico con dimensioni < di 500 mq	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	L.21/12	F1	F2	F3	F4
Realizzazione di parcheggi pubblici, privati o privati di uso pubblico con dimensioni > di 500 mq	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	L.21/12	F1	F2	F3	F4
Realizzazione di parcheggi interrati	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	L.21/12	F1	F2	F3	F4
Realizzazione di impianti di distribuzione carburanti e strutture di servizio	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	L.21/12	F1	F2	F3	F4
Realizzazione nuova viabilità	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	L.21/12	F1	F2	F3	F4
Ampliamento viabilità esistente e opere urbanizzazione primaria	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F3	L.21/12	F1	F2	F3	F4
Realizzazione verde pubblico a parco	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	L.21/12	F1	F1	F1	F1
Realizzazione verde pubblico attrezzato	F1	F1	F2	F2	F1	F2	F3	F3	L.21/12	F1	F1	F2	F2
Realizzazione di aree destinate ad attrezzature pubbliche	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	L.21/12	F1	F2	F3	F4
Impianti sportivi all'aperto, piste ciclabili, campi di calcio, senza locali accessori, tribune, ecc..	F1	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F3	L.21/12	F1	F1	F2	F3
Piccoli edifici ed impianti di servizio di strutture a rete inferiori a 50 mq (acquedotto, impianti adduzione e distribuzione gas, cabine di trasformazione Enel, impianti di telefonia fissa e mobile)	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F3	L.21/12	F1	F2	F3	F4
Realizzazione di pannelli fotovoltaici o solari installati a terra e impianti eolici a terra	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	L.21/12	F1	F2	F3	F4

Realizzazione laghetti ed invasi artificiali realizzati solo in scavo	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F3	L.21/12	F1	F2	F3	F4
Realizzazione laghetti ed invasi artificiali con sbarramento	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	L.21/12	F1	F2	F3	F4
eliporto		F2					F3				F2		
Urban link		F2					F3				F2		
Aree di trasformazione a destinazione residenziale	Scheda fattibilità												
AT1		F2					F3				F2		
AT3		F2				F2					F2		
AT4		F2				F2					F2		
Aree di trasformazione a destinazione produttiva	Scheda fattibilità												
AT2		F2					F3				F2		
Piani Recupero (PDR)	Scheda fattibilità												
1) Porta sud-est		F2				F2						F3	
2) Porta Ovest		F2				F2						F3	
3) Polo fieristico	Scheda fattibilità												
4) Ex allevamento			F3		F1							F3	
5) Parco Maona	Scheda fattibilità												
6) Esselunga		F2					F3				F2		
7) Porta Est		F2				F2						F3	
8) Ast	Scheda fattibilità												
9) Ex slam		F2				F2						F3	
10) Ariani			F3		F1							F3	

Note:

F3: la previsione per essere ammissibile deve essere verificata nel rispetto delle prescrizioni previste al punto 3.2.2.2 dell'allegato A del DPGR 25 Ottobre 2011 53/R, nel rispetto degli studi idraulici realizzati dall'Ing. Silvia Lucia e dall'art. 7 del PAI (Autorità di Bacino Arno).

F4: la previsione per essere ammissibile deve essere verificata nel rispetto delle prescrizioni previste al punto 3.2.2.1 dell'allegato A del DPGR 25 Ottobre 2011 53/R, nel rispetto degli studi idraulici realizzati dall'Ing. Silvia Lucia e dall'art. 6 del PAI (Autorità di Bacino Arno).

F4: la previsione per essere ammissibile deve essere verificata nel rispetto delle prescrizioni previste al punto 3.2.1 dell'allegato A del DPGR 25 Ottobre 2011 53/R e nel rispetto degli art. 10 e 11 del PAI (Autorità di Bacino Arno).

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO I
COMUNE DI MONTECATINI TERME

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

INDICE

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3. METODOLOGIA DI LAVORO	5
4. ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGI DEL TERRITORIO	8
5. LA CARTA LITOTECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA	10
5.1. SUBSTRATO GEOLOGICO RIGIDO E NON RIGIDO	10
5.2. TERRENI DI COPERTURA	12
6. LA CARTA DELLE INDAGINI	13
7. CARTA DELLE FREQUENZE E DELLE ISOPACHE DELLA COPERTURA	14
7.1 ANALISI DEL RUMORE SISMICO	17
7.2 VALUTAZIONE DELLA PROFONDITÀ DEL LIVELLO RISONANTE	22
7.3 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLE MISURE EFFETTUATE	23
8. CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)	27
9. CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA	30
10. PROCEDURA SEMIQUANTITATIVA DI VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELLA CARTA MOPS DI LIVELLO 1	31

TAVOLE

- Tav. 1 – CARTA DELLE INDAGINI GEOLOGICHE E DEI DATI ESISTENTI (scala 1:10.000)*
- Tav. 2 – CARTA GEOLOGICO-TECNICA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA (scala 1:10.000)*
- Tav. 3 – CARTA DELLE FREQUENZE E DELLE ISOPACHE DELLA COPERTURA (scala 1:10.000)*
- Tav. 4 - CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA - (scala 1:10.000)*
- Tav. 5 – CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA (scala 1:10.000)*

1. PREMESSA

In ottemperanza a quanto previsto dalla Regione Toscana con il DPGR n.53/R del 27 aprile 2007 “Regolamento di Attuazione dell’art.62 della LR n. 1/2005 in materia di indagini geologiche”, le indagini geologico-tecniche di supporto al Regolamento Urbanistico di Montecatini Terme, hanno previsto la realizzazione di uno studio di Microzonazione Sismica (MS) di livello 1.

La Regione Toscana, sulla base delle indicazioni di cui all’art. 5 e 6 dell’Ord. 4007/2012 e in riferimento alle Linee Guida per la Microzonazione Sismica Nazionali, ha predisposto le nuove specifiche tecniche regionali, per la realizzazione dei suddetti studi di MS, recependo come documento tecnico di riferimento gli “Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica” (di seguito indicato con la sigla ICMS), approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome.

Tale documento sostituisce integralmente ed amplia le precedenti specifiche tecniche regionali per la redazione degli studi di MS di cui alla Del.GRT n. 261/2011.

In ottemperanza a tali disposizioni, lo studio di Microzonazione Sismica di livello 1 del Comune di Montecatini Terme rappresenta un livello propedeutico ai successivi studi di MS (livello 2 e 3) e consiste in una raccolta organica e ragionata dei dati di natura geologica, geofisica e geotecnica preesistenti o acquisiti e da una campagna integrativa di indagini geofisiche, eseguita direttamente dallo scrivente, consistite in n. 56 indagini di sismica passiva HVSR microtremori a stazione singola.

Lo studio di microzonazione ha suddiviso il territorio comunale in micro-zone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico, ha permesso di realizzare la Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS), quindi ha fornito una valutazione della pericolosità con la finalità di guidare le scelte nella pianificazione attuativa, nell’ottica di perseguire ed assicurare la riduzione del rischio sismico, evidenziando le criticità e le aree per le quali sono richiesti studi di approfondimento.

Lo studio di Microzonazione Sismica effettuato, ha rispettato gli standard di informatizzazione emanati dalla Commissione Nazionale (istituita con l’OPCM 3907/2010) per la produzione in un sistema GIS della Cartografia prevista.

Lo Studio di Microzonazione sismica di livello 1, è costituito dai seguenti elaborati:

- Relazione tecnica
- Allegato: dati campagna geofisica
- Allegato: Dati di base
- Carta delle indagini (scala 1.10.000)
- Carta litotecnica (scala 1.10.000)
- Carta delle frequenze e delle isopache della copertura (scala 1.10.000)

- Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica M.O.P.S. (scala 1:10.000)
- Carta della Pericolosità Sismica (scala 1:10.000)

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Lo studio e le indagini geofisiche sono state condotte secondo le specifiche tecniche contenute nei seguenti testi di riferimento normativo e tecnico:

-OPCM n. 3907 del 13.11.2010, che disciplina i contributi economici per gli interventi di prevenzione del rischio sismico, previsti dall'Art. 11 della Legge n. 77 del 24/06/2009

-DGRT N.261 del 18.04.2011, recepimento a livello regionale dell'OPCM n. 3907/2010 con riferimento all'Allegato A che individua i territori nei quali è prioritaria la realizzazione degli studi di Microzonazione Sismica, le modalità di predisposizione delle specifiche tecniche per la realizzazione dei suddetti studi, le modalità di recepimento e utilizzo dei risultati degli studi di MS in fase pianificatoria.

-OPCM 4007/2012 - Attuazione dell'articolo 11 del decreto-legge 28 aprile 2009, n. 39, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 giugno 2009, n. 77

Le specifiche tecniche e gli standard di riferimento con cui è stato condotto lo studio di MS di livello 1, indicate dalla struttura Servizio Sismico regionale, sono le seguenti:

-Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale (ICMS) approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle regioni e delle Province autonome;

-Specifiche tecniche regionali: Allegato A al DGRT n.261/2011, Appendice 1, Appendice 2.

- Del. GRT. n.741/2012.

-Istruzioni Tecniche del Programma VEL (Valutazione Effetti Locali) della Regione Toscana, nonché alle indicazioni contenute nel Volume di Ingegneria Sismica 2/2011.

-Indicazioni contenute nel Volume di Ingegneria Sismica 2/2011.

-Standard per la stesura della carta delle indagini e l'informatizzazione: Standard di rappresentazione ed archiviazione informatica -Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica, (articolo 5, comma7 OPCM 3907/2010);

3. METODOLOGIA DI LAVORO

Il Comune di Montecatini Terme è classificato ai sensi della DGRT n.431 del 19.06.2006 , in recepimento dell’OPCM n.3619 del 28.04.2006, in classe 3 ($ag/g=0.15$). Tale classificazione è stata confermata anche nel recente aggiornamento della classificazione sismica della Toscana con il Del. GRT n° 878 del 8/10/2012. Il Comune di Montecatini Terme non rientra nel Programma VEL (Valutazione Effetti Locali) della Regione Toscana, pertanto non è stato possibile acquisire dati e conoscenze da tale progetto.

In Appendice 3 (Allegato A) alla DGRT n.261/2011 “Ripartizione dei contributi economici a favore dei comuni per la realizzazione di studi di MS almeno di Livello 1”, il Comune di Montecatini Terme risulta molto in basso nella graduatoria di assegnazione, stabilita sulla base del valore di accelerazione minima al suolo “Ag”, pertanto non beneficia, ad oggi e verosimilmente nel prossimo futuro, di finanziamenti economici basati sulla OPCM/2010 per la redazione di studi sismici.

N.	Prov.	Comune	Ag (1)	Popolazione (2)	Contributo Livello 1	Cofinanziamento Ente Locale
115	PT	Montecatini Terme	0,145611	21.288	24.000	

(1) così come definita nell’Allegato n.2 e con i valori riportati nell’Allegato n.7 della ordinanza 3907/2010.

(2) si fa riferimento al censimento della popolazione ISTAT2010 (banca dati anagrafe).

Di seguito vengono riassunte le fasi di lavoro svolte nella redazione dello studio sismico:

3.1 Individuazione delle aree di indagine

Per quanto riguarda la scelta delle aree da indagare in relazione alla realizzazione della Carta delle MOPS, di comune accordo con la struttura regionale di controllo, è stato deciso di considerare l’intero territorio comunale, anche in considerazione della presenza di nuclei abitati non trascurabili nelle aree montane e collinari del comune.

3.2 Raccolta di tutti i dati pregressi esistenti nell’area

Ai fini della perimetrazione e suddivisione delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, il recupero dei dati pregressi esistenti nel territorio in esame è risultato di fondamentale importanza per l’impostazione delle nuove campagne di indagini, in modo da poter effettuare una corretta programmazione nelle aree meno conosciute, limitando anche i costi di esecuzione.

Si tenga conto che le carte geologiche di base del Piano Strutturale vigente sono state aggiornate dai professionisti incaricati della redazione del Regolamento Urbanistico

(Chetoni R., Latini D., Montagnani M.) ai sensi del DPGR 53/R/11.

Ciò premesso, come prima fase è stata effettuata una approfondita ricerca dei dati geologici, geotecnici e geofisici, che ha comportato un aggiornamento del quadro dei dati di base (Allegato), tramite le seguenti attività:

- ricerca presso l'Ufficio tecnico del comune (che ha fornito in tal senso una preziosa collaborazione) di tutti i dati puntuali relativi ad indagini in situ allegate alle pratiche edilizie sia di interventi diretti che di piani attuativi;
- ricerca presso la banca dati del Demanio idrico della Provincia di Pistoia relativamente ai pozzi esistenti sul territorio comunale;
- ricerca presso la banca dati della Regione Toscana delle indagini presenti, in particolare, gli archivi della Regione Toscana includono i dati disponibili: sul sito della Regione Toscana, su quello del Laboratorio di Monitoraggio e Modellistica Ambientale (LaMMA), su quello del Sistema Informativo Regionale Ambientale della Toscana (SIRA). Più specificatamente si tratta di:
 1. Banca dati del sottosuolo, dati su pozzi e derivazioni per i quali è stato fatto richiesta di concessioni e/o autorizzazioni dalle Amministrazioni provinciali;
 2. Banca dati delle indagini geotematiche;
 3. Banca dati stratigrafica della Toscana (la banca dati raccoglie stratigrafie georeferenziate reperite presso Enti pubblici ed Università nell'ambito di progetti finalizzati alla ricostruzione geometrica dei corpi idrici sotterranei significativi);
 4. Banca dati corpi idrici sotterranei (contiene la perimetrazione dei corpi idrici sotterranei e la loro ricostruzione geometrica tridimensionale);
 5. Banca dati geotermici;
 6. Banca dati concessioni acque minerali e termali;
 7. Carta geologica regionale: la carta geologica di base alla scala 1:10.000;
 8. Banca dati frane e coperture, ovvero lo strumento - inventario dei corpi di frana presenti sul territorio;
- ricerca nei data base di **ISPRA**, ovvero del portale del Servizio Geologico d'Italia che include, oltre a varie cartografie geologico-tematiche di base, i seguenti archivi di particolare interesse ai fini della microzonazione:
 1. Indagini del sottosuolo (L.464/84), ovvero il database delle indagini di sottosuolo eseguite tramite perforazioni sia per scopi di ricerche idriche che per opere di ingegneria civile;
 2. Faglie capaci (ITHACA), ovvero tutte le informazioni disponibili riguardo le faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali;

3.3 Nuove Indagini. Esecuzione di ulteriori indagini geofisiche

Dopo una serie di incontri con la struttura del servizio sismico regionale e con l'ufficio del Genio Civile di Pistoia, è emersa la necessità di una campagna integrativa di indagini geofisiche sul territorio comunale. La campagna geofisica e l'interpretazione dei risultati è stata eseguita direttamente dallo scrivente.

Le indagini sismiche sono state eseguite in corrispondenza dei centri urbani maggiormente significativi, cercando di ottenere una copertura quasi totale dell'intero territorio interessato secondo una maglia di lato di circa 400 m. La maglia è naturalmente risultata più larga in corrispondenza delle aree collinari del territorio comunale. Il livello di "copertura" delle indagini sul territorio è stato deciso di concerto con la struttura regionale competente, individuato quindi con le specifiche di cui al paragrafo 1.B.1.2 delle istruzioni tecniche del Programma VEL, perimetrato secondo i criteri definiti al par. 3.4.2 degli ICMS, in particolare le indagini in situ sono consistite in:

- n. 56 indagini di sismica passiva HVSR microtremori a stazione singola

I grafici dei risultati, redatti sulla base degli standard previsti, sono riportati in allegato alla presente relazione; l'ubicazione delle indagini sismiche effettuate, è riportata, in aggiunta agli altri dati esistenti, nella "Carta delle indagini".

Le indagini effettuate corrispondono a misure speditive di rumore ambientale mediante tecnica a stazione singola (HVSR sulle vibrazioni ambientali). Per ogni prova sono riportati i file di acquisizione di campagna e lo spettro, il valore F_0 del picco fondamentale e di eventuali picchi secondari.

Per le modalità di realizzazione delle prove e della definizione delle classi di affidabilità dello studio per il controllo sulla qualità dei dati acquisiti si è fatto riferimento allo studio redatto da: "Albarello et alii – Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola".

La campagna di misure strumentali è stata realizzata, come già accennato, cercando di ottenere una copertura quasi totale dell'intero territorio interessato, tenendo altresì conto della distribuzione delle altre indagini pregresse disponibili e delle condizioni di pericolosità geologica del sito.

4. ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGI DEL TERRITORIO

Gli aspetti geologici e geomorfologici del territorio comunale sono stati aggiornati ai sensi del DPGR 26/R/07, in questo paragrafo ci si limita a riportare sommariamente i cenni fondamentali sull'argomento. Si rimanda, per la sua più completa trattazione, alla visione degli elaborati redatti dai professionisti incaricati.

Il territorio comunale di Montecatini Terme, dal punto di vista morfologico, viene suddiviso in una porzione montana a nord dell'abitato e una porzione di pianura a sud, corrispondente al tratto del centro abitato e dell'area a sud dell'autostrada, essendo sottoposti a processi morfologici diversi.

L'area di pianura è caratterizzata da terreni alluvionali attuali, costituiti da depositi alluvionali attuali e recenti e depositi di colmata del quaternario, dalle alluvioni terrazzate costituite da depositi alluvionali antichi di diversi ordini di terrazzamento del quaternario e dalla presenza del travertino nell'area termale, mentre la zona collinare è caratterizzata dalle formazioni della Successione Toscana e nella zona Nievole dalle formazioni della Successione Ligure.

La revisione della Carta Geomorfologica ai sensi del DPGR 26/R/07, da parte dei tecnici incaricati (Chetoni R. e al.) ha riguardato un approfondimento della valutazione dello stato di attività delle forme e dei processi legati alla dinamica di versante ed alla dinamica fluviale ed in particolare sono state rivisitate le forme geomorfologiche presenti sul territorio secondo la legenda della cartografia realizzata nell'ambito del Programma VEL.

Come è noto, le formazioni geologiche che affiorano nell'area del Comune sono riconducibili a due Unità Tettoniche ben distinte: Unità Toscana e Unità Ligure sovrascorsa sulla prima.

Alla SERIE TOSCANA appartengono la formazione del Macigno e il sottostante complesso di base costituito principalmente, in questa zona, dalla Scaglia rossa toscana. Nella parte sommitale del Macigno sono presenti olistostromi di materiale di pertinenza ligure, che sono stati attribuiti alla unità litologica del Complesso eterogeneo prevalentemente argillitico in quanto sono terreni del tutto simili. Sono presenti limitati affioramenti mesozoici della serie toscana (calcari, diaspri e maiolica visibili nelle colline delle Panteraie);

Le unità individuate nel territorio comunale appartenenti alle LIGURIDI sono: Complesso eterogeneo prevalentemente argillitico e flysch calcareo dell'Alberese. La litologia prevalente è quella delle Argilliti scagliose con intercalazioni calcaree (tipo Alberese) e arenacee. Queste unità affiorano nella parte orientale dell'area oggetto di indagine.

Le FORMAZIONI QUATERNARIE rappresentano la sedimentazione lacustre che si è impostata nel bacino neogenico; si tratta di alternanze irregolari di argille, sabbie e ghiaie con frequenti resti vegetali. Questo deposito, affiorante al margine dei rilievi, si estende con spessori notevoli sotto la pianura alluvionale recente; quest'ultima è costituita per lo più da ciottoli di macigno profondamente alterati in sabbia poco coerente. Una particolarità della zona di Montecatini Terme sono i depositi di travertino legati alle emergenze termali.

Da un punto di vista geomorfologico, sono stati evidenziati:

- Accumuli di sedimenti sciolti: coltri detritiche e terreni di copertura, terreni di riporto, depositi alluvionali recenti ed attuali, depositi alluvionali antichi terrazzati;
- Aree che ora o nel passato sono state invase da fenomeni di dissesto: accumuli e nicchie di distacco di paleofrane, di frane recenti od in atto;
- Aree riconosciute potenzialmente franose e suscettibili di dissesto per vari ordini di motivi: aree soggette a franosità in terreni detritici acclivi, aree soggette a franosità per erosione laterale di sponda, aree in rocce coerenti soggette a franosità per crollo.

Per quanto riguarda i movimenti franosi pregressi attivi e quiescenti, essi sono stati identificati attraverso un'analisi di tipo geomorfologico, integrata con dati di tipo diretto e indiretto. Particolare attenzione è stata posta a quelle situazioni in cui sono state reputate possibili interazioni con il sistema antropico.

Rispetto al quadro generale della franosità, sono stati evidenziati, con apposita retinatura, sia i fenomeni franosi in atto che le frane quiescenti o inattive, con le corone di distacco relative.

Lo studio delle caratteristiche morfologiche del territorio ha inoltre consentito l'individuazione di alcuni conoidi di deiezioni cartografati, laddove riconosciuti, all'interno del deposito alluvionale terrazzato (at) e ubicati nella fascia Nord orientale del Comune, nell'area di raccordo tra i rilievi collinari e la piana alluvionale del Fiume Nievole.

5. LA CARTA LITOTECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA

La Carta Litotecnica per la microzonazione sismica deriva dalle cartografie di base, geologiche e geomorfologiche, aggiornate dai tecnici incaricati (Chetoni et Alii), con una revisione a scala di dettaglio da parte dello scrivente, attraverso l'acquisizione di tutti i dati litologici, stratigrafici e litotecnici disponibili.

Nell'ambito di tale revisione, è stata posta particolare attenzione allo spessore dei depositi di copertura e nell'individuazione dell'andamento del substrato roccioso mediante l'identificazione degli affioramenti significativi. Tali affioramenti sono utili anche per l'individuazione delle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso.

La cartografia è stata corredata da una sezione geologico-tecnica, orientata in modo da rappresentare in modo significativo le caratteristiche geologico-strutturali dell'area.

La carta geologico tecnica è stata realizzata utilizzando la simbologia prevista dagli "Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica" redatti dal DPC.

Per la realizzazione della Carta geologico-tecnica sono stati individuati degli schemi dei rapporti stratigrafici considerati più significativi per l'area studiata che sono la base della realizzazione della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.

Le caratteristiche fisico – meccaniche delle U.G. (Unità geologiche) vengono suddivise sulla base delle proprietà litotecniche prevalenti definendo delle **Unità Litotecniche (U.L.)**. Le U.L. sono state distinte in due categorie: "Substrato geologico rigido o non rigido" (per substrato non rigido si intende quello caratterizzato da $V_s \leq 800$ m/sec) e "Terreni di copertura".

Nella Legenda della carta litotecnica, accanto alle U.L. individuate, si avrà una descrizione sintetica che comprenderà le caratteristiche dell'Unità.

5.1. SUBSTRATO GEOLOGICO RIGIDO E NON RIGIDO

Di seguito sono indicate le principali Unità Litotecniche del substrato rigido riscontrate su territorio comunale:

UNITÀ LITOTECNICA LAPIDEA – A

Materiale lapideo costituito da un unico litotipo non stratificato: questa U.L. è costituita



da rocce non stratificate o con bancate il cui spessore è mediamente superiore a 3 metri (Travertino).

UNITÀ LITOTECNICA LAPIDEA – B

Materiale lapideo stratificato o costituito da alternanze di diversi litotipi: Questa U.L. comprende sia le rocce stratificate, che quelle costituite da alternanze ordinate di livelli lapidei e livelli pelitici (con contrasto di competenza) nonché quelle costituite da alternanze disordinate (caotiche).

Ammasso strutturalmente ordinato



B1 - rocce stratificate in strati spessi
Calcere Selcifero, Maiolica, Calcare Nummulitico



B2 - rocce stratificate in strati sottili
Diaspri



B3 - rocce costituite da alternanze ordinate di livelli lapidei e livelli pelitici. Livelli lapidei > 75%
Arenaria Macigno, Calcare Alberese



B5 - rocce costituite da alternanze ordinate di livelli lapidei e livelli pelitici. Livelli lapidei < 75%
Scaglia Toscana

B1 Rocce stratificate strutturalmente ordinate caratterizzate da strati medi (10/30 cm), spessi (30/100 cm), molto spessi (100/300 cm).

B2 Rocce stratificate strutturalmente ordinate caratterizzate da strati da sottili (3/10 cm) a sottilissimi (<3 cm).

B3 Rocce stratificate costituite da alternanze ordinate di livelli lapidei e livelli pelitici (con contrasto di competenza). La componente lapidea è >75%.

B4 Rocce stratificate costituite da alternanze ordinate di livelli lapidei e livelli pelitici (con contrasto di competenza). La componente lapidea è 25%<Lapideo<75%.

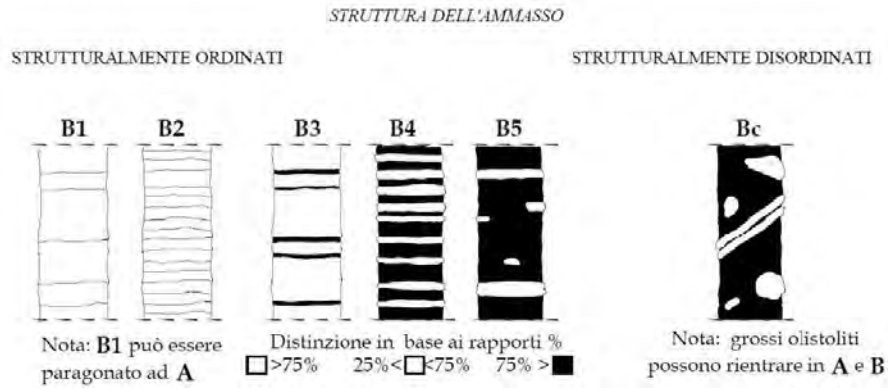
B5 Rocce stratificate costituite da alternanze ordinate di livelli lapidei e livelli pelitici (con contrasto di competenza). La componente pelitica è >75%.

Ammasso strutturalmente disordinato



Bc- rocce costituite da alternanze disordinate (caotiche) di livelli lapidei e livelli pelitici.
Complesso di base

Bc – La componente pelitica è predominante e include olistoliti che possono rientrare in A



5.2. TERRENI DI COPERTURA

Di seguito sono indicate le principali Unità Litotecniche dei terreni di copertura rilevate sul territorio comunale:

UNITÀ LITOTECNICHE GRANULARI NON CEMENTATE O POCO CEMENTATE E

Questa U.L. comprende terreni da addensati a sciolti costituiti da materiali prevalentemente granulari non cementati. In base alla granulometria dominante del deposito si sono individuate:



E1 - Ciottoli e blocchi prevalenti



E3 - Ghiaie prevalenti

UNITÀ LITOTECNICHE COESIVE F:

Questa U.L. comprende terreni coesivi tra i quali si distinguono



F - Limi e argille



F1 - Limi prevalenti

6. LA CARTA DELLE INDAGINI

La cartografia del territorio comunale contiene tutte le indagini pregresse e/o di nuova realizzazione utilizzate per la redazione degli studi di microzonazione sismica.

Le indagini sono state classificate in base alla tipologia integrando la “carta dei dati di base” realizzata in precedenza. La carta delle indagini è stata utilizzata per la verifica di qualità prevista dalla “procedura semiquantitativa” di cui all’Appendice 3 delle Specifiche Tecniche Regionali per la Microzonazione Sismica.

Più specificatamente, la "Carta delle Indagini" riporta l'ubicazione e l'indicazione della somma dei dati esistenti sul territorio comunale di Montecatini Terme derivante dalla somma dei:

- dati di base allegati al PS vigente
- dati di base raccolti in questa fase di microzonazione sismica
- dati derivanti dalla campagna di indagine geofisica condotta per lo studio di MS

L'insieme dei dati raccolti, ha permesso di disporre di un totale di oltre 248 tra dati puntuali e dati lineari così suddivisi e rappresentati, in forma simbolica e per tipologia, secondo la legenda prevista negli standard regionali per l'informatizzazione degli studi di MS con riferimento agli Indirizzi e Criteri di Microzonazione sismica (ICMS) a cura della Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile e catalogati e archiviati mediante software Arc-Gis.

Quant.	Sigla	Descrizione
66	CPT	Prove penetrometriche statiche con punta meccanica
15	DL	Prova penetrometrica dinamica leggera
53	DP	Prova penetrometrica dinamica pesante
15	MASW	Prospezione sismica MASW
5	HVSR	Microtremore a stazione singola
4	Sr	Profilo sismico a rifrazione onde p e s
4	S _l	Profilo sismico a riflessione
21	Pa	Pozzo per acqua
10	S	Sondaggio a carotaggio continuo
2	Sc	Sondaggio con prelievo di campioni
2	T	Trincea o pozzetto esplorativo
248	Totale punti indagati	

L'ubicazione di tutti i punti di controllo considerati, è riportata nella "Carta delle indagini" in cui il dato è identificato con numero progressivo cui corrisponde l'estratto del documento disponibile nell'Allegato: "Dati di base" (formato cartaceo o pdf), ciò per una rapida consultazione mediante strumenti ordinari.

Si sottolinea, infine, che il numero dei dati di base attraverso i quali si può caratterizzare il substrato di un territorio è una componente dinamica; la validità e l'attendibilità dei risultati raggiunti, è legata al numero dei punti di controllo disponibili; è necessario, quindi, un continuo aggiornamento, via, via che saranno acquisiti nuovi dati.

7. CARTA DELLE FREQUENZE E DELLE ISOPACHE DELLA COPERTURA

La Carta è stata realizzata a partire dalle misure speditive di rumore ambientale mediante tecnica a stazione singola (HVSR sulle vibrazioni ambientali). Per ogni prova sono allegati in relazione i file di acquisizione di campagna.

L'utilizzo degli spettri H/V in genere permette una valutazione attendibile ed economica della frequenza fondamentale del deposito. Anche per il territorio di Montecatini Terme, questa grandezza è stata un utile indicatore nella definizione del modello geologico ed ha fornito un ausilio per l'estensione del modello di riferimento in zone immediatamente adiacenti a quelle investigate nel dettaglio.

La presenza di un picco di risonanza, ben individuato in molte misure, ha permesso una interessante ricostruzione della profondità del riflettore che dà la risonanza e ha costituito un ausilio nell'interpretazione e validazione dei risultati ottenuti con altre prove.

In generale, l'influenza della condizioni geologiche, geotecniche locali e geomorfologiche sull'entità dello scuotimento sismico di un sito e sul conseguente scenario di danno è un problema noto e dimostrato. Gli effetti di sito sono stati osservati in numerosi terremoti e la recente maggiore disponibilità di registrazioni accelerometriche ha permesso una maggiore comprensione del fenomeno.

Tra le diverse cause che possono produrre amplificazioni locali significative, le caratteristiche degli strati di terreno superficiali del sito probabilmente rappresentano uno dei fattori più importanti ed influenti. Registrazioni sismiche strumentali hanno dimostrato che in corrispondenza di uno stesso input sismico incidente su un basamento rigido, il contenuto in frequenza, l'ampiezza e la durata del moto in superficie, appaiono molto diverse qualora la velocità delle onde sismiche nei terreni superficiali subisca delle variazioni significative rispetto al basamento.

Le onde sismiche, attraversando i materiali superficiali, subiscono notevoli variazioni che

tendono a modificarne, anche sensibilmente, il contenuto spettrale. La variazione spettrale del sisma è di notevole importanza poiché condiziona le sollecitazioni cui potranno essere sottoposti le strutture in quel sito. Risulta quindi necessario definire come i terreni di copertura del substrato possono influenzare l'ampiezza delle onde in superficie. Il metodo più utilizzato che permette di stimare la risposta di sito sfruttando la registrazioni del rumore sismico (noise) è quello di *Nakamura (1989)*.

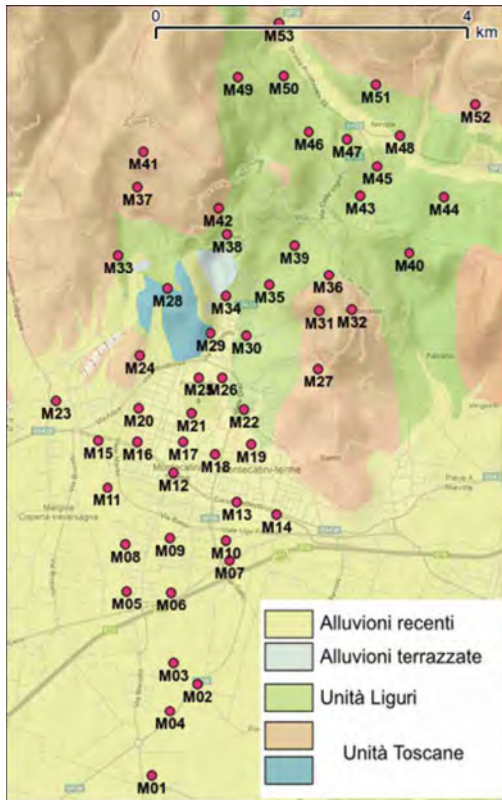
Il metodo di *Nakamura (1989)* permette di stimare la risposta di sito attraverso il rapporto tra la componente orizzontale e quella verticale del rumore sismico registrato localmente (Horizontal to Vertical Spectral Ratio - HVSr). Le principali assunzioni su cui si basa il metodo sono che i microtremori derivano da onde di Rayleigh e che la componente verticale del noise, passando dal substrato alla superficie non subisca amplificazione. Il metodo di *Nakamura (1989)* è generalmente accettato dalla comunità scientifica internazionale come una procedura attendibile per determinare la frequenza fondamentale di risonanza di depositi sedimentari (*SESAME, 2004*).

E' stato quindi applicato il metodo di *Nakamura (1989)*, come previsto dagli Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica (*ICMS, 2008*), per valutare all'interno del territorio comunale di Montecatini Terme, le frequenze naturali di risonanza a carico dei terreni.

L'indagine è stata svolta attraverso registrazioni sismiche strumentali in **53 siti**, distribuiti omogeneamente all'interno del territorio comunale (Figura 1, Tabella 1), ed è basata sull'analisi del rumore sismico ad una singola stazione (*ICMS, 2008*).

La microzonazione sismica strumentale del comune di Montecatini (PT) è stata realizzata con una stazione sismica triassiale SARA a 24 bits (www.sara.pg.it) ed equipaggiata di sensore mod. SS20 (frequenza naturale 2 Hz, sensibilità 60 Vs/m). L'ubicazione dei punti di misura è stata scelta per coprire l'area di indagine nel modo quanto più possibile uniforme e in accordo con le condizioni geolitologiche locali (Figura 1).

L'area di indagine è infatti abbastanza eterogenea da un punto di vista geologico/strutturale, con il centro urbano e la periferia impostato al margine del bacino Quaternario della Val di Nievole. Le frazioni periferiche a sud dell'Autostrada A11 (Firenze-Pisa) sono invece impostate nell'area di pianura alluvionale, mentre le frazioni a nord sono impostate sulle colline prevalentemente costituite dalle arenarie e dai calcari appartenenti alle Unità Toscane e Liguri. Infine, si identifica al margine nord del comune, la Valle del Torrente Nievole, il cui fondo-valle è sede di alcuni centri abitati ed è caratterizzato da alluvioni recenti di modesto spessore.



La campagna di misura sismica strumentale si è protratta per un periodo complessivo di circa 4 mesi, da ottobre 2012 a gennaio 2013.

I dati, acquisiti con una frequenza di campionamento di 100 Hz, sono stati registrati attraverso un programma dedicato installato su un PC portatile dotato di connessione USB.

Le stazioni, tutte installate all'aperto, sono alimentate con batteria 12V.

Figura 1: Posizione delle stazioni sismiche installate e geologia semplificata del comune di Montecatini

7.1 ANALISI DEL RUMORE SISMICO

La campagna di misure sismiche condotta nel Comune di Montecatini ha previsto la valutazione del rapporto spettrale tra la componente orizzontale e quella verticale del rumore sismico registrato (HVSR, Horizontal to Vertical Spectral Ratio). Questa metodologia d'indagine è stata utilizzata per valutare il periodo proprio di risonanza di una coltre sedimentaria.

L'analisi HVSR è applicata sulla registrazione del segnale sismico di velocità di spostamento del suolo, a cui è stato applicato un filtro passa banda Butterworth (0.1 – 40 Hz). L'analisi spettrale FFT (Fast Fourier Transform) è effettuata su finestre mobili della durata di 30 secondi con 50% di sovrapposizione, dopo aver rimosso la media ed eventuali derive lineari, e dopo aver applicato un taper di Hanning. Gli spettri risultanti sono stati in seguito smussati su finestre pari a 100 valori di frequenza e mediati sull'intero intervallo di registrazione pari a 20-30 minuti. L'andamento del rapporto spettrale in funzione della frequenza identifica presenta un massimo corrispondente alla frequenza propria di risonanza del sito. In Tabella 1 sono elencati i periodi massimi di risonanza identificati nei siti d'indagine.

Per ogni misura HVSR, viene eseguito un controllo su eventuali direttività della sorgente di rumore, che, se presenti, potrebbero influenzare la forma e la posizione del picco spettrale. L'assenza di direttività indica infatti che il rapporto spettrale calcolato sul rumore può essere ritenuto rappresentativo, mentre la presenza di picchi spettrali con una chiara direttività suggerisce la possibile presenza di sorgenti locali di segnale sismico, che potrebbero generare prevalentemente segnale sulle componenti orizzontali del moto, andando così ad inficiare la validità del rapporto spettrale. Inoltre, ad ogni indagine è stato associato un indice di qualità secondo il criterio proposto da *Albarello & Castellaro (2011)*, in linea con le direttive *SESAME (2004)*.

L'analisi HVSR è stata eseguita per tutte le stazioni di registrazione sismica posizionate nell'area d'indagine (Figura 1) e ha permesso di definirne i caratteri salienti delle frequenze di risonanza dei siti investigati.

L'area del Comune di Montecatini può essere suddivisa dal punto di vista geologico in tre principali aree: l'area di pianura alluvionale a sud del centro urbano, l'area pedecollinare su cui è ubicato il centro urbano di Montecatini Terme, l'area collinare a nord del centro urbano caratterizzata da estesi affioramenti di arenarie, calcari ed argilliti della Serie Toscana, ed argilliti e calcari delle Unità Liguri, su cui si impostano coltri detritiche eluvio-colluviali e depositi di frana recenti. All'interno dell'area collinare si imposta inoltre il fondovalle del Torrente Nievole, caratterizzato da sporadiche alluvioni Tardo-Pleistoceniche di modesto spessore.

Le tre aree presentano caratteristiche spettrali peculiari che sono in accordo con il quadro geologico. Verranno di seguito descritte ed interpretate le indagini HVSR eseguite nelle tre aree.

Area di piana alluvionale

L'area di pianura si estende a sud di Montecatini fino al confine comunale ed è geologicamente caratterizzata da una spessa coltre alluvionale di età Plio-Quaternaria, che poggia su un substrato costituito dalle formazioni delle Unità Toscane e Liguri. Le misure HVSR eseguite in questo contesto (M01-M09 in Appendice 1) presentano un chiaro picco risonante compreso tra 0.4 ed 1 Hz la cui ampiezza non supera il valore di 5 (Figura 3). Talvolta sono presenti picchi secondari di ampiezza molto minore. La frequenza del picco risonante fondamentale tende ad aumentare al diminuire della distanza tra il punto di misura ed il margine pedecollinare. Il picco risonante è stato interpretato come legato al contrasto d'impedenza principale esistente tra il pacco sedimentario alluvionale Plio-Quaternario ed il substrato pre-Quaternario.

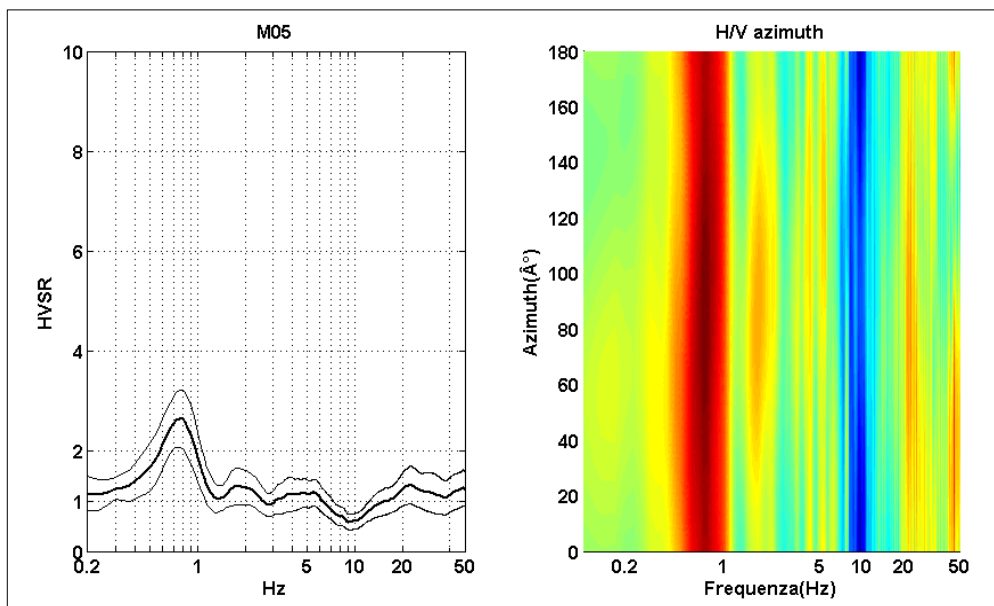


Figura 3. Esempio di spettro HVSR (stazione M05) con picco risonante fondamentale inferiore ad 1 Hz associato all'area di pianura alluvionale.

Area Pede-collinare

L'area pede-collinare del comune di Montecatini Terme è geologicamente caratterizzata da depositi alluvionali Plio-Quaternari di spessore inferiori a 100 m su cui poggiano depositi Olocenici di conoide alluvionale associati alla dinamica fluviale recente dei moderni corsi d'acqua che dal versante appenninico scendono verso la pianura. In questo contesto si ubica il centro urbano di Montecatini Terme. Le indagini HVSR eseguite in quest'area (M10-M23, M25, M26, M29, M30, M34, in Appendice 1) presentano un picco fondamentale superiore ad 1 Hz la cui ampiezza, molto variabile, può superare il valore di 6 (Figura 4). Sono presenti talvolta picco secondari a più alta frequenza il cui valore è anch'esso molto variabile. In accordo con l'area di pianura alluvionale, anche in questo caso la frequenza di risonanza aumenta al diminuire della distanza tra sito di misura e margine pede-collinare. Il picco fondamentale riflette la presenza di un contrasto d'impedenza nel sottosuolo, che è stato interpretato, per tutte le misure HVSR effettuate in quest'area, come essere corrispondente all'interfaccia tra depositi alluvionali Plio-Quaternari e/o Olocenici ed il substrato pre-Quaternario costituito dalle formazioni delle Unità Toscane e Liguri.

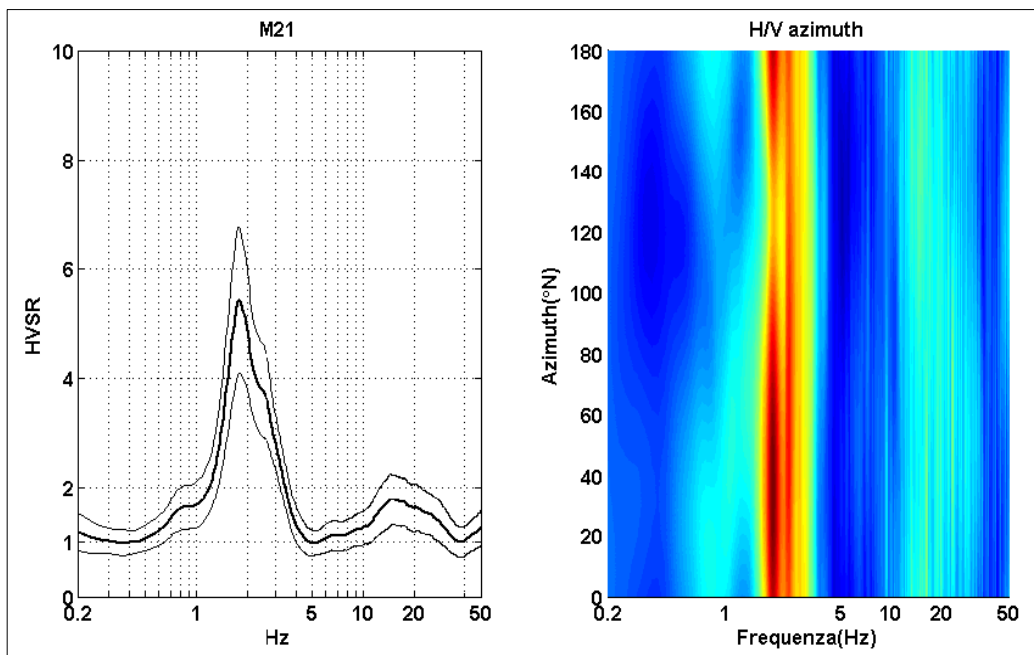


Figura 4. Esempio di spettro HVSR (stazione M21) con picco risonante fondamentale superiore ad 1 Hz associato all'area pede-collinare del comune.

Area collinare

Quest'area racchiude un contesto geologico più variegato rispetto alle aree precedenti, con la presenza di estesi affioramenti di arenarie, calcari ed argilliti delle Unità Toscane e Liguri, su cui si impostano estese coltri colluviali, corpi di frana e depositi di versante di spessore molto variabile. La zona settentrionale di quest'area è inoltre caratterizzata dalla presenza del fondovalle del T.Nievole, caratterizzato da modesti spessori di depositi terrazzati recenti.

Le misure HVSR eseguite in quest'area (M24, M27, M28, M31-M33, M35-M53 in Appendice 1) presentano per la maggior parte spettri piatti, ovvero con assenza di picchi risonanti fondamentali (Figura 5). Alcuni siti presentano invece picchi fondamentali di risonanza ad alta frequenza, generalmente maggiori di 10 Hz, la cui ampiezza non supera il valore di 4 (Figura 6). Le misure con assenza di picco risonante sono generalmente associate a contesti geologici in cui il substrato pre-Quaternario si trova in affioramento, mentre i siti in cui si riscontra invece un picco risonante ad alta frequenza sono associati a contesti geologici in cui sono presenti coltri detritiche eluvio-colluviali, oppure alluvioni terrazzate del T. Nievole. Il picco risonante, laddove presente viene quindi interpretato come determinato dall'interfaccia tra substrato pre-Quaternario ed i depositi detritici recenti, il cui spessore si presume essere modesto, data l'alta frequenza (>10 Hz) del picco risonante.

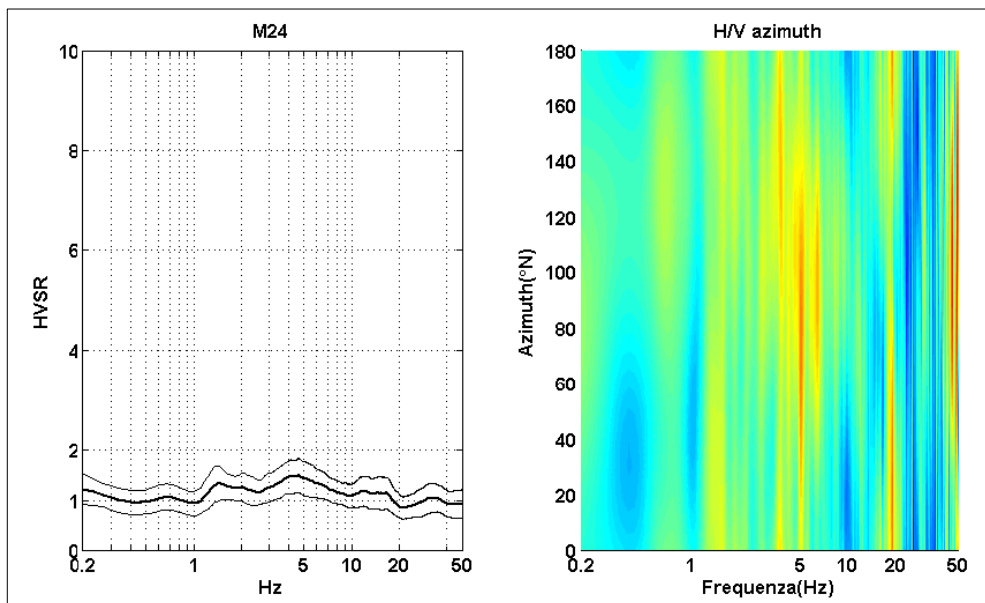


Figura 5. Esempio di spettro HVSR (stazione M24) con assenza di picco risonante fondamentale associato all'area collinare del comune in presenza di affioramenti del substrato pre-Quaternario.

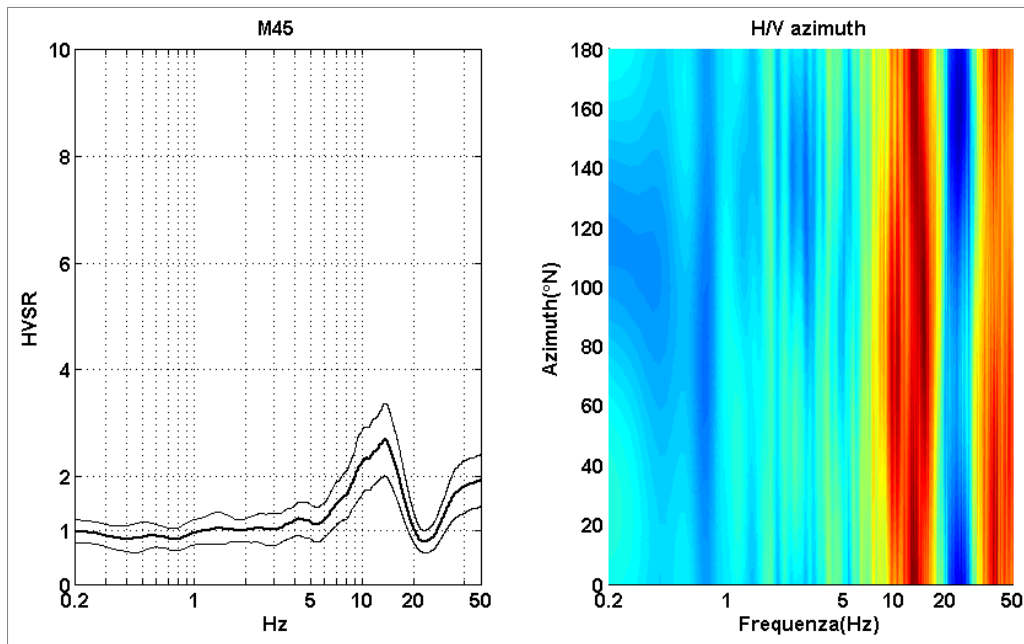


Figura 6. Esempio di spettro HVSR (stazione M45) con picco risonante fondamentale superiore a 10 Hz associato all'area collinare del comune, in presenza di coltri detritiche eluvio-colluviali.

7.2 VALUTAZIONE DELLA PROFONDITÀ DEL LIVELLO RISONANTE

Le frequenze di risonanza dei rapporti spettrali (HVSr) sono condizionate dalla geometria della copertura sedimentaria e dall'impedenza acustica dei materiali di riempimento e forniscono in qualche modo indicazioni sulla profondità delle superfici di discontinuità nel terreno. In linea di massima la frequenza di risonanza è legata alla velocità delle onde s nel terreno (V_s) e allo spessore della copertura (H) da una semplice relazione ($f=V_s/4H$) che permette la stima speditiva degli spessori se si hanno informazioni sulle velocità delle onde di taglio nel terreno. Questa relazione è però applicabile solo per uno strato singolo monodimensionale (estensione areale dello strato molto più ampia del suo spessore), in modo da escludere la possibile presenza di effetti di bordo, e la sua applicazione è possibile solo per le analisi spettrali che identificano un unico picco di risonanza.

La presenza di due o più picchi di risonanza nei rapporti spettrali è al contrario indice di più discontinuità nel terreno o può derivare da diverse multiple di uno stesso processo. In entrambi i casi le frequenze di risonanza non rispecchiano direttamente ed in modo univoco la geometria sepolta che può essere dedotta solo attraverso processi di inversione iterativi.

Tuttavia, il quadro delle frequenze di risonanza ottenuto permette di definirne le caratteristiche principali di spessore delle coperture, con spessori ridotti (< dieci metri) nell'area collinare, spessori considerevoli (alcune centinaia di metri) per l'area di pianura alluvionale, e spessori modesti (<100 metri) nell'area pede-collinare in corrispondenza del centro urbano di Montecatini.

La presenza sul territorio di tre sezioni sismiche di superficie (realizzate nel 2007 su incarico del Dott. R. Chetoni nell'ambito degli studi idrogeologici per la concessione mineraria delle Terme di Montecatini – anch'esse contenute nella banca dati del RU) ha permesso di definire una velocità delle onde di taglio media a carico della coltre alluvionale pari a 310 m/s. Questa velocità è stata calcolata vincolando lo spessore dei depositi evidenziato dal sondaggio geofisico e la frequenza di risonanza misurata nel presente lavoro nei siti in cui la misura HVSr interseca le sezioni sismiche utilizzate. La stima della velocità delle onde di taglio a carico dei depositi è quindi da considerarsi ben vincolata nei punti dove questa è stata calcolata. È stata tuttavia tentata un'estrapolazione dell'informazione a tutta l'area di pianura alluvionale e pede-collinare del Comune di Montecatini al fine di definire, sebbene con un certo grado d'incertezza, la profondità del substrato pre-Quaternario (Figura 7). Da quest'analisi si evidenzia uno spessore sedimentario della coltre Plio-Quaternaria crescente andando verso i quadranti

meridionali e che raggiunge i ~200 m in prossimità del margine meridionale del territorio comunale. Considerando il fatto che le velocità medie delle onde di taglio sono state calcolate utilizzando gli strati più superficiali dei depositi del bacino, e che generalmente possiamo prevedere un aumento delle velocità V_s con la profondità, le stime eseguite costituiscono l'estremo inferiore del valore reale, che invece può anche essere maggiore.

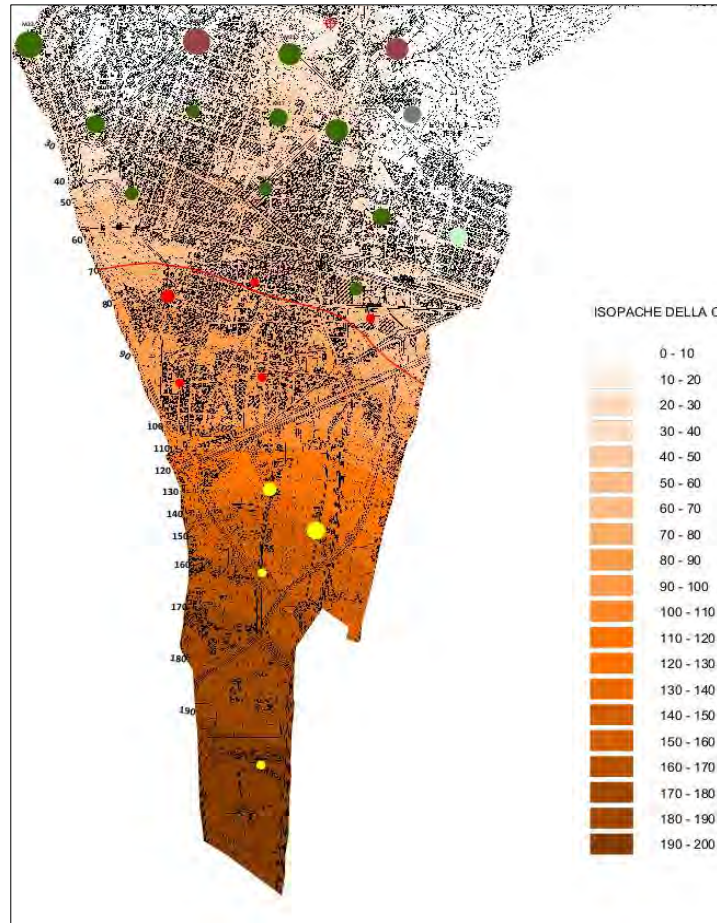


Figura 7. Spessore della coltre sedimentaria stimato dalle misure HVSr, utilizzando le informazioni di V_s esistenti.

7.3 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLE MISURE EFFETTUATE

La microzonazione sismica di livello 1 del comune di Montecatini è stata condotta attraverso l'analisi di rumore (HVSr) ed ha permesso di definire le caratteristiche principali della risposta sismica locale del territorio comunale, in termini di frequenza di risonanza. Le 56 misure eseguite presentano un generale accordo con il contesto geologico locale ed hanno permesso di definire una stima dello spessore della coltre alluvionale Plio-Quaternaria che caratterizza il territorio comunale nella sua porzione meridionale. Le frequenze di risonanza variano da 0.3 Hz, nelle aree di pianura più distali,

a >10 Hz nelle aree collinari in cui sono presenti coltri detritiche di modesto spessore. Le frequenze di risonanza presentano un trend generalmente crescente procedendo verso nord che seguono coerentemente l'andamento degli spessori sedimentari. L'utilizzo integrato delle misure HVSR, eseguite in questo lavoro, con i dati geofisici esistenti all'interno del territorio comunale, ha permesso di vincolare gli spessori sedimentari minimi a carico dei sedimenti del bacino Plio-Quaternario di Montecatini fino a ~200 m. Non sono stati invece riscontrati spessori rilevanti a carico delle coltri detritiche e nelle alluvioni di fondovalle presenti estesamente in area collinare. Tuttavia, in alcuni siti di area collinare sono state riscontrate frequenze di risonanza ~10 Hz alle quali viene prevista un'interazione con l'edificato esistente, e che possono quindi costituire una certa criticità nel processo di amplificazione sismica. L'area più critica dal punto di vista della risposta sismica è quella pede-collinare, dove le forme spettrali presentano spesso picchi ben marcati, e frequenze di risonanza sono comprese tra 1 e 10 Hz, intervallo critico per l'edificato esistente nel processo di amplificazione sismica. Quest'area riveste una particolare importanza all'interno del territorio comunale poiché vi è ubicato gran parte del centro urbano di Montecatini Terme e quindi vi risiede la maggior parte della popolazione del comune.

Sulla base di quanto sopra è stata realizzata una Carta delle Frequenze e delle Isopache della Copertura che presenta la seguente legenda:



Tabella 1: Coordinate UTM 32N - ED50 delle stazioni di misura HVSR, frequenze di risonanza (picco principale ed eventuale picco secondario), picco H/V associato (laddove presente), e fattore di qualità secondo il criterio di *Albarello & Castellaro (2011)*.

Stazione	Lon	Lat	Fr1	HVSR1max	Fr2	HVSR2max	Qualità
M01	642205	4857891	0.4	2.4	3.4	2.4	B
M02	642601	4858720	0.5	5	1.2	1.9	A
M03	642385	4858905	0.5	4	1.6	1.3	A
M04	642357	4858474	0.45	2.6	-	-	A
M05	641937	4859533	0.8	2.6	1.8	1.3	A
M06	642346	4859529	0.8	2.4	-	-	A
M07	642879	4859826	1	2.5	-	-	A
M08	641910	4859958	0.9	3.2	-	-	A
M09	642327	4860013	1	2.8	-	-	A
M10	642841	4860008	1.1	3.3	3.1	1.3	A
M11	641731	4860462	1.3	4	-	-	A
M12	642344	4860607	1.5	3.6	4.3	2.6	A
M13	642937	4860355	2.5	4.8	-	-	A
M14	643303	4860252	4.1	4.5	1	2	A
M15	641639	4860873	2.9	4.1	-	-	A
M16	642007	4860875	1.8	3.7	-	-	B
M17	642425	4860884	1.7	4.7	-	-	A
M18	642729	4860776	2	5.5	-	-	A
M19	643057	4860878	23	4.6	10	3	A
M20	642005	4861169	8.9	6.5	-	-	A
M21	642500	4861137	1.7	5.4	-	-	A
M22	642991	4861185	7	5.4	-	-	A
M23	641244	4861216	2.8	6.1	-	-	A
M24	642015	4861643	-	-	-	-	A
M25	642555	4861459	4.3	4.3	-	-	A
M26	642775	4861468	12	2.3	2.1	1.7	A
M27	643665	4861562	3.3	1.8	-	-	B
M28	642252	4862244	4.3	1.9	-	-	A
M29	642665	4861865	10	5.16	-	-	A

Stazione	Lon	Lat	Fr1	HVSR1max	Fr2	HVSR2max	Qualità
M30	642990	4861847	15	3.4	-	-	A
M31	643667	4862084	-	-	-	-	A
M32	643959	4862101	8.7	2.1	-	-	A
M33	641793	4862539	8.9	3	-	-	A
M34	642795	4862196	18.8	6.6	6.5	2.8	A
M35	643195	4862298	3.3	1.9	10	3	A
M36	643741	4862398	-	-	-	-	A
M37	641958	4863151	-	-	-	-	A
M38	642796	4862751	5.4	1.8	17	1.7	A
M39	643421	4862663	-	-	-	-	A
M40	644482	4862614	2.8	1.8	-	-	A
M41	642003	4863467	3.5	1.7	17	1.9	A
M42	642709	4862977	28	2.6	-	-	A
M43	644015	4863121	-	-	-	-	A
M44	644795	4863123	4.8	2.4	-	-	B
M45	644172	4863389	13.5	2.7	-	-	A
M46	643528	4863677	3.5	1.8	11	2.4	A
M47	643884	4863623	25	4.3			A
M48	644379	4863668	-	-	-	-	B
M49	642868	4864155	-	-	-	-	A
M50	643287	4864172	7.4	2.6	15.7	2.6	A
M51	644144	4864113	2.2	2	-	-	B
M52	645062	4863954	-	-	-	-	A
M53	643236	4864647	8.6	4	-	-	A

Bibliografia

Albarelo D. & Castellaro S., 2011. Tecniche sismiche passive: indagini a stazione sismica. Ingegneria Sismica, XXVIII, n.2, 2011.

ICMS - Gruppo di lavoro MS, 2008. Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica, 3 vol. e DVD.

Nakamura Y., 1989. A method for dynamic characteristics estimations of subsurface using microtremors on the ground surface. Quarterly Report of Railway Technical Res. Inst., Tokyo, 30, 25-33.

SESAME Project, 2004. Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements, processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12, http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr/Papers/HV_User_Guidelines.pdf

8. CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

La Carta delle MOPS, individua le microzone del territorio comunale dove, sulla base di osservazioni geologiche, geomorfologiche e geognostiche, è prevedibile che si verifichino effetti di amplificazione sismica, instabilità di versante, liquefazione, ecc.

Diventa quindi fondamentale la ricostruzione di un modello geologico-tecnico dell'area con l'individuazione dei litotipi che possono costituire il substrato rigido e la profondità dello stesso. Sul territorio di Montecatini Terme non sono state individuate in questa prima fase, discontinuità e morfologie sepolte potenzialmente in grado di causare inversioni della velocità di propagazione delle onde di taglio ed effetti di RSL bi e tridimensionali.

La *Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica* (MOPS) del livello 1 rappresenta quindi un documento fondamentale di questo livello di approfondimento.

Più precisamente, lo scopo di tale carta è quello di raggiungere i seguenti obiettivi:

- caratterizzazione del substrato litologico
- caratterizzazione di terreni di copertura
- ricostruzione delle aree potenzialmente interessate da deformazioni permanenti in caso di evento sismico
- definizione di forme geomorfologiche di superficie e sepolte, particolarmente importanti per problematiche sismiche.

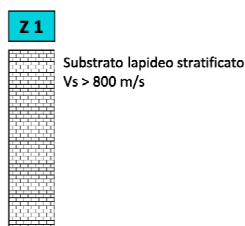
La *Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica* (MOPS) è stata realizzata nel rispetto degli standard per l'informatizzazione degli studi per la MS redatti dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica riportati sul sito web: <http://www.rete.toscana.it/sett/pta/sismica/lr56/VEL/indagini/index.htm>.

Tali obiettivi sono perseguibili con la distinzione di tre tipologie di zone e con simboli indicanti forme di superficie e forme sepolte.

a) ZONE STABILI

In tali zone non si ipotizzano effetti di alcuna natura, se non lo scuotimento in funzione dell'energia e della distanza dell'evento sismico.

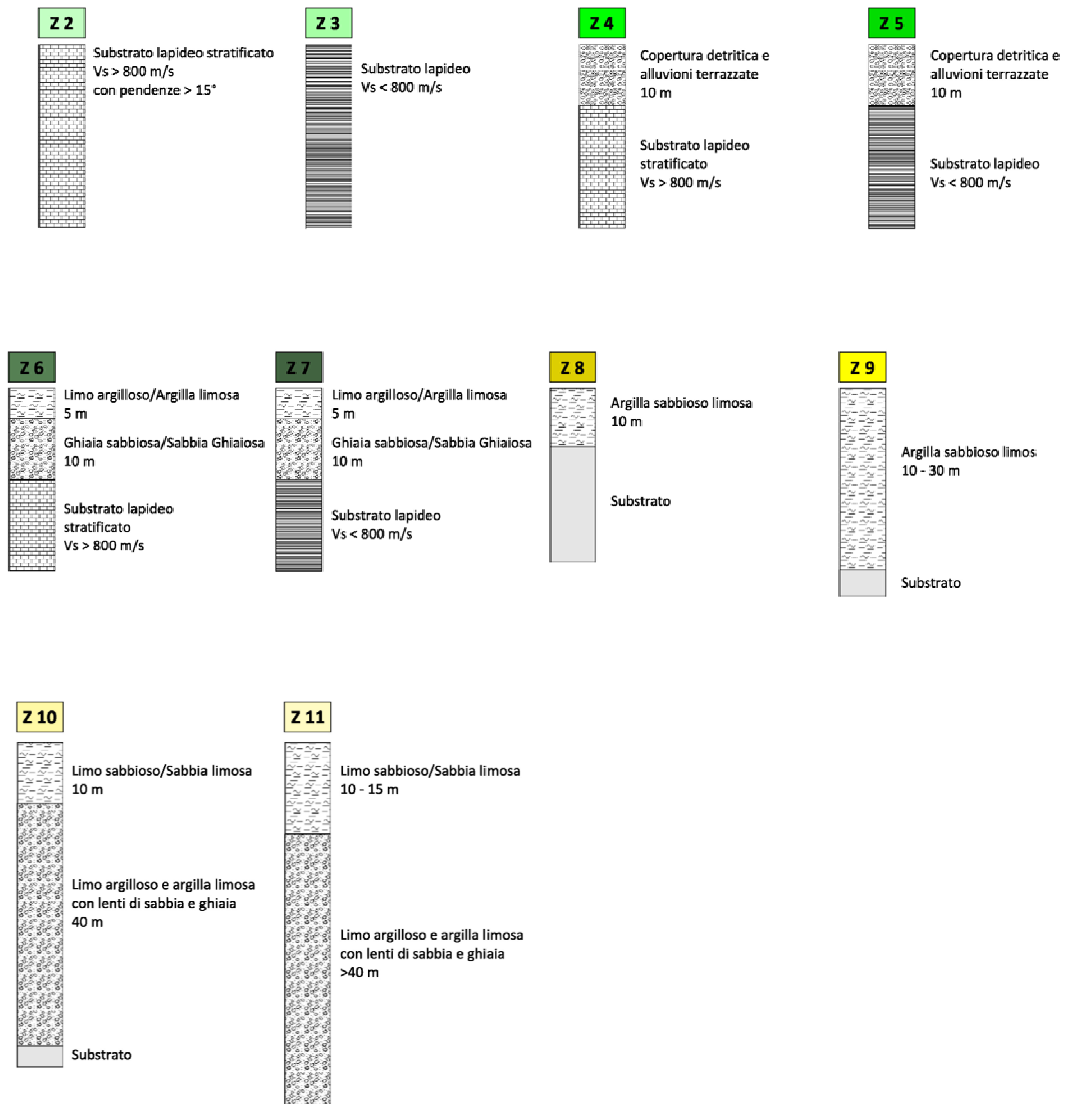
Sono le zone in cui si riscontra l'affioramento del substrato litoide in aree caratterizzate da morfologia pianeggiante o poco inclinata (< 15°).



b) ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

In tali zone sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto della situazione litostratigrafica e morfologica locale.




Sono le zone in cui sono presenti terreni di copertura, coltri di alterazione del substrato, substrato molto fratturato, o substrato caratterizzato da velocità di propagazione delle onde di taglio $V_s < 800$ m/s o da pendenze $> 15^\circ$.






c) ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

In tali zone gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio. sul territorio esaminato si è riscontrata una sola categoria di effetti deformativi:

Instabilità di versante, distinte per tipologia di frana (nel nostro caso si hanno solo frane di crollo) e per grado di attività (attiva, quiescente, inattiva).

Instabilità di versante (FR)		Attiva
		Inattivo
		Quiescente

d) FORME DI SUPERFICIE

	Orlo di scarpata morfologica
	Conoide
	Travertino

9. CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

Conseguentemente alla realizzazione della carta delle MOPS ed in relazione alla sismicità del territorio comunale di Montecatini Terme, è stata realizzata la Carta della Pericolosità Sismica nella quale vengono evidenziate specifiche aree a pericolosità sismica locale:

Aree pericolosità sismica locale molto elevata (S.4)

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

Aree pericolosità sismica locale elevata (S.3)

Zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici. Zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche significativamente diverse; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri: nell'area di piana il passaggio tra questa classe e quella a pericolosità media S2 è stato assunto in corrispondenza dell'isopaca della copertura pari a 70 m.

Aree pericolosità sismica locale media (S.2)

Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici. Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità S.3.

Aree 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 e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

10. PROCEDURA SEMIQUANTITATIVA DI VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELLA CARTA MOPS DI LIVELLO 1

Nelle specifiche tecniche regionali (di cui alle Del.GRT.n.261/2011 e Del.GRT.n.741/2012) è stata inserita una procedura semiquantitativa per la stima del livello di qualità delle cartografie MOPS. La procedura è servita principalmente per stabilire se la disponibilità (sia in termini quantitativi che qualitativi) dei dati a disposizione nel Comune di Montecatini sono sufficienti per la stesura di uno studio di micro zonazione sismica di buon dettaglio.

La procedura utilizzata è stata definita dal Gruppo di Lavoro Nazionale per la Microzonazione Sismica e rappresenta una integrazione agli Indirizzi e Criteri Nazionali per la Microzonazione Sismica (ICMS); tale procedura è stata recentemente pubblicata sul Volume di Ingegneria Sismica 2/2011.

Con tale procedura si è cercato quindi di valutare in via semiquantitativa la qualità della carta di sintesi MOPS ottenuta è quella indicata dagli ICMS (200), mediante il foglio di calcolo messo a disposizione on-line dal servizio sismico della regione.

La procedura ha previsto 4 fasi:

1. E' stato costruito un reticolato di celle quadrate orientate N-S e E-W, con lato di 250m, sulle aree da indagare.
2. E' stata compilata la tabella che prevede 6 parametri ai quali viene assegnato un peso.
3. Si è applicata la formula (sommatoria) indicata per determinare il Fattore di qualità FQ.
4. Si è associata al Fattore di qualità la corrispondente classe di qualità.

In allegato di seguito nel testo si riporta la scheda di valutazione. La carta risulta di Classe B con un punteggio di 64, evidenziando soprattutto una carenza legata ai sondaggi sia a carotaggio continuo che a distruzione.

Tale aspetto è strettamente legato all'esistenza del vincolo di tutela termale che nel Comune di Montecatini Terme ha da sempre vietato l'esecuzione di perforazioni profonde, in particolare l'esecuzione di pozzi per non intercettare le acque sottoposte a tutela.

Pistoia, Marzo 2013

Dott. Geol. Marco De Martin Mazzalon



FOGLIO DI CALCOLO PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELLA CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA SULLA BASE DELLE INDAGINI PREGRESSE E/O NUOVE

a	Parametro	4
---	-----------	---

Inserire il valore solo nelle celle delimitate in viola

b	Carta Geologica tecnica	1	Anno Rilevamento	Progetto	Scala
	<i>Punteggi indicatori</i>	0.33	0.33	0.33	0.33
	<i>Pesi indicatori</i>				
c	Sondaggi a distribuzione	0.5	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>	0.66	0.33	0.33	0.33
	<i>Pesi indicatori</i>				
d	Sondaggi a carotaggio continuo	1	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>	0.66	0.33	0.33	0.33
	<i>Pesi indicatori</i>				
e	Indagini geofisiche	0.5	Numero misure	% celle occupate	% indagini al bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>	1	0.33	0.33	0.33
	<i>Pesi indicatori</i>				
f	Prove geotecniche	0.25	Numero prove	% celle occupate	% prove al bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>	1	0.33	0.33	0.33
	<i>Pesi indicatori</i>				
g	Misure Frequenze	0.75	Numero misure	% celle occupate	Classe di affidabilità
	<i>Punteggi indicatori</i>	0.33	0.33	0.33	0.33
	<i>Pesi indicatori</i>				

Tabella 1 – Quadro riassuntivo dei parametri e dei relativi indicatori con l'attribuzione dei pesi e dei punteggi

Parametro	Indicatore	Pesi (pesi indicatori)	Valutazione indicatore (punteggio)	
			Bassa (0-33)	Alta (1)
Carta geologica tecnica	Scala	0.33	No data	> 2000
	Anno rilevamento	0.33	No data	> 2000
	Progetto	0.33	No data	> 2000
Sondaggi a distribuzione	Numero sondaggi	0.33	No data	> 2000
	% celle occupate	0.33	No data	> 2000
	Numero sondaggi bedrock	0.33	No data	> 2000
Sondaggi a carotaggio continuo	Numero sondaggi	0.33	No data	> 2000
	% celle occupate	0.33	No data	> 2000
	Numero sondaggi bedrock	0.33	No data	> 2000
Indagini geofisiche	Numero misure	0.33	No data	> 2000
	% celle occupate	0.33	No data	> 2000
	% indagini al bedrock	0.33	No data	> 2000
Prove geotecniche	Numero prove	0.33	No data	> 2000
	% celle occupate	0.33	No data	> 2000
	% prove al bedrock	0.33	No data	> 2000
Misure Frequenze	Numero misure	0.33	No data	> 2000
	% celle occupate	0.33	No data	> 2000
	Classe di affidabilità	0.33	No data	> 2000

a	25	punteggi parziali	
b	0.88		21.9
c	0.22		5.4
d	0.44		10.9
e	0.33		8.2
f	0.14		3.4
g	0.58		14.4
Tot	64.3		64.3

CLASSE B

CLASSE	VALORI	INDICAZIONI
A	70%	Carta di livello 1 di ottima qualità
B	50%-74%	Sarebbero auspicabili miglioramenti almeno uno dei parametri
C	25%-49%	Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità
D	10%	Carta di livello 1 di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da ICMS08 e Linee Guida Regione Toscana



Appendice 1. Spettri HVSR e delle singole componenti del moto sismico

Vengono presentati i risultati delle analisi spettrali eseguite sulle singole stazioni di misura. Il rapporto spettrale tra le componenti orizzontali e la componente verticale del rumore sismico (HVSR) viene presentato sulla sinistra in alto nell'intervallo 0.2-50 Hz nel suo valore medio (tratteggio spesso) e la sua deviazione standard associata (tratteggio fine). Sulla destra in alto è invece presentato il diagramma angolare corrispondente valutati durante l'intero periodo di indagine. In basso sono presenti gli spettri di potenza delle singole componenti spettrali utilizzate nel calcolo del rapporto HVSR.

