

COMUNE DI LONDA
CITTA' METROPOLITANA DI FIRENZE

INDAGINI GEOLOGICO TECNICHE
DI SUPPORTO ALLA
VARIANTE URBANISTICA E PIANO ATTUATIVO
PER INTERVENTO AT 1 IN VIA DEGLI IMBERTI
NEL COMUNE DI LONDA (FI)

redatte ai sensi del DPGR n 53/R del 2011

Maggio 2017

Dott. Marco Bassani Geologo

Via Lorenzo il Magnifico 70 – 50129 – Firenze

Tel fax 055 / 483503 -*- geol_marco_bassani@yahoo.it

N. iscrizione Ordine dei Geologi della Toscana: 1117

INDAGINI GEOLOGICO TECNICHE DI SUPPORTO ALLA VARIANTE URBANISTICA E PIANO ATTUATIVO PER L'AREA AT1 NEL COMUNE DI LONDA (FI)

redatte ai sensi del DPGR n 53/R del 2011

PREMESSA

Su incarico della committenza si è redatto il presente studio a supporto della Variante Urbanistica e piano attuativo per l'area AT1, nel Comune di Londa (FI).

Si è perciò redatto il presente studio come da DPGR n°53/R del 2011, che è il regolamento di attuazione dell'art. 62 della LR 1/2005 poi sostituita dalla LR 65/2014 ,in materia di indagini geologiche.

1.0 DISPOSIZIONI GENERALI

Il DPGR 53/R cita :

"I Comuni, in sede di formazione del piano strutturale e degli atti di governo del territorio e loro rispettive varianti, devono effettuare indagini geologico-tecniche di supporto, verificando la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico, idraulico e sismico, in attuazione del Piano di Indirizzo Territoriale, dei Piani Territoriali di Coordinamento Provinciali e nel rispetto dei Piani di Bacino che costituiscono riferimento essenziale, al fine di accertare i limiti ed i vincoli che possono derivare dalle situazioni di pericolosità riscontrate e di individuare le condizioni che garantiscono la fattibilità degli interventi di trasformazione.

Per quanto attiene agli aspetti sismici, a seguito di quanto espresso nell'Ordinanza del Presidente Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 n. 3274 e successive modifiche ed integrazioni e nel Decreto Ministeriale del 14 settembre 2005 (Norme tecniche per le costruzioni) tutto il territorio regionale viene considerato sismico e distinto in differenti zone sismiche sulla base del differente grado di pericolosità sismica di base (Ordinanza del

Presidente Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006 n.3519 e Deliberazione della Giunta Regionale Toscana n. 431 del 19 giugno 2006)."

Si è quindi redatto il presente studio in modo da rispondere compiutamente a quanto richiesto nel DPGR. Per far ciò si è tenuto chiaramente in debito conto degli approfondimenti eseguiti dai vari enti, oltre che degli studi già eseguiti dal Comune di Londa e dalla committenza, oltre alle specifiche indagini seguite dallo scrivente per l'occasione.

Nei seguenti paragrafi si analizzerà quanto chiesto in modo puntuale.

2.0 DIRETTIVE PER LA FORMAZIONE DEL PIANO STRUTTURALE E RELATIVE VARIANTI

2.1 CONTENUTO DELLE INDAGINI

A) SINTESI DELLE CONOSCENZE

–il livello regionale: il PIT

Per quanto riguarda gli aspetti di interesse geologico, è soprattutto il PIT della DCR 12/2000, ancorchè il successivo DCR 72/2007, a cui si fa riferimento in quanto in esso sono definite le classi di pericolosità idraulica e le relative indicazioni per la fattibilità, gli ambiti idraulici A e B e le relative salvaguardie.

Importante è poi l'analisi dei progetti regionali Carg e più in generale del Data Base Geologico della Regione Toscana pubblicato nel progetto Geoscopio ; riferimenti importanti sono poi i progetti Vel e Docup, non presenti per l'area di intervento e gli studi di Microzonazione Sismica che hanno invece coinvolto anche l'area in oggetto.

Il progetto Carg prevede anzitutto la realizzazione della carta geologica regionale alla scala 1:10'000, oltre che a molte tematiche derivate tra cui la geomorfologica. Sull'area in oggetto è stata realizzata la carta geologica. Nella carta geologica viene indicato la presenza di substrato roccioso, arenarie, marne ed argilliti (FAL3, Membro di Montalto), coperto da uno spessore di terreno di alterazione. Nel d.b. geologico della regione Toscana non vengono segnalati per l'area in studio fenomeni franosi ne coperture

detritiche.

–il livello provinciale: il PTCP

La Provincia di Firenze ha approvato nel 1998 il PTCP, e con Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 1 del 10/01/2013 n°1 del 2013 ha approvato la variante di adeguamento del PTCP.

Per l'area in studio è di particolare interesse la cartografia della vulnerabilità delle falde acquifere, che classifica l'area a bassa vulnerabilità. Inoltre si è consultato L'atlante delle frane del ptcp e non risultano individuazioni per la zona in studio.

–il livello di bacino : Autorità di bacino del Fiume Arno e IFFI

Dalla consultazione delle cartografie ufficiali dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno e IFFI:

dal Pai:

➤ Per quanto riguarda la Pericolosità da Fenomeni Geomorfologici di Versante, l'area in esame risulta in PF1, pericolosità moderata;

dal Piano di Bacino del Fiume Arno stralcio Rischio idraulico:

➤ area non interessata da previsioni A o B di interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico.

dal Piano gestione Rischio Idraulico (P.G.R.A.):

➤ area non classificata

da IFFI (inventario dei fenomeni franosi d'italia):

➤ sull'area non risultano frane

–il livello comunale: lo strumento urbanistico esistente

Il Comune di Londa ha lo strumento urbanistico composto da Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico.

Per l'area in studio è presente una scheda specifica, AT1 – Area di trasformazione per nuova edificazione ad uso residenziale.

Nel presente studio viene quindi eseguita una analisi dei dati esistenti alla luce delle

norme di settore ed in particolare alla luce del DPGR 53/r del 2011 e gli specifici approfondimenti richiesti dalla scheda AT1.

Carta della Pericolosità Geomorfologica

L'area in esame è inserita in Classe 2 - Pericolosità bassa.

Carta della Pericolosità Sismica

Non risulta presente una cartografia dedicata, tuttavia, si può assegnare all'area una Classe 3 – pericolosità elevata per la possibile amplificazione da contrasto sismico che teoricamente può interessare l'area.

Carta della Pericolosità Idraulica

L'area in esame ricade all'esterno della classificazione.

Fattibilità e condizioni espresse nella scheda AT1

Le fattibilità attribuite all'intervento nello strumento urbanistico comunale sono le seguenti :

-fattibilità III: fattibilità condizionata, con le seguenti prescrizioni:

In tali aree sono richieste indagini geologico-tecniche di dettaglio ed accertamenti condotti a livello di area complessiva, sia come supporto alla redazione di strumenti urbanistici attuativi che nel caso sia ipotizzato un intervento diretto (dovranno accompagnare il progetto esecutivo quando è previsto l'intervento edilizio diretto). In particolare la fase di progetto deve essere redatta sulla base di studi geognostici finalizzati alla caratterizzazione litostratigrafica e geomeccanica dei terreni, alla definizione del quadro geolitologico, geomorfologico, idrogeologico, geomeccanico ed alla valutazione delle problematiche di stabilità dei versanti in relazione agli interventi previsti e alla definizione delle opere necessarie alla bonifica degli eventuali dissesti presenti nell'area e alla corretta regimazione delle acque superficiali: le relative verifiche devono contenere indicazioni sulle fondazioni e sulle opere sistematorie. Lo studio dovrà comprendere, quindi, indagini geologiche e geotecniche per valutare la stabilità della zona, sia durante che dopo aver eseguito l'opera e o l'intervento, necessariamente estese alla parte del sottosuolo e/o all'area direttamente o indirettamente interessata dall'intervento o che può influenzare il comportamento stesso dell'opera.

B) ANALISI ED APPROFONDIMENTI

Stante le prescrizioni previste dallo strumento urbanistico per l'intervento in oggetto, si è eseguito un inquadramento della zona ricorrendo a dati già esistenti per l'area in oggetto

(tra i quali, lo studio del Dott. Geol. Innocenti per il primo progetto di realizzazione di due edifici nell'area AT1, posti sui due opposti limiti dell'area, mentre oggi si interviene nella zona centrale) e facendo eseguire una specifica indagine geofisica, con sismica a rifrazione in onde P e con metodo MASW oltre che misurazioni HVSR.

Ad oggi non è difatti stato possibile raggiungere l'area di intervento con i mezzi necessari ad una indagine geotecnica; ci si è perciò limitati ad una prima indagine geofisica portando la strumentazione a mano sull'area.

Indagine sismica di Aprile 2017

L'esecuzione della campagna geofisica ha permesso di determinare lo spessore dei terreni superficiali oltre a controllare la presenza di materiale eventualmente allentato che può più facilmente essere soggetto a movimenti gravitativi e l'omogeneità dei terreni sottostanti.

Tutti i metodi di indagine in sismica si basano sul principio che la velocità con cui la deformazione prodotta artificialmente si propaga nei terreni è funzione delle caratteristiche elastiche dei terreni stessi e pertanto la possibilità di determinare dette velocità con grande dettaglio permette di assegnare caratteri ragionevolmente realistici ai terreni da investigare e di seguirne l'andamento in profondità. Un sistema digitale di acquisizione dati, in sismica, è costituito sostanzialmente da sismometri (geofoni o accelerometri), amplificatori, filtri, convertitori A/D e supporti per la memorizzazione dei dati digitali.

Nel nostro caso è stato utilizzato:

- sismografo: Daq Link III, 24 canali, 24 bit
 - sorgente energizzante: cannone e/o mazza 20kg
 - trigger: innesco a molla
 - apparecchiatura di ricezione: 24 geofoni orizzontali con frequenza propria di 4.5 e 10 Hz.
- E' stata eseguita n°1 sezione sismica in onde P e una indagine con metodo MASW (St1) sempre sulla stessa linea, come visibile nella planimetria allegata alla relazione tecnica sull'indagine geofisica.

L'analisi sismica ha permesso di verificare la complessiva omogeneità dell'area e di individuare il passaggio da terreni più allentati superficiali a quelli maggiormente compatti in profondità.

In particolare, nello stendimento St1 sono riconoscibili:

- un primo orizzonte con valori di velocità delle onde P fino a 500-600 m/s interpretabile come terreno allentato / rimaneggiato con spessore massimo di ca. 2 m;

- un secondo orizzonte che segna il passaggio a materiali più consistenti (alterazione spinta del substrato roccioso), con velocità delle onde P fino a ca. 1050 m/s, con spessore di circa 5 m;
- al di sotto, la presenza del substrato roccioso alterato con velocità delle onde P superiori a 1100 m/s.

Sullo stendimento St1 è stata eseguita anche un'indagine per l'acquisizione dei dati da sottoporre ad una elaborazione MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) per la valutazione dell'andamento della velocità delle onde di taglio nei primi 30 m Vs30. È stato impiegato il metodo *attivo* che consente in genere di ottenere una velocità di fase (quindi una curva di dispersione) sperimentale apparente nell'intervallo di frequenza compreso tra 5 e 70 Hz che da quindi informazioni sulla fascia più superficiale di terreno.

Le fasi del procedimento applicato prevedono:

- calcolo della velocità di fase e ricostruzione della curva di dispersione
- calcolo della velocità di fase apparente numerica
- individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali vs per interazione e confronto con i dati sperimentali fino ad una sovrapposizione ottimale
- calcolo della velocità equivalente nei primi 30 m di profondità
- riconoscimento della categoria sismica del suolo secondo la normativa sismica OPCM 3274 e le NTC 2008.

Dall'indagine è stato possibile ricostruire un profilo di velocità del substrato riferito alle velocità delle onde Sh:

- da 0,0 a 1,0 m da p.c. Vs 221 m/s
- da 1,0 a 3,5 m da p.c. Vs 263 m/s
- da 3,5 a 11,5 m da p.c. Vs 412 m/s
- da 11,5 a 34,0 m da p.c. Vs 600 m/s
- da 34,0 a 40,0 m da p.c. Vs 850 m/s

Vs30: nell'indagine è stato ricavato il valore di 467 m/sec che indica un suolo di fondazione di categoria B riferendosi al piano di campagna attuale. E' da notare che il valore di velocità ≥ 800 m/s per le onde sh che denota il substrato roccioso sismico è stato sorpassato molto in profondità, oltre i 30 m dal pc. Ciò è un chiaro indice della forte tettonizzazione subita dall'ammasso roccioso.

Inoltre, è stata eseguita un'indagine HVSR su due punti di misurazione, finalizzata principalmente all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito. La tecnica dei rapporti spettrali (HVSR) trova la sua massima applicazione negli studi di microzonazione sismica poiché fornisce un parametro fondamentale (frequenza propria di risonanza di sito) per una corretta progettazione di edifici antisismici.

L'utilizzo di algoritmi di calcolo finalizzati ad una modellazione sintetica dello spettro H/V permette di correlare ogni picco spettrale con le discontinuità presenti nel sottosuolo e soprattutto di individuare la presenza di amplificazioni locali e la relativa frequenza.

Dall'analisi dei dati relativi all'area in esame, risulta che non sono presenti picchi di significato statistico.

Si è anche eseguita una stima della stratigrafia del sottosuolo riferita alle velocità delle onde Sh dall'indagine HVSR : tale stima è molto meno precisa di quanto già emerso dalla masw ma è un utile raffronto; si è ottenuto :

- da 0,0 a 1,1 m da p.c. Vs 230 m/s
- da 1,1 a 19,1 m da p.c. Vs 450 m/s
- oltre 19,1 m da p.c. Vs 810 m/s

tale stima non coincide precisamente con i dati masw, più attendibili ma comunque mostrano come nella masw un lento passaggio in profondità a velocità sismiche maggiori, denotando l'assenza di un vero substrato sismico vicino alla superficie.

Indagini già eseguite sull'area

La committenza ha messo a disposizione le indagini già eseguite sull'area nel 2009 dal Dott Giuliano Innocenti Geologo, che sono sostanzialmente composte da

- analisi strutturale su affioramenti rocciosi presenti nell'area
- esecuzione di saggi con escavatore
- esecuzione di prove point load su campioni di roccia

In particolare è stato rilevato quanto segue :

assetto strutturale dell'area

litotipo : arenarie fini torbiditiche intercalate in abbondanti livelli pelitici marnosi , molto tettonizzate.

Assetto : stratificato con orientazione variabile tra ca 280/55 - 300/30 (dip direction / dip) ; presenza di due famiglie principali di discontinuità presenti sia negli strati arenacei che pelitici marnosi k1 e k2 , e due famiglie minori presenti solo negli strati arenacei k3 e k4.

L'ammasso roccioso classificato con la classificazione AGI per ammassi complessi è

risultato in classe B1

Nei saggi eseguiti con escavatore è stato rilevato uno spessore ridotto del terreno detritico di copertura, quasi sempre inferiore al metro. Al di sotto inizia una alterazione spinta del substrato roccioso.

Prove point load su campioni rocciosi : è stato campionata la frazione marnosa in quanto più fragile rispetto alle arenarie , ricavando valori di ca 105 Mpa per le misure perpendicolari alle strutture sedimentarie e ca 65 Mpa per le misure parallele.

Nello studio del Dott Innocenti emerge l'assenza di movimenti di versante che riguardino l'area in oggetto; sono poi state eseguite verifiche di stabilità del versante considerando l'intervento come previsto all'epoca ottenendo risultati favorevoli alla stabilità.

b1 elementi geologici e strutturali

Con il termine "Appennino settentrionale" si intende quel settore della Catena Appenninica, delimitato da due grandi lineamenti tettonici trasversali: la linea Sestri-Voltaggio a Nord e la linea Ancona-Anzio a Sud (Bortolotti, 1966; Coli, 1991). L'Appennino settentrionale è parte di una catena orogenica strutturalmente complessa, costituita da un sistema di falde tettoniche sovrapposte (fig. 6), migranti verso l'avampaese adriatico e con vergenza NE (Boccaletti et al., 1980; Bendkik et al., 1994; Coli, 1985; Ricci Lucchi, 1975; Sani, 1991).

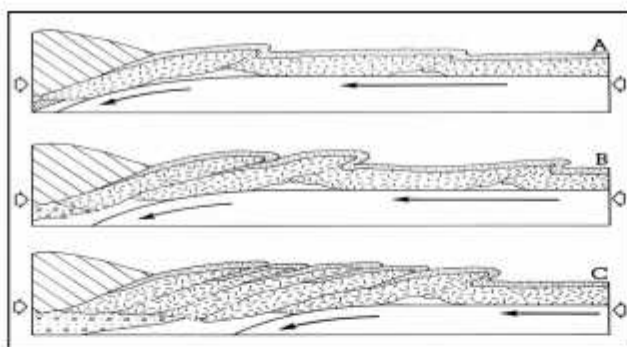


Fig. 1 - Rappresentazione schematica dei vari stadi (A,B,C) che portano alla formazione di una struttura orogenica a falde tettoniche sovrapposte (da: Boccaletti et al., 1980; modificato).

Le unità strutturali riconosciute si possono dividere schematicamente nei seguenti gruppi:

- Le Unità Liguri rappresentate da successioni tipiche di aree a crosta oceanica a loro volta distinguibili in altre unità strutturali;
- le Unità della Serie Toscana (unità metamorfiche, Falda Toscana, Unità Cervarola Falterona) e del Dominio Umbro Marchigiano, appartenenti a successioni tipiche di aree a crosta continentale.

L'evoluzione dell'orogenesi appenninica ha inizio nel Cretaceo superiore, in seguito alla

chiusura dell'Oceano Ligure-Piemontese ed alla successiva collisione tra il Massiccio Sardo-Corso (placca europea) ed il Sub-continente Adria (placca insubrica) (Boccaletti et al., 1980). In questa complessa storia tettonogenetica si possono distinguere due fasi: una oceanica precedente la collisione ed una ensialica successiva. La fase oceanica inizia tra il Cretaceo inferiore ed il Cretaceo superiore, terminando con la completa chiusura dell'Oceano Ligure-Piemontese (Bortolotti, 1992). Con l'Eocene superiore, ha termine la fase di convergenza oceanica, ed i margini continentali (Sardo-Corso e Adriatico) entrano in collisione; lo stadio intracontinentale dell'orogenesi si sviluppa essenzialmente a spese del margine continentale adriatico occidentale. Dall'Oligocene superiore è possibile individuare un sistema catena-avanfossa che migra nel tempo e nello spazio da SW verso NE in cui sono distinguibili i seguenti elementi: fronte di scorrimento, avanfossa, "cercine" periferico e avampaese (fig. 2) (Vai, 1987).

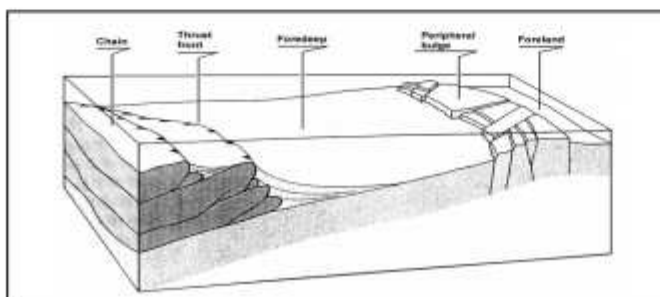


Fig. 2 - Schema tridimensionale dei rapporti fra catena, avanfossa e "cercine" periferico (da Vai, 1987).

Il fronte della catena, costituito essenzialmente dalle unità liguri, migra verso l'avanfossa (formatasi nel Dominio Toscano) dove si realizza la sedimentazione torbiditica che formerà

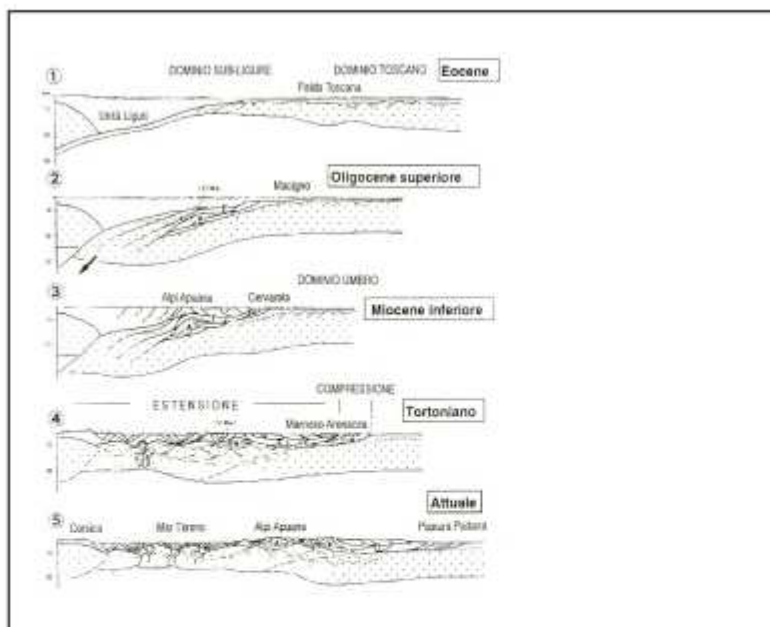


Fig. 3 - Sezioni interpretative dell'evoluzione della catena appenninica dall'Eocene superiore all'attuale. 1: Sutura dell'Oceano Ligure per subduzione verso O; 2: collisione del margine dell'Adria con il Massiccio Corso - sardo, sedimentazione del Macigno nella fossa; 3: raccorciamento di scaglie di crosta continentale; 4: compressione nelle zone orientali della catena, accompagnata da distensione in quelle occidentali; 5: oceanizzazione del Dominio Tirrenico, associata a distensione nella Catena Appenninica e a compressione nella fascia padano - adriatica (da Carmignani e Kligfield 1990, modificato).

il Macigno (Oligocene superiore-Burdigaliano) e le Arenarie di M.Cervarola (Burdigaliano-Langhiano). Avanzando il fronte ingloberà e traslerà l'avanfossa verso NE (Boccaletti et

al., 1987); contemporaneamente nel dominio Umbro-Marchigiano si apre un nuovo bacino di avanfossa, nel quale avviene la sedimentazione torbiditica che dà origine alla Marnoso-arenacea (Ricci Lucchi, 1975; Ricci Lucchi, 1986). Per effetto della tettonica compressiva la deposizione nell'avanfossa veniva interrotta sia per l'arrivo nel bacino di olistostromi di materiale ligure, sia perché i sedimenti torbiditici venivano coinvolti negli accavallamenti e, perciò, portati in posizioni meno profonde situate nella parte più interna del bacino di avanfossa (Bortolotti, 1992).

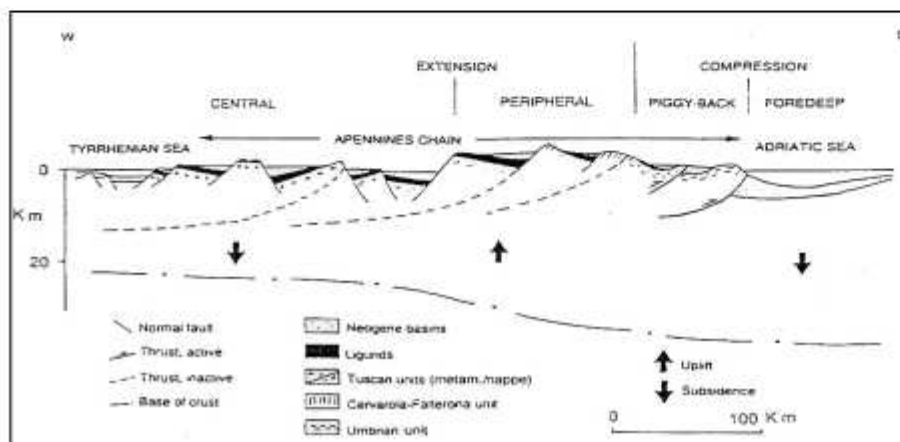


Fig. 4: Sezione attraverso il nord-Appennino, schematizzante i vari tipi di bacino dal Miocene al Quaternario (da Martini & Sagri, 1992). Come il fronte tettonico degli Appennini migrava verso est in una fascia semi-arcuata, i bacini estensionali si sviluppavano ad ovest della divisione montana, e i bacini compressionali ("piggy-back" e "foredeep") ad est (Martini & Sagri, 1992).

Successivamente alle fasi compressive responsabili degli impilamenti delle principali unità tettoniche, si è instaurato un regime distensivo che ha portato al parziale smembramento dell'edificio strutturale precedentemente costituito, tramite una serie di faglie normali immergenti principalmente verso W (fig. 3). Per effetto del regime distensivo si vengono a formare una serie di depressioni tettoniche, via via più giovani da W verso E.

La fase tettonica prevalentemente distensiva iniziata con il Tortoniano causa lo sprofondamento di porzioni occidentali e centrali della catena nord-appenninica con formazione di bacini lacustri e salmastro-marini, in cui si depositano conglomerati, sabbie ed argille (fig.4).

I depositi lacustri plio-quadernari poggiano sui terreni corrugati della sequenza dei Domini Tosco-umbri direttamente, o tramite livelli di Liguridi (Bortolotti V., 1992).

I bacini distensivi Toscani, presentanti in genere un aspetto di semi-graben orientati NO-SE, possono essere distinti in due gruppi (Martini & Sagri, 1993) (Fig. 4):

- Bacini "centrali" compresi tra il M. Tirreno e la Toscana centromeridionale, riempiti da sedimenti fluvio-lacustri, transizionali e marini (B. Elsa, B. Siena, B. Radicofani, B.

Volterra).

- Bacini "periferici" localizzati più a nord-est in corrispondenza della catena appenninica, in cui si trovano solo sedimenti continentali (B. Mugello, B. Casentino, B. Valdarno, B. Firenze).

Il regime distensivo così come quello compressivo è migrato nel tempo da W verso E. Attualmente la zona posta a SW del crinale appenninico è inserita all'interno di un regime geodinamico distensivo, ed è caratterizzata da faglie dirette sub-verticali responsabili delle varie depressioni tettoniche. Il sistema strutturale sepolto della Pianura Padana meridionale, costituisce la parte più esterna dell'Appennino settentrionale (Bortolotti,1992). Un evento orogenico è un fenomeno continuo anche se diluito in un arco di tempo assai lungo. Il volerlo ricondurre a delle fasi precise, ben distinte, deve essere inteso solo come un utile tentativo di semplificazione che resta comunque problematico se si pensa alle varie situazioni geodinamiche e sedimentarie che si sono venute a creare. Volendo ripercorrere, anche se in forma schematica, la formazione della catena appenninica, possiamo riferirci alle seguenti fasi tettoniche principali:

Fase Ligure: Eocene inf. e medio, preceduta da spinte fino dal Cretaceo. A questa fase si deve ricondurre (secondo Elter, 1972) l'accavallamento delle Unità Liguri Interne su quelle Esterne (Unità Ofiolitica del Bracco sul margine del bacino delle Liguridi esterne, con il rovesciamento in sinclinale della serie del flysch del Monte Caio).

Fase Subligure: limite Oligocene-Miocene; Aquitaniano per Elter. La messa in posto delle Unità Liguri sul Macigno (e parzialmente sull'Unità Cervarola-Falterona) ne interrompe la sedimentazione e viene preannunciata dall'arrivo di "olistostromi". Durante questa fase sarebbero iniziati i primi movimenti verso Est della Falda Toscana.

Fase Toscana: Tortoniano. Si formano: l'attuale fronte della Falda Toscana, gli accavallamenti dell'Unità Cervarola-Falterona sulla Marnoso-Arenacea e, forse, parte delle pieghe del Dominio Umbro. In questa fase si avrebbe anche la definitiva messa in posto delle Unità Liguri e, contemporaneamente, la fine del metamorfismo dell'autoctono e del parautoctono, l'accavallamento delle Unità di Massa sull'autoctono apuano, il piegamento e l'erosione di quest'ultima unità, precedentemente alla messa in posto della Falda Toscana.

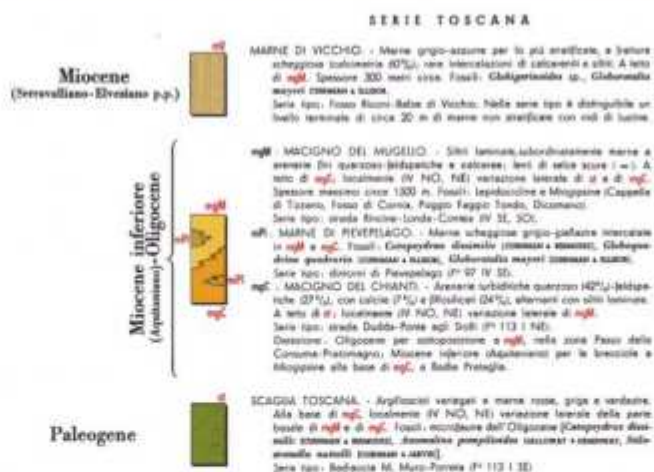
Fase periadriatica: nel Pliocene inf. interessa le zone più esterne dell'Appennino Settentrionale investite da una violenta tettonica plicativa ed anche di traslazione.

Fasi distensive recenti: inizia col Miocene sup. sulla costa tirrenica e continua più ad oriente fino al Plio-Pleistocene instaurando una tettonica ad "horst e graben" allineati

prevalentemente in direzione appenninica.

L'area vasta nella quale è compresa quella in esame tettonicamente si inserisce nel grande insieme dei fenomeni terziari di accavallamento a vergenza antiappenninica che hanno interessato larghe fasce dell'Appennino Settentrionale, e nella susseguente fase distensiva plio-quadernaria con grandi faglie normali formanti horst, graben e gradinate tettoniche più o meno estese ed aventi direzione appenninica. A questo tipo di strutture è probabilmente legata la sismicità di questa come di molte altre zone dell'Appennino Umbro - Tosco - Emiliano.

Nell'area in esame, sotto un modesto spessore di terreno detritico, sono presenti estesamente formazioni "a prevalenza siltitica, con strati arenacei poco potenti, intercalati a calcareniti; suoli di copertura derivati dal disfacimento dei terreni in posto" appartenenti all'Unità del Cervarola Falterona (già indicata nella C.G.I. Fg. 106 – Firenze, scala 1:100.000 come parte della "Serie Toscana", vedi sotto).



b2 elementi litologico tecnici

L'analisi degli studi condotti direttamente sull'area ad oggi permettono di ricostruire la seguente stratigrafia:

Livello	Profondità	Litologia
1	Da 0 a 2,0-2,5 m da p.c.	Terreni rimaneggiati, copertura di alterazione spinta
2	Da 2,0-2,5 a 10,0-12,0 m da p.c.	Alterazione spinta del substrato roccioso
3	Da 10,0-12,0 m da p.c.	Substrato roccioso alterato

La stratigrafia come sopra riportata dovrà poi essere raffrontata con quanto desumibile da sondaggi geognostici eseguiti direttamente sull'area.

b3 elementi per la valutazione degli aspetti morfologici

L'area in esame è ubicata alla quota di circa 300 m s.l.m., sui rilievi che delimitano a Est la valle scavata dal Fiume Sieve nel suo tratto più stretto, da Dicomano a Pontassieve. L'area si trova in particolare sul versante Nord della valle del Torrente Moscia, subito a monte dell'abitato di Londa e poco distante dal lago. Le pendenze dei versanti sono variabili da lievi a, in alcuni tratti, piuttosto accentuate.

L'intervento sarà realizzato in una zona caratterizzata da lieve pendenza, come si evince dagli allegati cartografici, in cui non sono rilevabili particolari segni di instabilità in atto. In particolare il lato SO dell'area di intervento mostra una pendenza acclive con vecchie sistemazioni antropiche.

Dagli studi eseguiti dallo scrivente, non si sono riscontrati nell'area segni di movimenti gravitativi in atto; tuttavia, si consiglia di procedere nei lavori con le dovute cautele, eseguendo gli interventi di regimazione idraulica dell'area, atti a mantenere la stabilità ed evitare fenomeni di ristagno. E' difatti da considerare la presenza di uno spessore di alterazione spinta del substrato roccioso di una certa consistenza.

Si ritiene che l'intervento in oggetto sia tale da non creare situazioni sfavorevoli alla stabilità dei luoghi e, anzi, la realizzazione dell'opera di progetto potrà essere l'occasione per eseguire gli eventuali interventi di regimazione idraulica dell'area, atti a mantenerne la stabilità e ad evitare fenomeni di ristagno. Saranno comunque da eseguire specifiche verifiche di stabilità una volta eseguita la campagna geognostica, nella successiva fase di progettazione edilizia e strutturale.

b4 elementi per la valutazione degli aspetti idraulici

L'area in studio è posta su versante collinare e la regimazione delle acque è affidata all'assorbimento del terreno, oltre che ad alcune opere antropiche nonché alla presenza di un modesto corso d'acqua, affluente di destra idraulica del Torrente Moscia che scorre

subito a valle.

Data la posizione di alto morfologico, l'area è esterna a possibili fenomeni di esondazione.

b5 elementi per la valutazione della dinamica costiera

Per l'area in oggetto non si pongono problematiche di dinamica costiera, vista la sua ubicazione.

b6 elementi per la valutazione degli aspetti idrogeologici

Il drenaggio superficiale dell'area in esame è regolato principalmente dalla vicina presenza di un fossetto e a poca distanza dall'area in esame, dallo stesso Torrente Moscia, affluente di sinistra idraulica del Fiume Sieve.

Data la litologia presente nell'area, è presumibile che vi sia complessivamente una permeabilità di tipo secondario, all'interno del substrato roccioso .

Nella zona la vulnerabilità è bassa: gli acquiferi sono di limitata produttività (acquitardi), con modesta circolazione idrica all'interno dei complessi arenacei o calcarei con frequenti strati marnosi o argillitici.

Visto lo spessore del materiale alterato è possibile che in occasione di periodi piovosi si instauri, nei terreni superficiali, una circolazione idrica. Di ciò dovrà essere tenuto conto nella progettazione e realizzazione delle opere contro terra. In ogni modo, date le caratteristiche idrogeologiche della zona e le caratteristiche dell'opera in oggetto si escludono ripercussioni negative sia sulle acque superficiali che profonde.

Dovrà comunque essere curata la disciplina delle acque meteoriche e di scarico, onde evitare infiltrazioni e ristagni pregiudizievoli per le strutture da realizzare e per la stabilità dei terreni.

b7 elementi per la valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico

Per i comuni sismici prevede di tenere conto, in fase di progettazione, della risposta che il terreno può dare in relazione alle sue caratteristiche geostratigrafiche e geotecniche in caso di sisma; la determinazione di tali caratteristiche fisico-meccaniche è necessaria a valutare il grado di amplificazione delle onde sismiche che potrebbero innescare fenomeni destabilizzanti quali cedimenti strutturali e liquefazione dei terreni.

In riferimento alla direttiva «Indagini geologico-tecniche di supporto alla pianificazione urbanistica» emanata in attuazione di quanto previsto dalla L.R. 21/84, il Comune di Londa

(FI) è classificato come Sismico (S=9), così come da D.M. 19 marzo 1982, e inserito in Classe 2.

TABELLA 1

	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Amplificazione per effetti morfologici	o	o	
Amplificazione per effetti litologici	o	o	
Cedimenti e cedimenti differenziali	o	o	o
Liquefazione	o		
Frane	o	o	o

L'Ord. PCM 3274 20.03.2003 ha mantenuto Londa tra i comuni sismici e ha stabilito le seguenti classi sismiche:

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a ₀ /g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a ₀ /g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Sempre l'Ord. PCM 3274 20.03.2003 ha suddiviso i terreni di fondazione in 5 tipologie, indicate con lettere da A ad E rispetto alle Vs30 (velocità media nei primi 30 m di terreno delle onde sismiche S o seconde).

Con riferimento a tale ordinanza, la delibera regionale n. 604 del 16.06.2003 ha inserito in zona 2 il Comune di Londa.

L'Ordinanza Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 28 aprile 2006 n. 3519 (G. U. 11 maggio 2006 n. 108) "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" ha poi modificato la classificazione delle zone sismiche secondo la tabella sotto riportata:

zona	accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a ₀]	accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a ₀]
1	0,25 < a ₀ ≤ 0,35 g	0,35 g
2	0,15 < a ₀ ≤ 0,25 g	0,25 g
3	0,05 < a ₀ ≤ 0,15 g	0,15 g
4	≤ 0,05 g	0,05 g

Cui ha fatto seguito la Delib. G.R. n. 431 del 19.06.2006 che suddivide in sottozone le zone 1, 2 e 3 secondo lo schema sotto riportato:

ZONA	SOTTO-ZONA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (a_g)	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE MASSIMA CONVENZIONALE DI ANCORAGGIO DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO (a_h)
1	1.4	$0.325 < a_g \leq 0.350$	0.35g
	1.3	$0.300 < a_g \leq 0.325$	
	1.2	$0.275 < a_g \leq 0.300$	
	1.1	$0.250 < a_g \leq 0.275$	
2	2.4	$0.225 < a_g \leq 0.250$	0.25g
	2.3	$0.200 < a_g \leq 0.225$	
	2.2	$0.175 < a_g \leq 0.200$	
	2.1	$0.150 < a_g \leq 0.175$	
3	3.4	$0.125 < a_g \leq 0.150$	0.15g
	3.3	$0.100 < a_g \leq 0.125$	
	3.2	$0.075 < a_g \leq 0.100$	
	3.1	$0.050 < a_g \leq 0.075$	
4	4	≤ 0.05	0.05g

Il Comune di Londa viene inserito in zona 2, ed in particolare, nella tav. 12 "Revisione Regione Toscana (2006) distribuzione delle sottoclassi (O.P.C.M. 3519/06)" (inserita nell'allegato n.3 alla delibera G.R. n. 431 del 19 giugno 2006), viene inserito nella sottozona 2.2.

La recente D.G.R. 1 febbraio 2010 n°74 ripercorre l'iter delle classificazioni sismiche e per il Comune di Londa conferma la zona 2, già individuata dall'O.P.C.M. 3519/06.

Con D.P.G.R. del 22 ottobre 2012, n. 58/R "Regolamento di attuazione dell'articolo 117, comma 2, lettera g) della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) verifiche nelle zone a bassa sismicità, determinazione del campione da assoggettare a verifica", il Comune di Londa è stato confermato in zona sismica 2.

C) VALUTAZIONI DI PERICOLOSITA'

c1 aree a pericolosità geologica (geomorfologica e/o per dinamica costiera)

La normativa individua le seguenti classi:

Pericolosità geologica molto elevata (G.4): aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da soliflussi.

Pericolosità geologica elevata (G.3): aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con 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%.

Pericolosità geologica media (G.2): aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%.

Pericolosità geologica bassa (G.1): aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

L'area in esame si trova su un versante montano / collinare, su terreni di alterazione del sottostante substrato roccioso. Dalla consultazione delle cartografie, sull'area non risultano fenomeni di instabilità quiescenti o attivi. Pertanto vista la bassa propensione al dissesto dei terreni ma considerando però le pendenze talora notevoli si ritiene congruo assegnare una Pericolosità Geologica elevata (G.3).

c2 aree a pericolosità idraulica

Sono distinte le seguenti classi:

Pericolosità idraulica molto elevata (I.4): aree interessate da allagamenti per eventi con $Tr > 30$ 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.

Pericolosità idraulica elevata (I.3): 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.

Pericolosità idraulica media (I.2): 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 e 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.

Pericolosità idraulica bassa (I.1): 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.

L'area di intervento è esterna è collinare ed esterna alle classificazioni.

Pertanto si può assegnare una Pericolosità Idraulica bassa (I.1).

c3 aree con problematiche di dinamica costiera

Non sussistono nell'area tali problematiche.

c4 aree con problematiche idrogeologiche

Non sono presenti nella zona particolari problematiche idrogeologiche così come indicato dalla variante; si ricorda comunque la presenza della falda prossima al piano campagna.

c5 aree a pericolosità sismica locale

Vengono distinte le seguenti classi di pericolosità sismica locale:

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; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in zona sismica 2;

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 con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie); 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;

Pericolosità sismica locale media (S.2): zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3);

Pericolosità sismica locale bassa (S.1): zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

Microzonazione sismica

La Regione Toscana ha effettuato anche per il Comune di Londa gli studi di Microzonizzazione sismica. La Microzonizzazione sismica individua e caratterizza:

- Le Zone Stabili, sono zone nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato sismico in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata) e pertanto gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;
- Le Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica, sono le zone in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio;
- Le Zone suscettibili di instabilità, sono le zone suscettibili di attivazione dei fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazioni superficiale).

Per affrontare lo studio di Microzonazione Sismica, si opera su tre livelli di approfondimento:

- il livello 1 è un livello propedeutico ai successivi studi che consiste esclusivamente in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle informazioni preesistenti e/o acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della carta delle "Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)";
- il livello 2 è un livello successivo in cui si introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee mediante metodologie di analisi numerica di tipo semplificato (abachi regionalizzati, modellazione 1D, leggi empiriche) e l'esecuzione di ulteriori e più mirate indagini. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della "Carta di Microzonazione Sismica";
- il livello 3 rappresenta il livello più approfondito che permette di giungere ad una microzonazione approfondita del territorio basata su metodologie analitiche di analisi di tipo quantitativo. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della "Carta di Microzonazione Sismica con approfondimenti".

Dalla consultazione delle cartografie di Microzonazione Sismica redatte dalla Regione Toscana per l'area in esame (in allegato), Comune di Londa, risulta la presenza di substrato lapideo arenaceo in una zona stabile suscettibile di amplificazione locale (Zona1).

Ciò stante

Nonostante che le prove hvsr già effettuate non abbiano mostrato picchi di amplificazione in considerazione della presenza di terreni di alterazione su substrato rocciosi in questa sede si ritiene di dover attribuire una Pericolosità Sismica elevata (S.3) per la possibilità di amplificazioni sismiche locali dovute a contrasto litologico.

2.2 ELABORATI DELLE INDAGINI

sono stati prodotti estratti da :

estratti dal CARG – Regione Toscana

-carta geologica 1:10'000 - stralcio

-Carte microzonizzazione sismica redatte dalla regione Toscana

estratti dal P.A.I., e PGRA redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno e IFFI

- carta della pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante - stralcio
- carta del PGRA
- stralcio da IFFI

estratti dal Piano Strutturale e dal Regolamento Urbanistico del Comune

- carta geomorfologica - stralcio
- carta della pericolosità geologica - stralcio
- carta della pericolosità idraulica – stralcio
- scheda dell'intervento AT 1 (dal regolamento urbanistico)

Specificamente prodotti per l'area di intervento :

- indagini sismiche
- carta delle pericolosità
- carta della fattibilità

3.0 DIRETTIVE PER LA FORMAZIONE DEL REGOLAMENTO URBANISTICO E RELATIVE VARIANTI

3.1 CONDIZIONI DI FATTIBILITA'

Si riporta dal DPGR classificazione della fattibilità :

Le condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali possono essere differenziate secondo le seguenti categorie di fattibilità:

Fattibilità senza particolari limitazioni (F1): 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.

Fattibilità con normali vincoli (F2): 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.

Fattibilità condizionata (F3): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di

intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

Fattibilità limitata (F4): 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.

La fattibilità è stata espressa, oltre che in base ai precedenti studi, anche in base alla tipologia di intervento previsto in progetto.

3.2 FATTIBILITA' IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOLOGICI E IDRAULICI

Si riportano le considerazioni per la fattibilità idraulica e geologica.

3.2.1 criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti geologici

per l'area in studio è necessario eseguire un approfondimento dell'indagine geognostica già per la fase di permesso a costruire che consenta di determinare direttamente la stratigrafia dell'area e le caratteristiche dei terreni: si può assegnare una fattibilità geologica F.3: fattibilità condizionata. In questo caso l'approfondimento di indagine necessario (prove penetrometriche, sondaggi, prove in foro e su campioni indisturbati, etc...) si rende oltre che opportuno necessario secondo i dettami del D.P.G.R 36/R del 2009. Inoltre, come riportato nella scheda AT1, saranno da eseguire studi specifici sulla possibilità di eventuali cedimenti nonché verifiche di stabilità di versante, nello stato attuale e di progetto.

3.2.2 criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti idraulici

per quanto riguarda la fattibilità idraulica si rimanda a quanto indicato nella scheda relativa all'intervento, essa riporta una fattibilità idraulica F.1, fattibilità senza particolari limitazioni.

3.3 CRITERI GENERALI PER LE SITUAZIONI CONNESSE A PROBLEMATICHE DI DINAMICA COSTIERA

Come già detto non si hanno problematiche derivanti da dinamica costiera.

3.4 CRITERI GENERALI PER LE SITUAZIONI CONNESSE A PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE

La tipologia di intervento non ha particolari impatti sulla situazione idrogeologica dell'area. Non si è quindi eseguita una cartografia specifica.

3.5 FATTIBILITA' IN RELAZIONE AGLI ASPETTI SISMICI

In considerazione della pericolosità sismica attribuita S.3, dovuta alla possibile amplificazione sismica per contrasto litologico, nonostante l'esito delle indagini preliminari eseguite, si ritiene di dover attribuire una classe di fattibilità 3, fattibilità condizionata alla realizzazione di ulteriori indagini geofisiche volte a definire eventuali possibilità di amplificazione sismica e ad estendere i rilievi già eseguiti sull'area, andando ad eseguire uno stendimento prolungato sul versante, disposto perpendicolarmente allo stendimento già eseguito.

SINTESI DEGLI ASPETTI INERENTI LA FATTIBILITA'

Sinteticamente, riguardo alle fattibilità per l'intervento in oggetto in accordo con la scheda dell'intervento si è attribuito:

- fattibilità geologica F.3, fattibilità condizionata
- fattibilità idraulica F.1, fattibilità senza particolari limitazioni
- fattibilità in relazione agli aspetti sismici F.3, fattibilità condizionata

Le indagini eseguite in questa prima fase sono sicuramente sufficienti all'inquadramento dell'area e al proseguo dell'iter dell'intervento. Tuttavia in fase di progettazione edilizia strutturale sarà necessario eseguire un approfondimento di indagine sia geofisica che geotecnica. A seconda delle dimensioni finali di progetto si dovrà operare come previsto dal D.P.G.R 36/R del 2009.

Si riporta al riguardo in inserto e la scheda AT1 e la nuova carta della fattibilità. Si specifica inoltre che l'intervento non è soggetto alle limitazioni di cui alla LR 21/2012.

3.6 ELABORATI RELATIVI ALLE INDAGINI PER IL REGOLAMENTO URBANISTICO E RELATIVE VARIANTI

Oltre alla presente relazione si riporta in inserto la scheda AT 1 , la nuova carta della fattibilità, gli estratti cartografici citati e i certificati delle prove eseguite.

Firenze, Maggio 2017

Dott. Geol. Marco Bassani



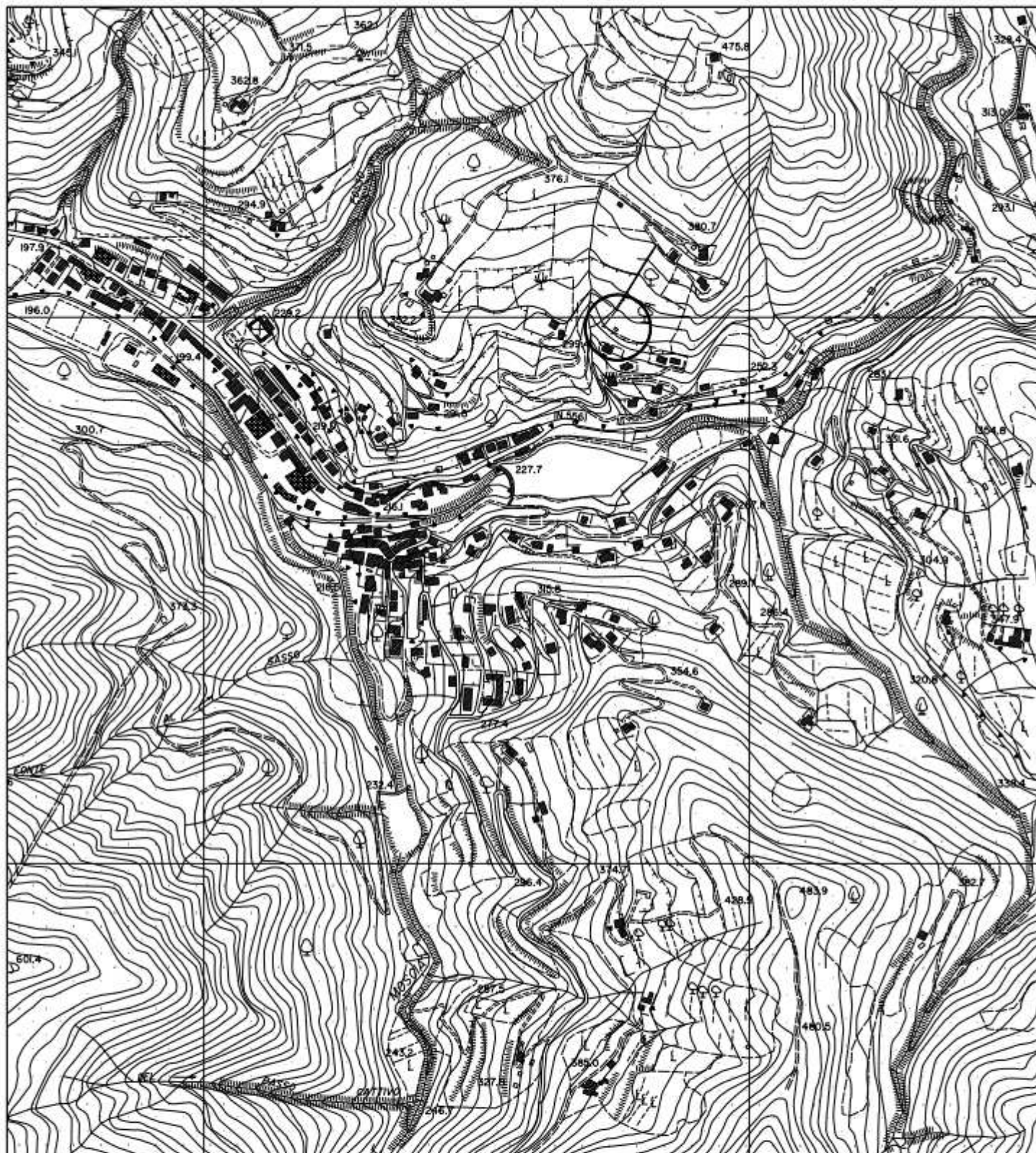
UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

ESTRATTO CARTOGRAFICO I.G.M.

SCALA 1:25.000



Ubicazione

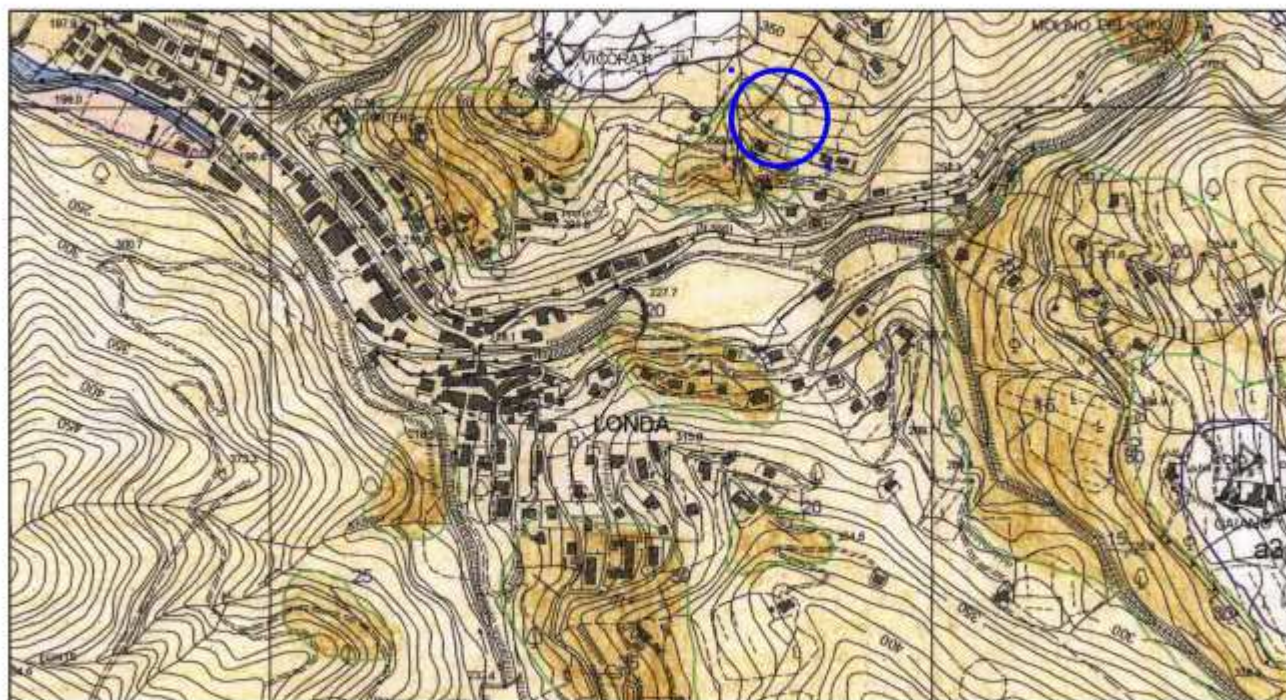


INQUADRAMENTO GEOLOGICO
ESTRATTO DALLA CARTOGRAFIA REGIONALE
SCALA 1:10'000



UBICAZIONE

CARTA GEOLOGICA ESTRATTO DAL C.A.R.G.



LEGENDA

ARENARIE DEL M. FALTERONA



FAL5 Membro di Fosso delle Valli

Siltiti, marne e rare areniti a granulometria fine e finissima che diminuiscono verso l'alto; $A/P < 1/6$. Le marne sono talora dure e scheggiose con numerose liste di selce scura, presenti livelli di silicizzazione diffusa e minerali argillosi di origine vulcanica. Il contatto inferiore in quest'area è direttamente su FAL3. Potenza di poche decine di metri.

Età: Aquitaniano-Burdigaliano (da letteratura).



FAL4 Membro di di Lonnano

Siltiti, argilliti e marne prevalenti, $A/P < 1/4$, con presenza di sottili livelli di arenarie fini il cui spessore non supera mai i 20 cm. Le marne sono generalmente di colore grigio chiaro, molto fratturate, mentre le altre peliti sono generalmente più scure. I livelli arenacei sono invece di colore grigio-marrone. La potenza è di qualche decina di metri. Contatto su FAL3.

Età: Aquitaniano (MNN1d) (da letteratura).



FAL3 Membro di Montalto

Arenarie, marne, argilliti e siltiti con $1/4 < A/P < 2$. Stratificazione da molto sottile a molto spessa, talora in banchi. Si alternano pacchi decametrici di strati sottili con peliti prevalenti a banchi o strati molto spessi ravvicinati. Sono presenti, specialmente verso la base, numerosi livelli calcarenitici, in strati da medi a molto spessi. Nella parte alta del membro prevalenti peliti con rari banchi. La potenza massima è di almeno 800 metri. Contatto inferiore su FAL2.

Età: Chattiano-Aquitaniano (MNN1a-MNN1d).



FAL2 Membro di Camaldoli

Arenarie grigio chiare e grigio verdi in strati dello spessore di 0.5-2 metri e peliti subordinate. $2 < A/P < 10$, le arenarie sono sempre molto grossolane e con quasi totale assenza di componenti carbonatici (né clasti, né cemento), si presentano in pacchi di 7 - 10 strati di arenaria con assenza di peliti, alternati a livelli dello spessore di un paio di metri di siltiti e argilliti scure con poche marne. Sono presenti livelli calcarenitici in strati da medi a spessi. La potenza è stimabile intorno ai 600 metri. Contatto inferiore su FAL1.

Età: Chattiano (MNP25b) (da letteratura).



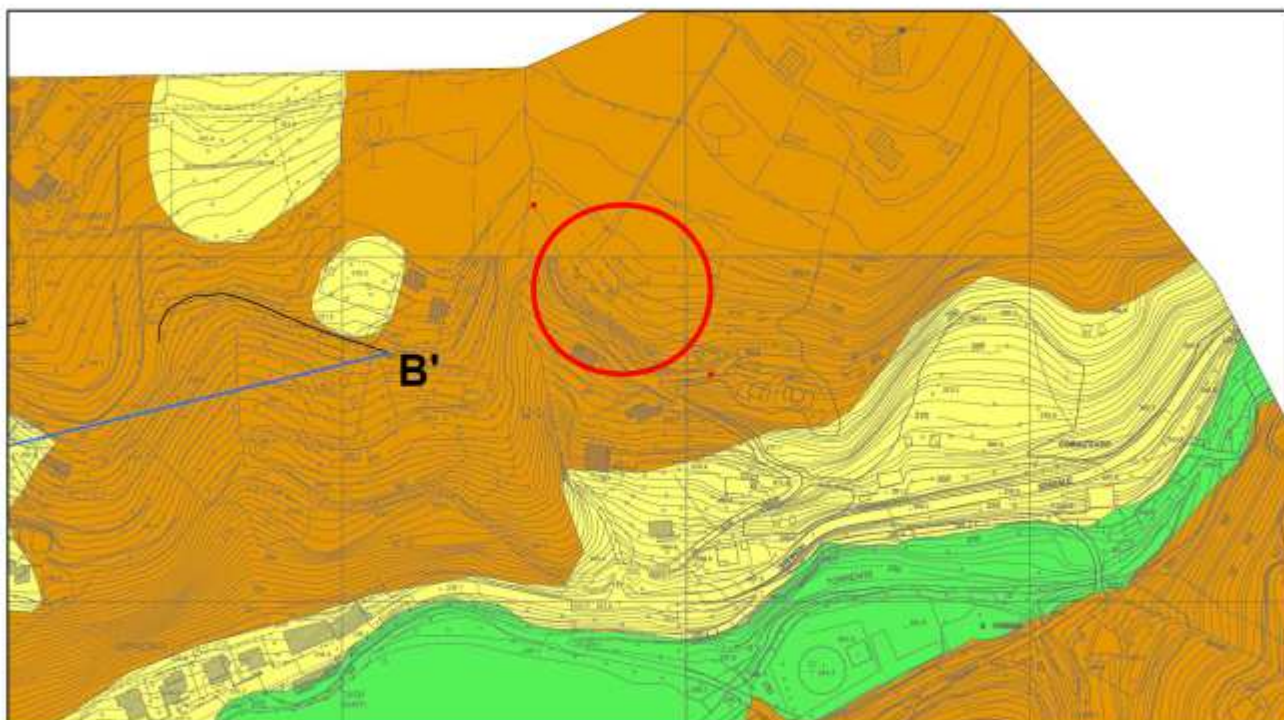
FAL1 Membro di M. Falco

Arenarie molto potenti (spessori dei singoli strati anche superiori agli 8 metri), grigie, brune all'alterazione. Pelite quasi assente: talvolta si ritrovano sottili livelli di argilliti e marne a segnare il passaggio tra due strati arenacei contigui. La base degli strati è frequentemente grossolana, talvolta microconglomeratica. Soprattutto verso l'alto sono presenti livelli calcarenitici. La potenza stimabile è sui 750 metri. Contatto inferiore non preservato.



ubicazione

ESTRATTO DALLA CARTA GEOLOGICA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA DELLA REGIONE TOSCANA

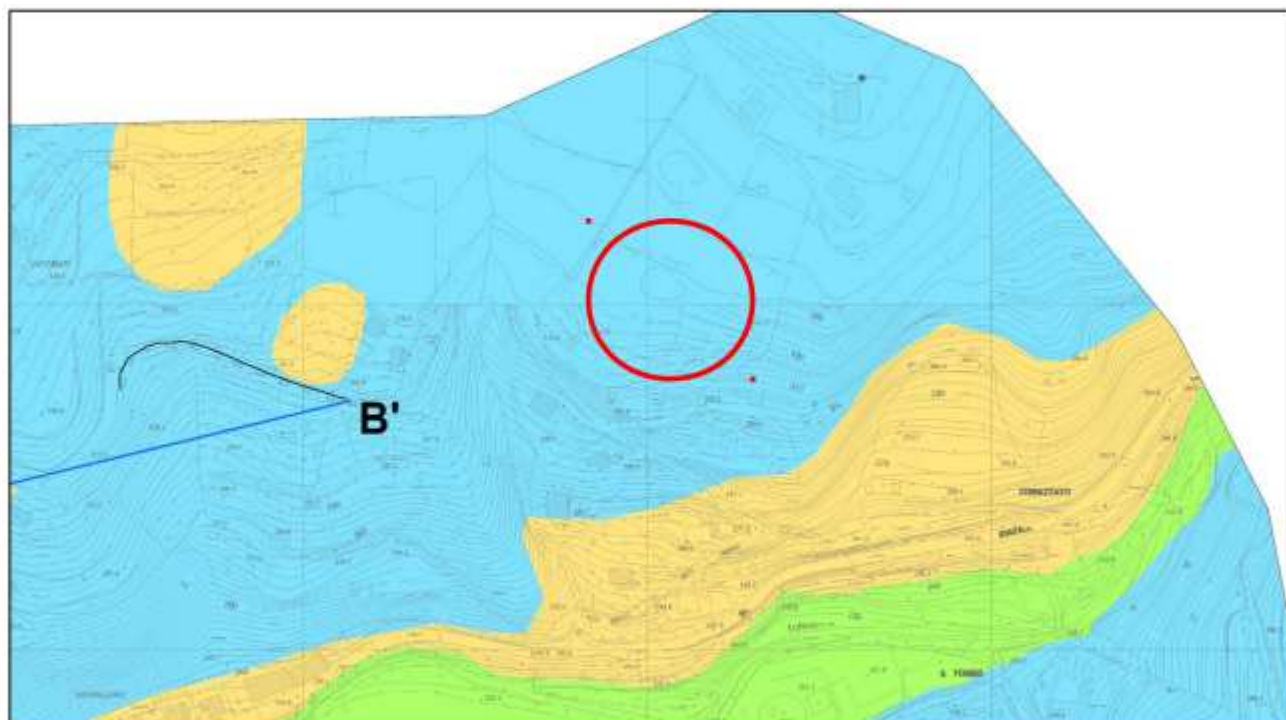


LEGENDA

-  RI - terreno di riporto
-  f - corpo di frana
-  d - coperture detritiche eluviali e colluviali
-  a - alluvioni recenti ed attuali
-  FAL3 - Arenarie del M. Falterona, Membro di Montalto
-  FAL2 - Arenarie del M. Falterona, Membro di Camaldoli



ESTRATTO DALLA CARTA GEOLOGICO-TECNICA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA DELLA REGIONE TOSCANA



LEGENDA

Terreni di copertura

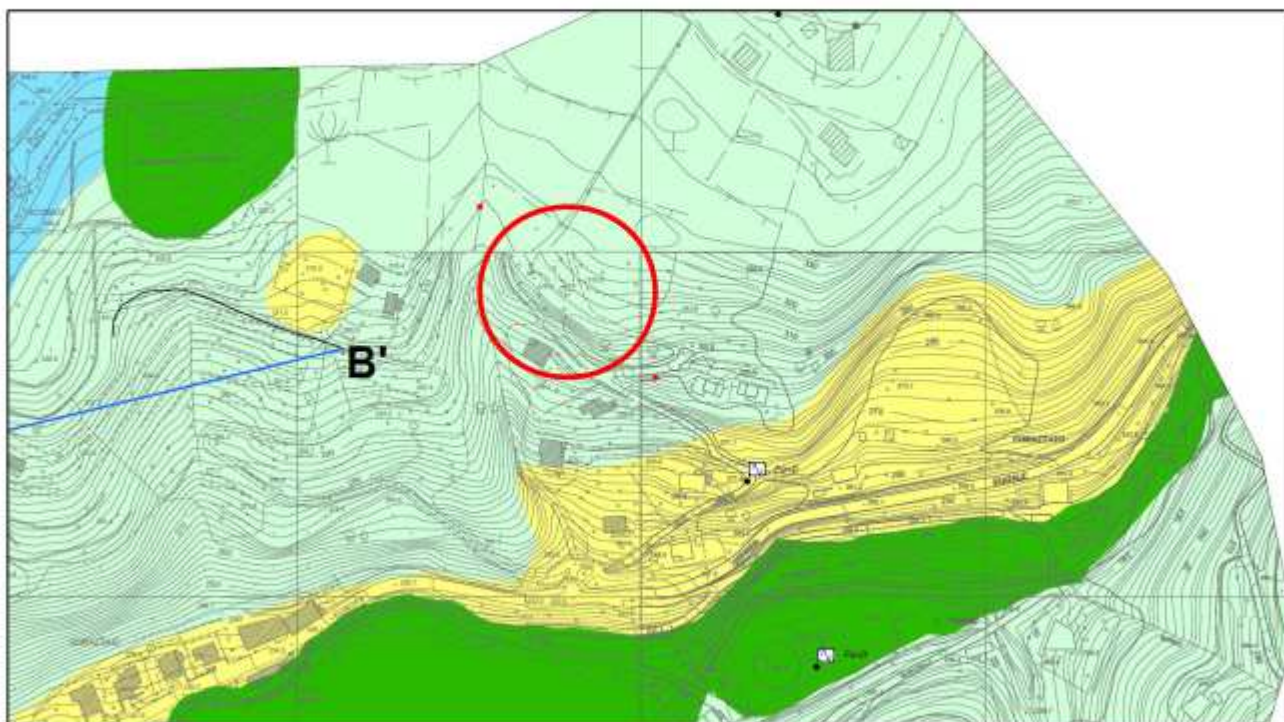
-  RI - Terreni contenenti resti di attività antropica
-  GC - Ghiaia argillosa, miscela di ghiaia sabbia e argilla
-  SW - Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose

Substrato geologico rigido

-  LPS - Substrato lapideo



ESTRATTO DALLA CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA DELLA REGIONE TOSCANA



LEGENDA

Zone stabili

Substrato lapideo (cod.1011)

Zone stabili suscettibili di amplificazione locale

Zona 1 (cod.2001)

Zona 2 (cod.2002)

Zona 3 (cod.2003)

Zona 4 (cod.2004)

Zona 5 (cod.2005)

Zone suscettibili di instabilità

Instabilità di versante: quiescente

Instabilità di versante: inattiva



ubicazione

ESTRATTO DALLA CARTA DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DELLA MICROZONAZIONE SISMICA DELLA REGIONE TOSCANA



LEGENDA

Frequenza fondamentale F_0 (Hz)

- nessun picco
- $2,0 < F_0 < 3,0$
- $3,0 < F_0 < 5,0$
- $5,0 < F_0 < 10,0$
- $F_0 > 10$

Ampiezza H/V

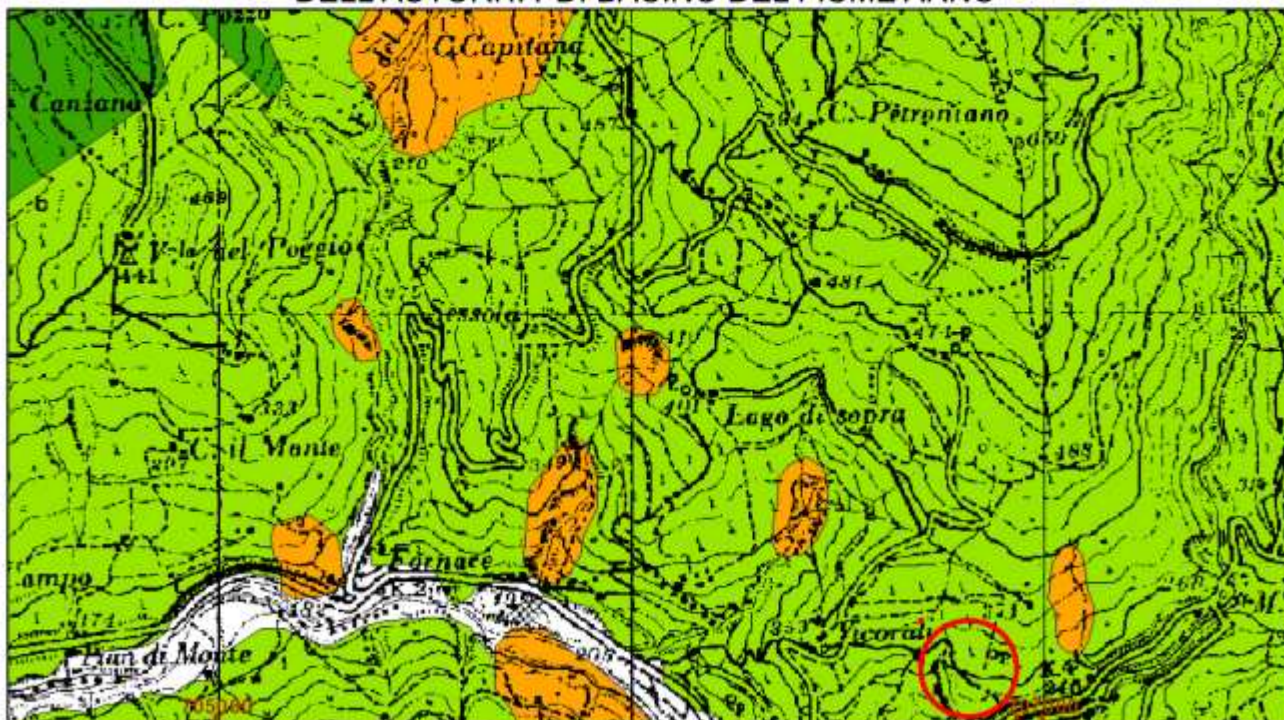
- 0,0 - 3,0
- 3,0 - 4,0
- 4,0 - 5,0
- 5,0 - 6,0
- 6,0 - 7,0



ubicazione

UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

ESTRATTO DALLA CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA FENOMENI GEOMORFOLOGICI
DI VERSANTE
DELL'AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO



LEGENDA



P.F.3 Aree a pericolosità elevata



P.F.2 Aree a pericolosità media

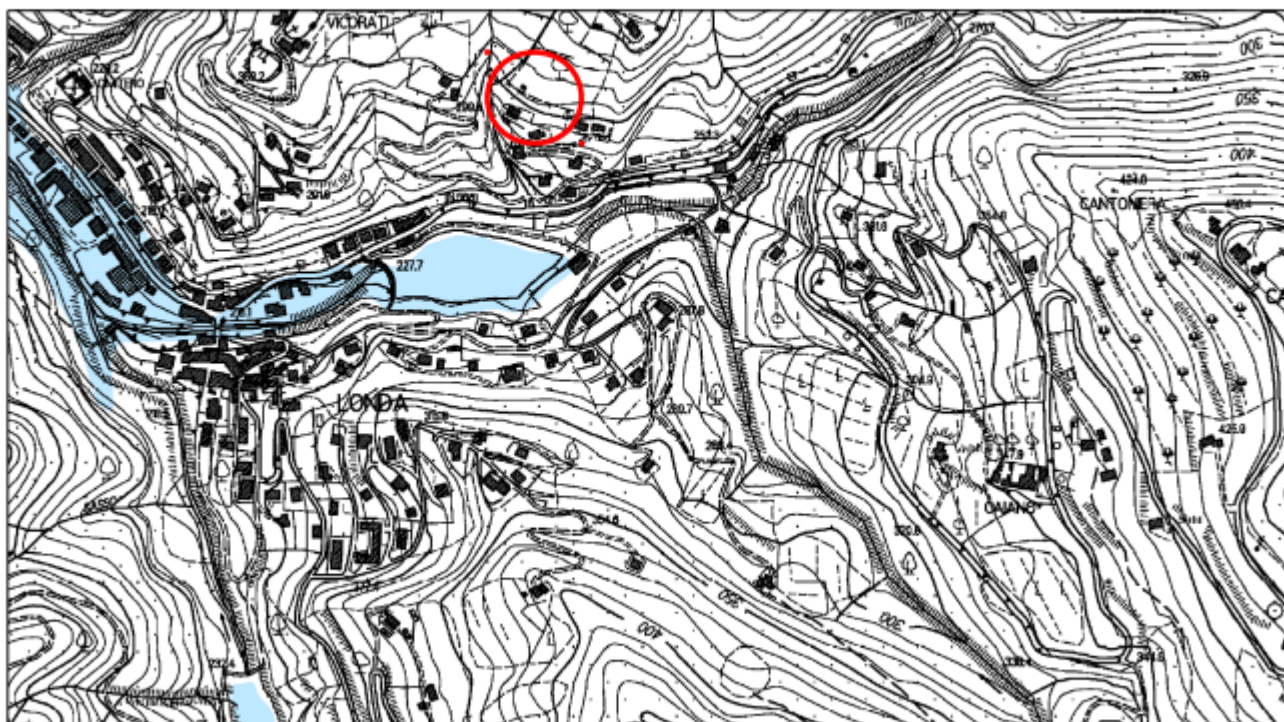


P.F.1 Aree a pericolosità moderata



ubicazione

ESTRATTO DALLA CARTA DELLA PERICOLOSITA' DEL PIANO DI
GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI
DELL'AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO



LEGENDA



P3



P2



P1



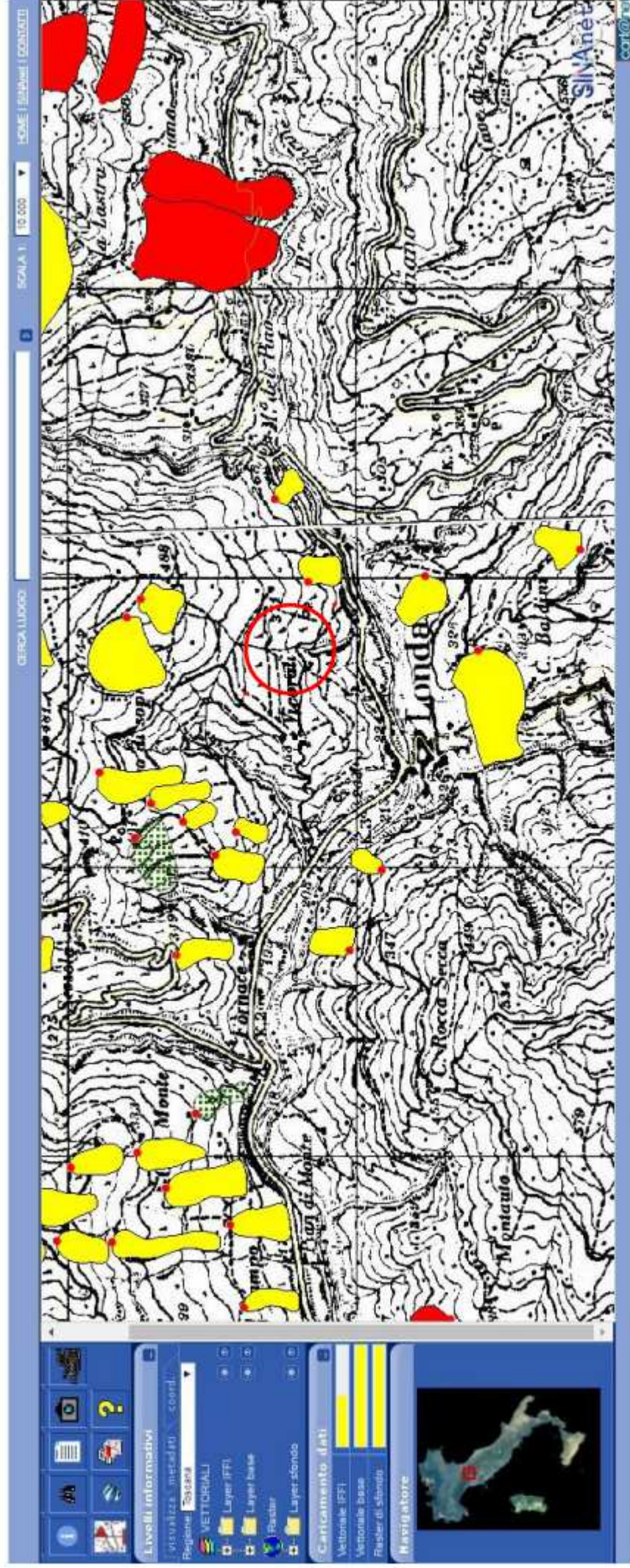
ubicazione

ESTRATTO DA IFFI



PROGETTO IFFI

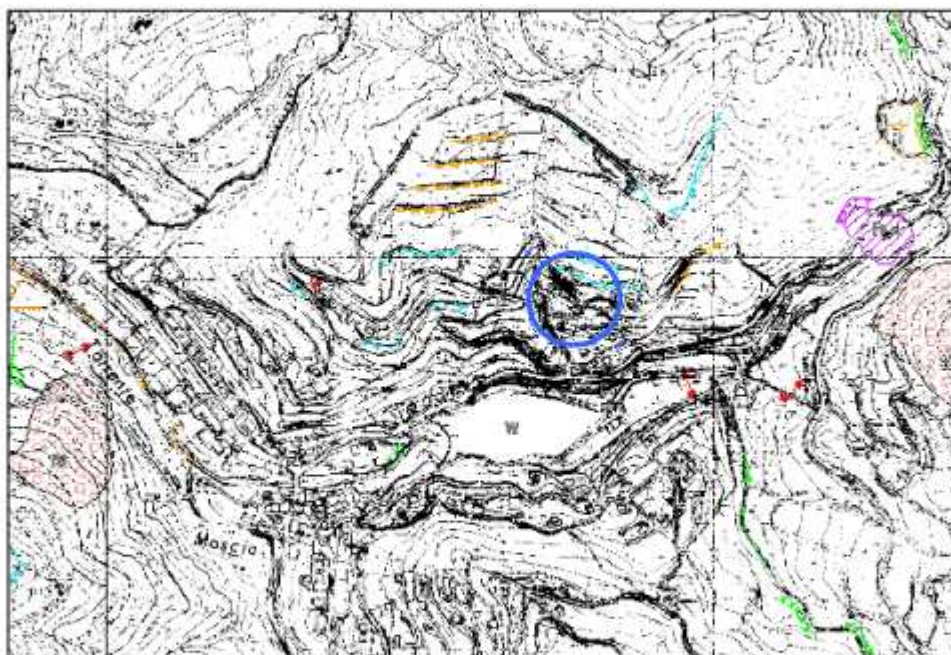
Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia



Ubicazione



ESTRATTO DALLA CARTA GEOMORFOLOGICA DEL PIANO STRUTTURALE DEL COMUNE DI LONDA



LEGENDA

FORME E PROCESSI DOVUTI ALLE ACQUE

Forme dovute a denudazione e/o erosione

orlo di scarpata fluviale o di terrazzo

orlo di scarpata: a) attiva b) quiescente

area soggetta ad erosione

area soggetta ad erosione superficiale

area soggetta ad erosione superficiale di limitata estensione, per ruscellamento diffuso

erosione lineare o incanalata (corso d'acqua in approfondimento)

erosione laterale o di sponda

vallecole incise (forra)

area depressa

Forme di accumulo

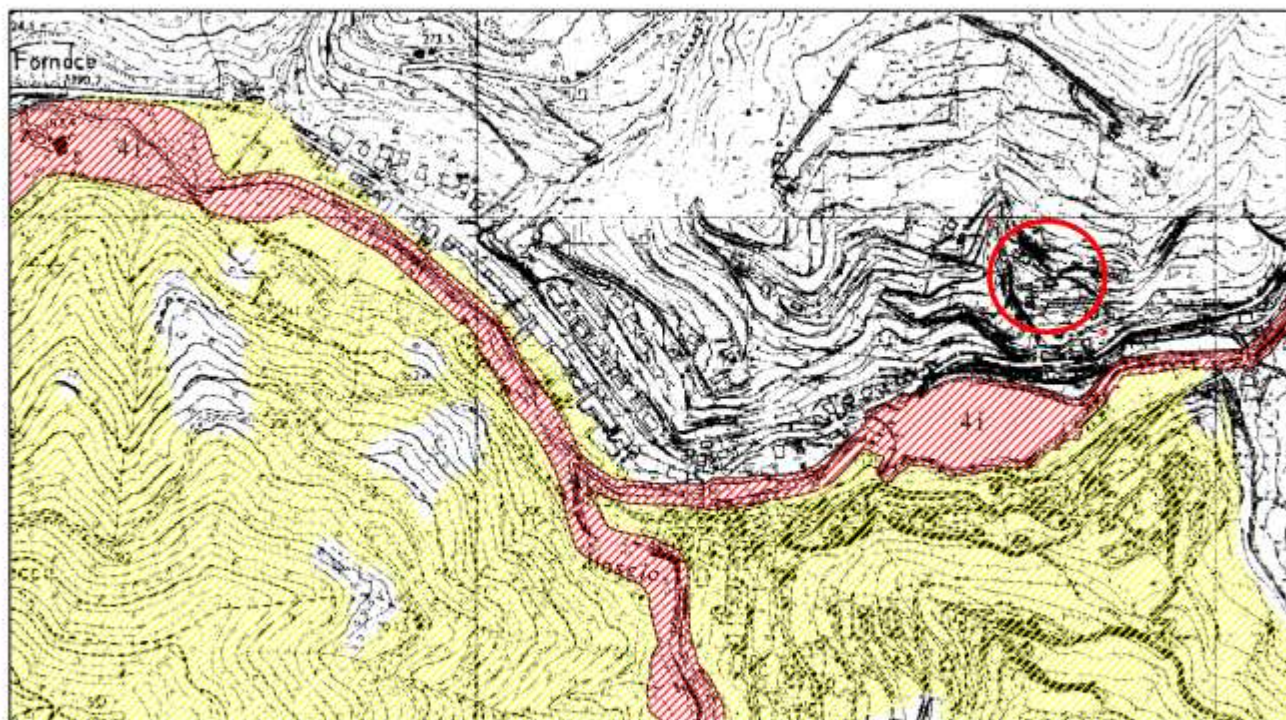
barra fluviale

conolde di delazione



ubicazione

ESTRATTO DALLA CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA- IDRAULICA DEL PIANO STRUTTURALE DEL COMUNE DI LONDA



LEGENDA

1

CLASSE 1: pericolosità nulla: aree esenti da pericolosità di frana

2

CLASSE 2: pericolosità bassa: Aree apparentemente stabili sulle quali permangono dubbi da chiarirsi con adeguata campagna geognostica da realizzarsi a livello di progettazione esecutiva.

3

CLASSE 3: pericolosità media: (3) Aree senza processi attivi, con condizioni geotecniche, morfologiche, idrauliche tali da far ritenere possibile il verificarsi di fenomeni di dissesto; (3i) aree nelle quali sono stati rilevati fenomeni di esondazione o allagamento oppure zone di fondovalle esterne agli ambiti definiti dalla 230/94 tuttavia in condizioni altimetriche e idrauliche sfavorevoli.

3i

4

CLASSE 4: pericolosità elevata: (4) Aree interessate da processi attivi o quiescenti, che comunque presentano movimenti di massa in genere; (4i) aree di fondovalle nelle quali sono stati rilevati fenomeni di esondazione o allagamento e quelle in condizioni altimetriche e idrauliche sfavorevoli, soggette ad inondazione erosione di sponda ristagno.

4i



ubicazione

ESTRATTO DALLA CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA DEL REGOLAMENTO URBANISTICO DEL COMUNE DI LONDA



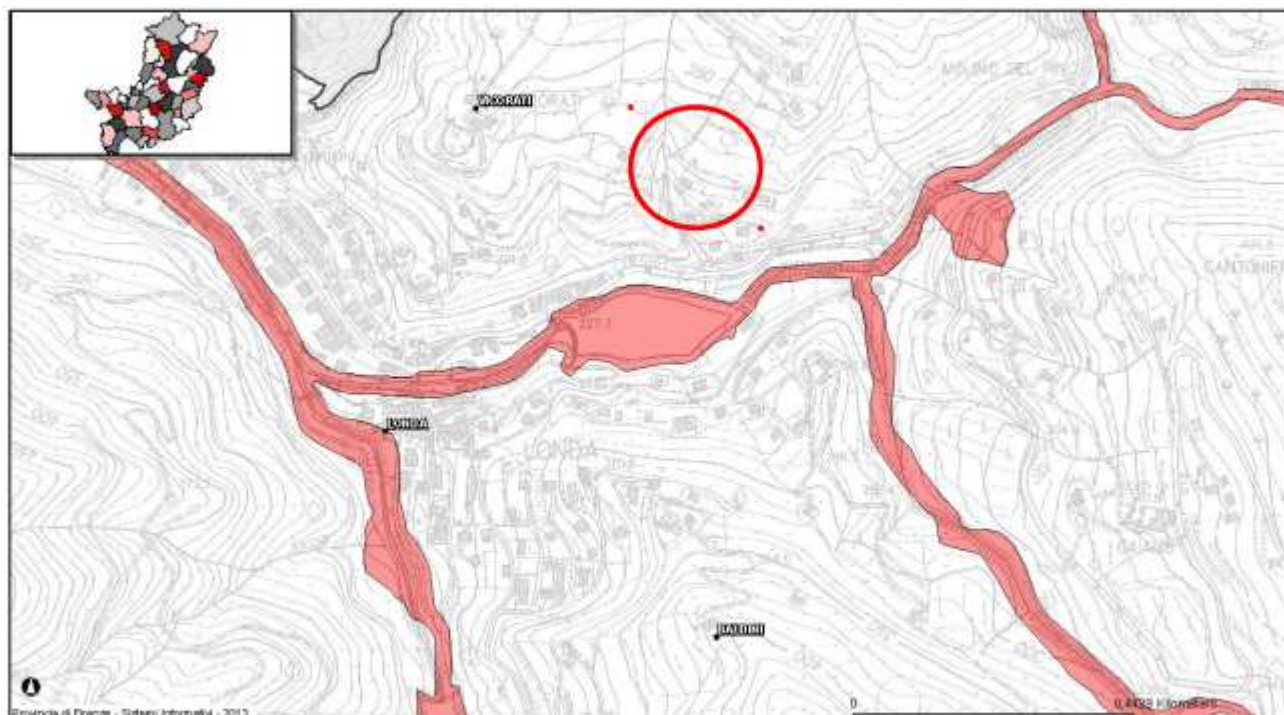
LEGENDA

Pericolosità Geomorfológica

-  Non Classificato
-  Classe 2 - Pericolosità bassa
-  Classe 3 - Pericolosità media
-  Classe 4 - Pericolosità elevata



ESTRATTO DALLA CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA DEL REGOLAMENTO URBANISTICO DEL COMUNE DI LONDA



LEGENDA

Pericolosità Idraulica

-  Non Classificato
-  Classe 4-Pericolosità elevata



SCHEDE DI FATTIBILITÀ

Scheda n°

1

Località

Capoluogo, via degli Imberti

Tavola in scala 1:2.000

1

Sigla e tipologia dell'intervento:

AT1 ☐ Area di trasformazione per nuova edificazione ad uso residenziale.

Aspetti geolitologici:

Formazione a prevalenza siltitica, con strati arenacei poco potenti, intercalati a calcareniti; suoli di copertura derivati dal disfacimento dei terreni in posto.

Aspetti geomorfologici e sismici:

Nelle vicinanze alcuni indizi d'attività passata (scarpate quiescenti).

Aspetti clivometrici:

Area caratterizzata da acclività media (classe 3, $p=10-15\%$), da segnalare al limite una zona estremamente acclive (fino anche alla classe 7, $p>35\%$)

Aspetti idraulici ed ambiti fluviali:

Nessun elemento di rilievo da evidenziare, vista la posizione medio collinare, elevata rispetto ad ambiti e possibili zone di pertinenza dei corsi d'acqua.

Aspetti idrogeologici e tutela della risorsa:

Presenza di materiali siltitico-arenacei a condizioni di media vulnerabilità (per possibili condizioni di permeabilità secondaria).

Classe di pericolosità:

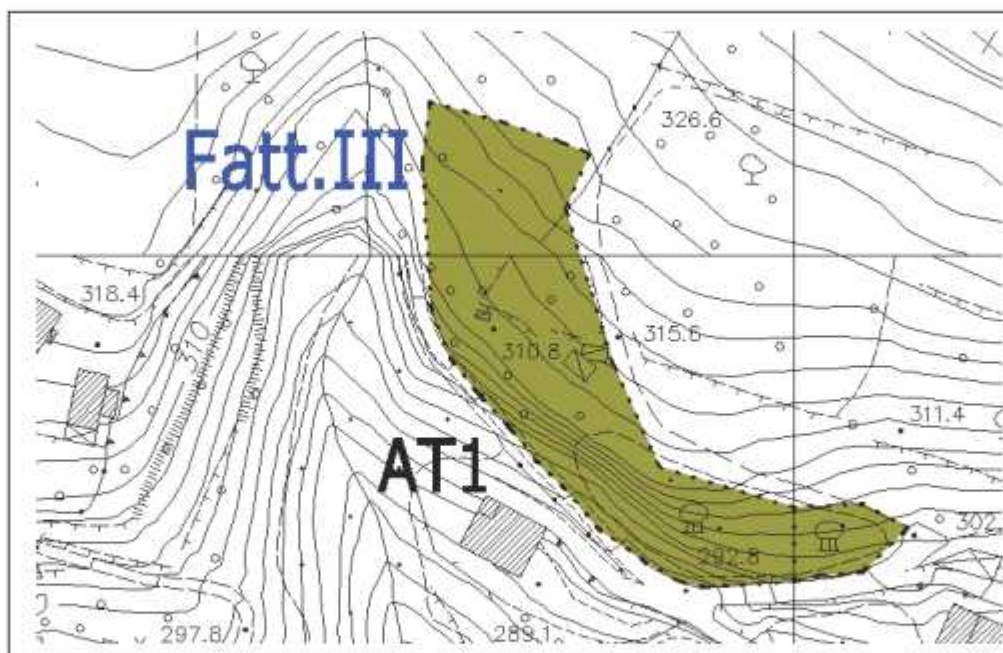
2

Classe di fattibilità:

III

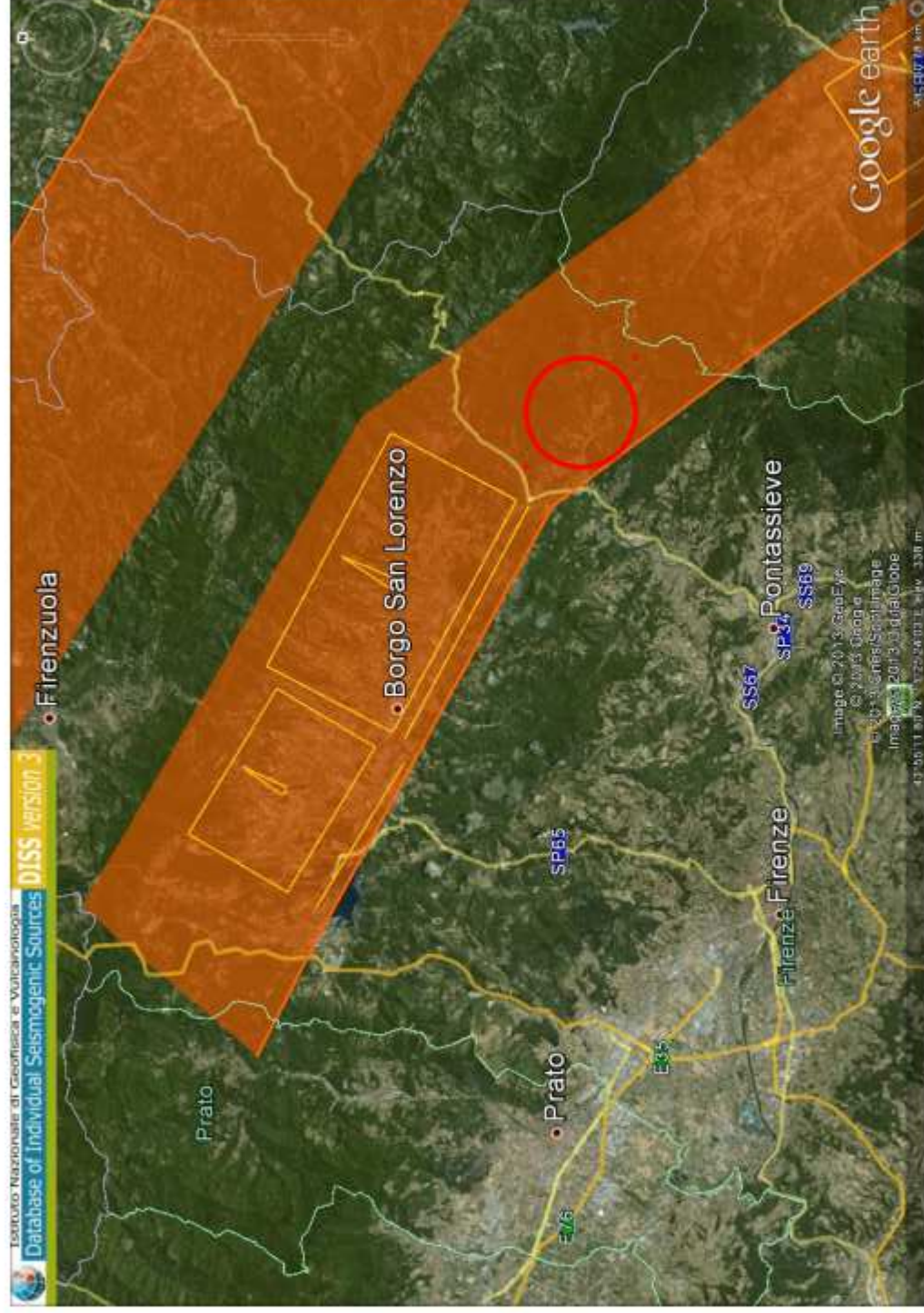
Aspetti prescrittivi per la trasformabilità:

La progettazione esecutiva deve essere preceduta da idonea indagine geognostica mirata alla definizione delle caratteristiche litostratigrafiche e fisico-meccaniche dei terreni di fondazione ed alla valutazione delle portanze e dei relativi cedimenti e cedimenti differenziali. Per le porzioni a maggiore acclività del comparto oltre ai contenuti sopra definiti dovranno anche essere previste indagini geognostiche di dettaglio estese all'area nel suo complesso, che dovranno contenere valutazioni degli spessori e del comportamento dei materiali rispetto alla sollecitazione sismica oltre che a dettagliate informazioni inerenti i problemi di stabilità del versante, ottenute per mezzo di verifiche di stabilità nello stato attuale ed in quello di progetto.

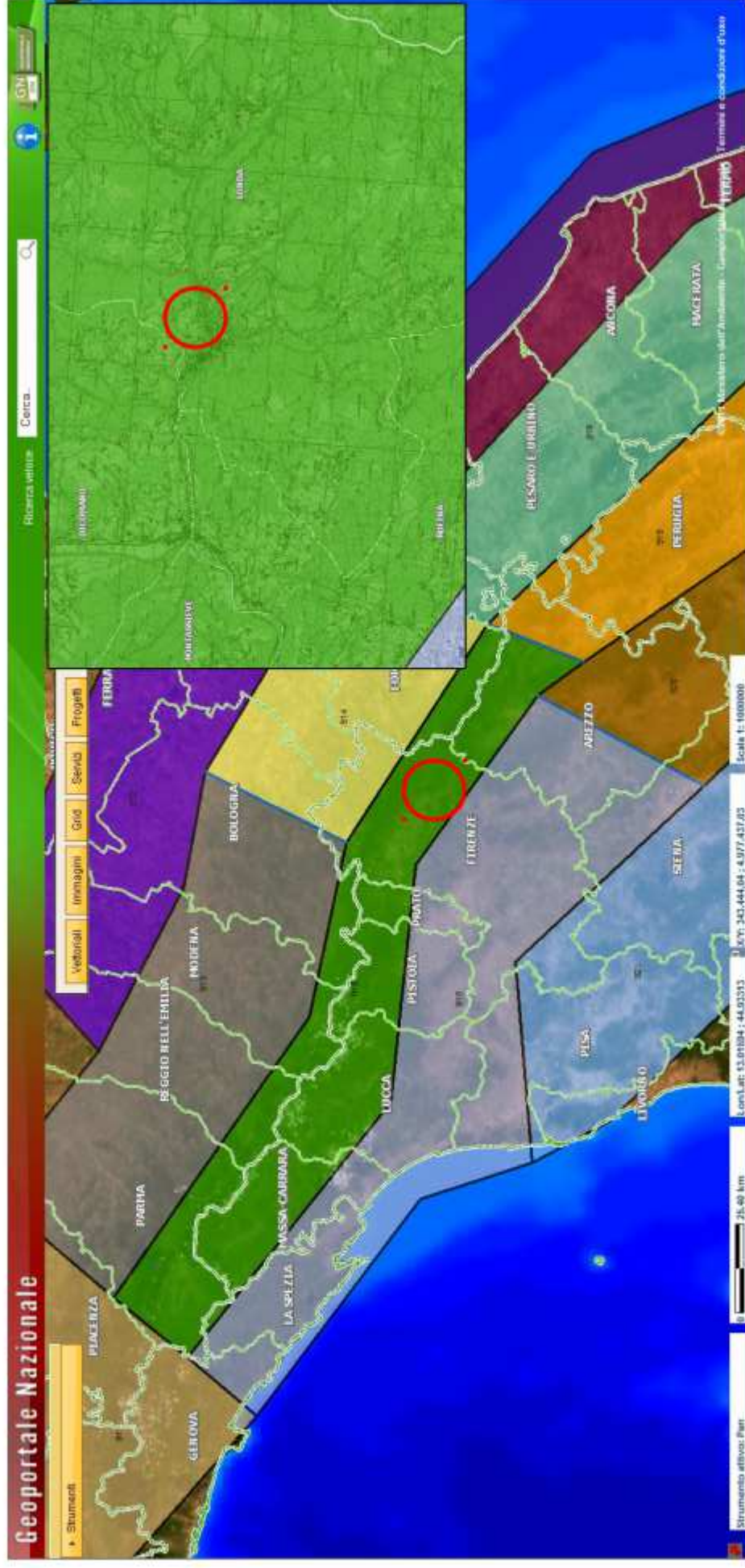


Integrazioni
Maggio 2005

ESTRATTO DALLA MAPPA DELLE SORGENTI SISMOGENETICHE – DISS Google Earth



ESTRATTO DALLA MAPPA DELLE ZONE SISMOGENETICHE - ZS9 Geoportale Nazionale



Storia sismica di Londa [43.860, 11.567]

Numero di eventi: 15

Effetti

In occasione del terremoto del:

I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
5	1895 05 18 19:55	Fiorentino	401	8 5.43 $\pm$ 0.08
3	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7 5.53 $\pm$ 0.09
5	1918 11 10 15:12	Appennino romagnolo	187	9 5.88 $\pm$ 0.11
7	1919 06 29 15:06	Mugello	566	10 6.29 $\pm$ 0.09
NF	1951 09 01 06:56	SARNANO	81	7 5.34 $\pm$ 0.20
5	1952 07 04 20:35	Appennino romagnolo	64	7 4.99 $\pm$ 0.18
5	1956 05 26 18:39	Appennino romagnolo	79	7 4.99 $\pm$ 0.15
2	1956 06 03 01:45	Appennino romagnolo	62	
4	1991 01 14 07:38	ARETINO	62	5 4.47 $\pm$ 0.15
3	1997 09 26 09:40	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9 6.01 $\pm$ 0.09
NF	2000 05 08 12:29	Emilia Romagna	126	5 4.66 $\pm$ 0.09
NF	2000 05 10 16:52	Emilia Romagna	151	5-6 4.86 $\pm$ 0.09
3-4	2001 11 26 00:56	Casentino	213	5-6 4.72 $\pm$ 0.09
4-5	2003 01 26 20:15	Forlivese	72	4.56 $\pm$ 0.09
NF	2003 12 07 10:20	Zona Forlì	172	5 4.22 $\pm$ 0.09



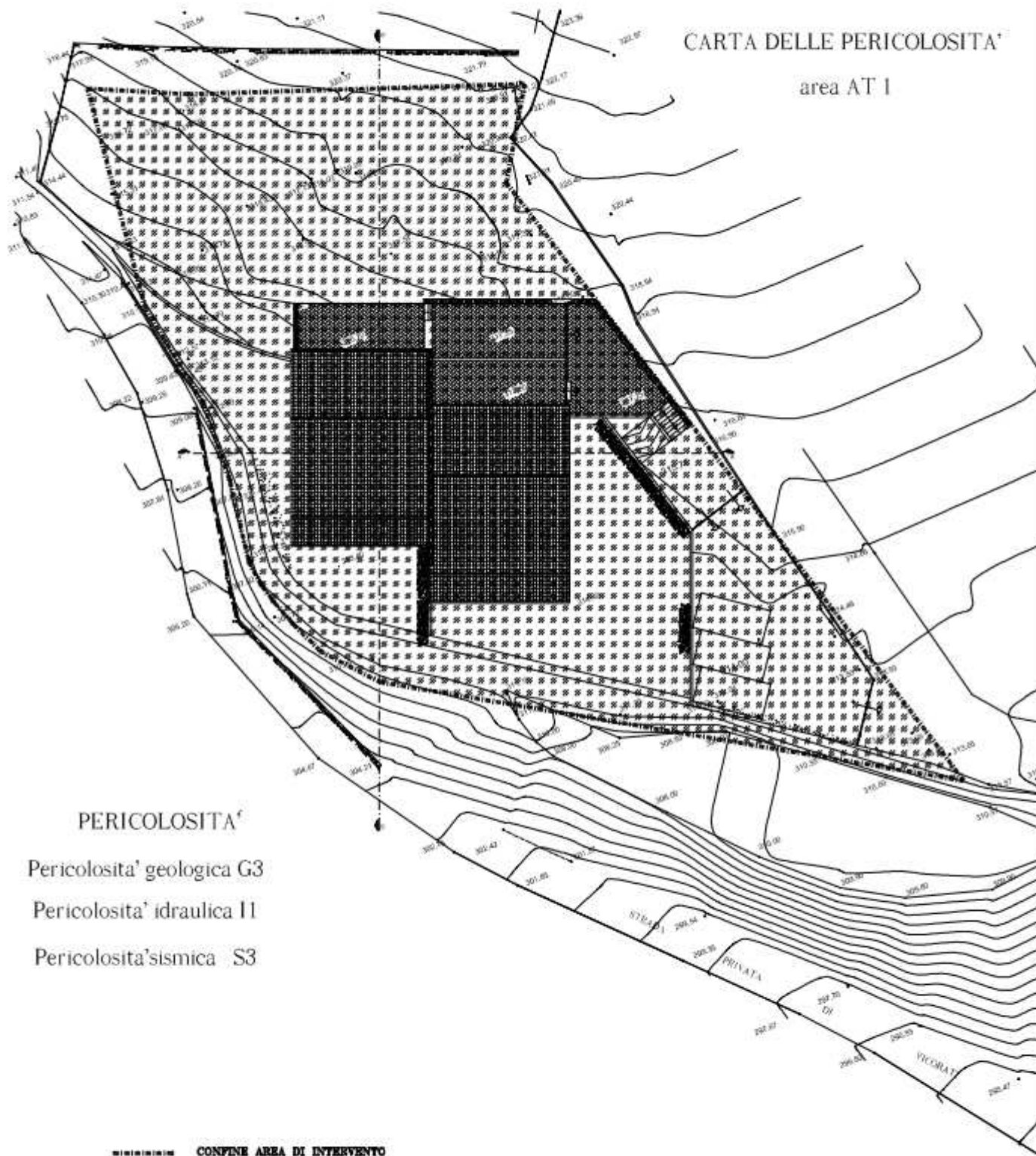


Località vicine (within 10km)

Località	Stato	NMO	Distanza
Contea	IT	3	3km
Corella	IT	3	9km
Dicomano	IT	36	5km
Petrognano	IT	5	10km
Rufina	IT	17	8km
San Godenzo	IT	26	8km

CARTA DELLE PERICOLOSITA'

area AT 1



PERICOLOSITA'

Pericolosità geologica G3

Pericolosità idraulica I1

Pericolosità sismica S3

CONFINE AREA DI INTERVENTO

AREA DI INTERVENTO AT 1

SCALA 1:400

Fattibilità sismica F3

AREA DI INTERVENTO AT 1

SCALA 1400

Dott. Geol. Alberto Iotti – n° 1438 - OdG Regione Toscana

Località Castiglioni 56 50068 Rufina (FI)

Tel. 055/8397382 Fax: 055/8397382

C.F. TTI LRT 67 S04 F 704I Part.IVA 02574710964

Comune di Londa

Località Via degli Imberti

Sismica a rifrazione – Indagine Masw - Misure HVSr



Committente:

Dott. Marco Bassani

FIRENZE, APRILE 2017

1 Premessa

Su incarico del Dott. Marco Bassani è stata condotta una campagna di indagini sismiche a rifrazione per individuare l'andamento dei principali rifrattori. Son stati eseguiti due stendimenti di sismica a rifrazione in onde P, un'analisi tipo MASW per la valutazione della categoria di suolo ai sensi delle NTC 2008 e una misura HVSR per valutare la presenza di picchi di risonanza legati al contrasto di impedenza sismica

Di seguito sono riportati i risultati delle indagini eseguite.

1.1.1 Ubicazione dell'area in esame

L'area in esame si trova nel Comune di Londa – Via Degli Imberta. La Figura 1 riporta una immagine aerea con l'ubicazione dell'area di indagine e delle prove eseguite.



Figura 1 – Stralcio di Immagine aerea con ubicazione dell'area di indagine e delle prove eseguite

2 Sismica a rifrazione

Le onde elastiche provocate da una vibrazione si trasmettono nel suolo con velocità differenti per ogni litotipo. Nella prospezione sismica a rifrazione, si sfrutta la diversa velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P) e o trasversali (onde S). Le prime sono più veloci fra le diverse onde elastiche entrambe possono essere utilizzate per determinare spessori e andamento dei livelli presenti.

La prospezione consiste nel generare un'onda sismica di compressione o trasversale nel terreno attraverso una determinata sorgente di energia (colpo di mazza, maglio o esplosivo etc.) e nel misurare il tempo impiegato da questa a compiere il percorso nel sottosuolo dal punto di energizzazione fino agli apparecchi di ricezione (*geofoni*) seguendo le leggi di rifrazione dell'ottica (*Legge di Snell*). La rifrazione si verifica in corrispondenza delle superfici di separazione tra due strati sovrapposti di densità (o meglio di modulo elastico) crescente.

L'apparecchiatura necessaria per le prospezioni è costituita da una serie di ricevitori (*geofoni*) diversi per tipologia a seconda che si vogliano misurare le onde P o S che vengono spaziate lungo un determinato allineamento (stendimento) e da un cronografo che registra l'istante di inizio della perturbazione elastica ed i tempi di primo arrivo delle onde a ciascun geofono. Così, osservando i primi arrivi su punti posti a distanze diverse dalla sorgente energizzante, è possibile costruire una curva tempo-distanza (*dromocrona*) rappresentante la variazione del minimo percorso in funzione del tempo. Attraverso metodi analitici si ricavano quindi le velocità delle onde elastiche longitudinali (V_p e/o V_s) dei mezzi attraversati ed il loro spessore.

La velocità di propagazione delle onde elastiche nel suolo presenta ampie variazioni; per lo stesso tipo di roccia essa diminuisce col grado di alterazione, di fessurazione e/o di sismo strati; aumenta per contro con la profondità e l'età geologica. Sensibili differenze si possono avere, in rocce stratificate, tra le velocità rilevate lungo i piani di strato e quelle rilevate perpendicolarmente a questi. La velocità delle onde compressionali (onde P), diversamente da quelle trasversali (onde S) che non si trasmettono nell'acqua, è fortemente influenzata dalla presenza della falda acquifera e dal grado di saturazione.

Questo comporta che anche litotipi differenti possano avere uguali velocità delle onde sismiche compressionali (ad esempio roccia fortemente fratturata e materiale detritico saturo con velocità V_p dell'ordine di 1400÷1700 m/sec), per cui non necessariamente

l'interpretazione sismo stratigrafica corrisponderà con la reale situazione geologico-stratigrafica.

Il metodo sismico a rifrazione è soggetto inoltre alle seguenti limitazioni:

- un livello può essere evidenziato soltanto se la velocità di trasmissione delle onde longitudinali in esso risulta superiore a quella dei livelli soprastanti (effetto della inversione di velocità);
- un livello di spessore limitato rispetto al passo dei geofoni e alla sua profondità può non risultare rilevabile;
- un livello di velocità intermedia compreso tra uno strato sovrastante a velocità minore ed uno sottostante a velocità sensibilmente maggiore può non risultare rilevabile perché mascherato dagli “arrivi” dallo strato sottostante (effetto dello strato nascosto e “zona oscura”);
- aumentando la spaziatura tra i geofoni aumenta la profondità di investigazione, ma può ovviamente ridursi la precisione nella determinazione della profondità dei limiti di passaggio tra i diversi livelli individuati. In presenza di successioni di livelli con velocità (crescenti) di poco differenti tra loro, orizzonti a velocità intermedia con potenza sino anche ad 1/3 del passo adottato possono non essere evidenziati. Il limite tra due orizzonti può quindi in realtà passare “attraverso” un terzo intermedio non evidenziabile;
- analogamente, incrementi gradualmente di velocità con la profondità danno origine a dromocrone che consentono più schemi interpretativi. Il possibile errore può essere più contenuto potendo disporre di sondaggi di taratura e “cercando” sulle dromocrone delle basi sismiche i livelli che abbiano velocità il più possibile simili a quelle ottenute con le tarature.

Per contro i moderni metodi di elaborazione del dato sismico, come il *Generalized Reciprocal Method* (GRM: PALMER, 2001), consentono di ricostruire la morfologia sepolta di più rifrattori sovrapposti, variamente “accidentati” e con velocità variabili lungo il profilo, anche in presenza di morfologie di superficie non piane: la buona precisione raggiungibile, specie se si dispone di sondaggi di taratura, consente talora di elevare la prospezione sismica da semplice valutazione qualitativa a valido supporto quantitativo dell'indagine geognostica. In particolare nel caso in esame viene proposta una interpretazione di tipo tomografico ottenuta mediante l'impiego del software RAY-FRACT.

2.1 Sistema di acquisizione

L'acquisizione dei dati in campagna è stata eseguita utilizzando un sistema composto dalle seguenti parti:

- sismografo: Daq Link III, 24 canali, 24 bit
- sorgente energizzante: cannone e/o mazza 20kg
- trigger: innesco a molla
- apparecchiatura di ricezione: 24 geofoni orizzontali con frequenza propria di 4,5 e 10 Hz.

2.2 I risultati nell'aera in esame

Le caratteristiche della geometria dello stendimento sono riassunte in Tabella 1.

Stendimento	Lunghezza	N° Shot	Onde	N° geofoni
St1 NNE-SSW	39	4	P	12

Tabella 1 - Geometria dello stendimento.

L'indagine sismica ha permesso di valutare la presenza di diversi orizzonti rifrattori e l'elaborazione tomografica ha permesso di valutare la presenza di variazione di velocità di propagazione delle onde S all'interno di uno stesso orizzonte.

2.2.1 Stendimento St1 onde p

Questo stendimento si allunga lungo l'area con orientazione circa ESE-WNW. La Figura 2 riporta le dromocrone relative ai primi arrivi per questo stendimento.

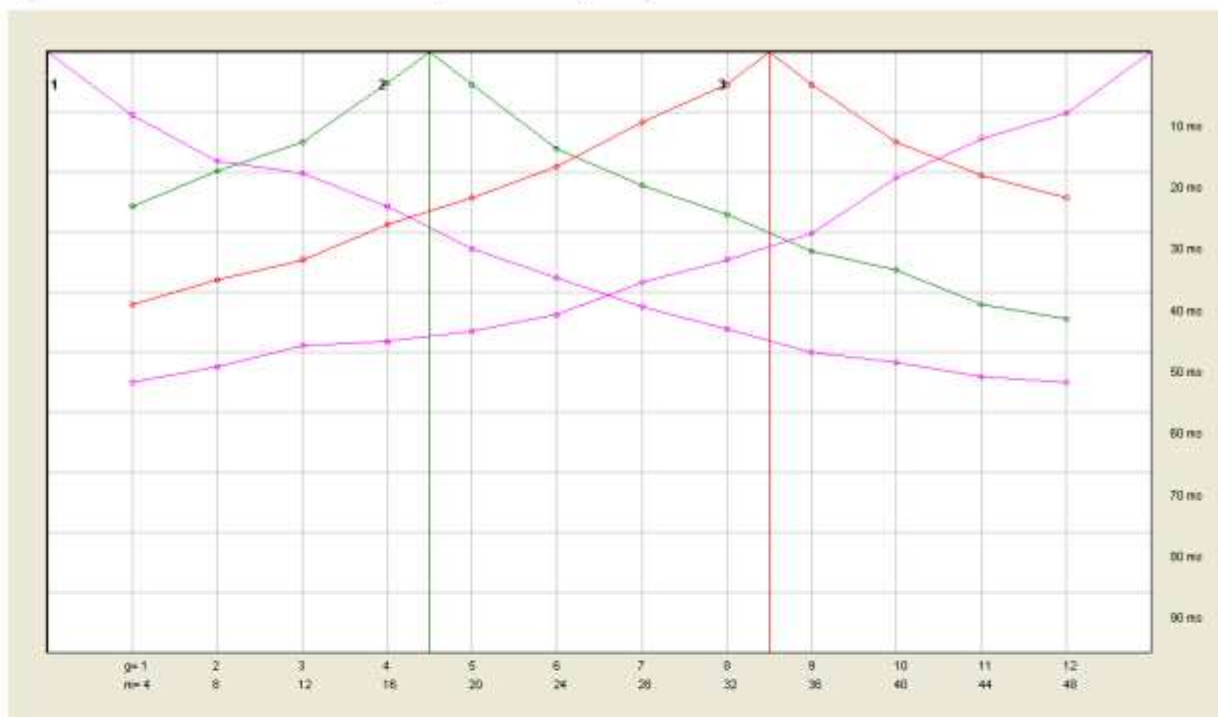


Figura 2 - Dromocrone stendimento St1 onde p.

È possibile riconoscere due orizzonti un primo orizzonte con velocità di propagazione delle onde p fino a 500-600 m/s con spessore massimo pari a 2 m interpretabile come depositi

allentati-copertura, un secondo orizzonte con velocità delle onde p fino a 1050 m/s con spessore massimo investigato di circa 5 m, interpretato come alterazione del substrato.

La Figura 3 riporta l'interpretazione tomografica dello stendimento.

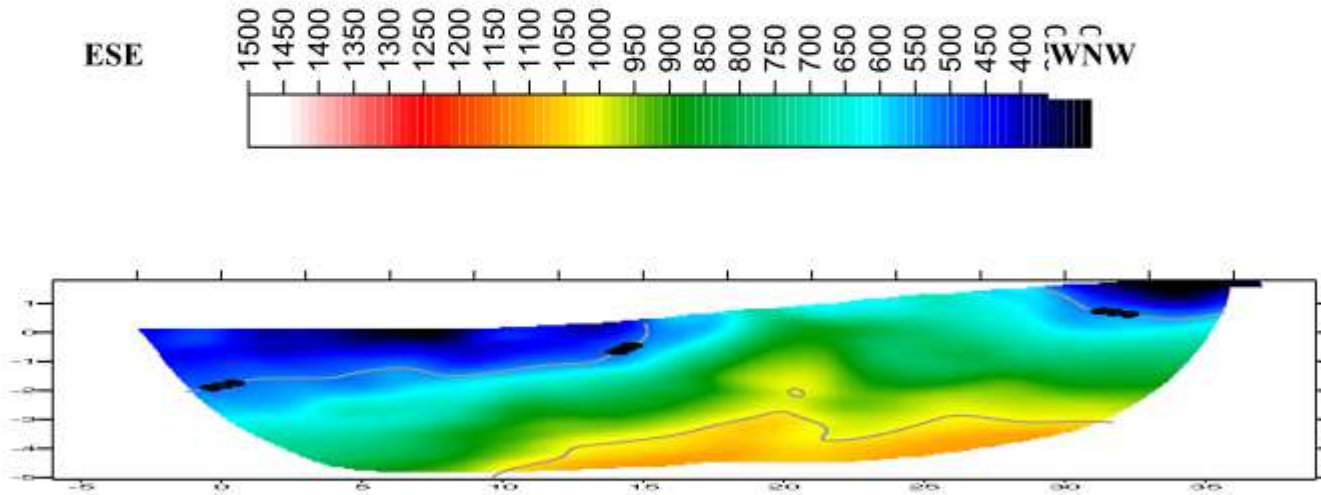


Figura 3 - Tomografia stendimento 1 onde p (distanze e profondità in m).

2.3 Indagine MASW

È stato eseguito uno stendimento per l'acquisizione dei dati da sottoporre ad una elaborazione MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) per la valutazione dell'andamento della velocità delle onde di taglio nei primi 30 m Vs30. È stato impiegato il metodo *attivo* che consente in genere di ottenere una velocità di fase (quindi una curva di dispersione) sperimentale apparente nell'intervallo di frequenza compreso tra 5 e 70 Hz che da quindi informazioni sulla fascia più superficiale di terreno.

Le fasi prevedono del procedimento applicato prevedono:

1. calcolo della velocità di fase e ricostruzione della curva di dispersione
2. calcolo della velocità di fase apparente numerica
3. individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali vs per interazione e confronto con i dati sperimentali fino ad una sovrapposizione ottimale
4. calcolo della velocità equivalente nei primi 30 m di profondità
5. Riconoscimento della categoria sismica del suolo secondo la normativa sismica OPCM 3274 e le NTC 2008.

2.3.1 Acquisizione dei dati

I dati sono stati acquisiti con un sismografo Daq LinkIII 24 bit 24 canali lungo una linea sismica con interasse geofonico pari a 2 m intervallo di campionamento di 2 ms e finestra di campionamento pari a 2 s. La Figura 4 riporta le tracce registrate dei dati acquisiti.

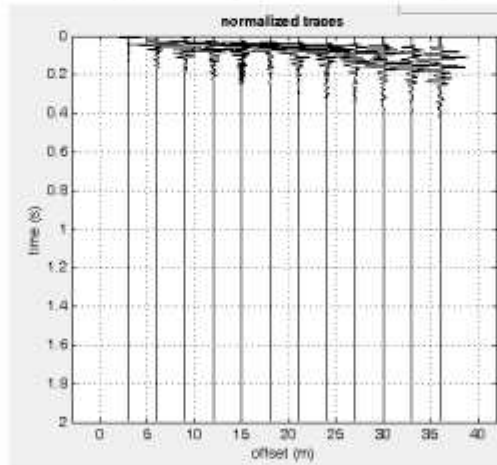


Figura 4 - Tracce dei dati acquisiti

2.3.2 Ricostruzione della curva di dispersione

A partire dalla rappresentazione delle velocità verticali dell'intero campo di moto nel dominio frequenza numero d'onda (Figura 5) viene estratta la curva di dispersione apparente sperimentale nell'intervallo di frequenza compreso tra 2 e 70 Hz che come detto caratterizza gli strati più superficiali (30 m).

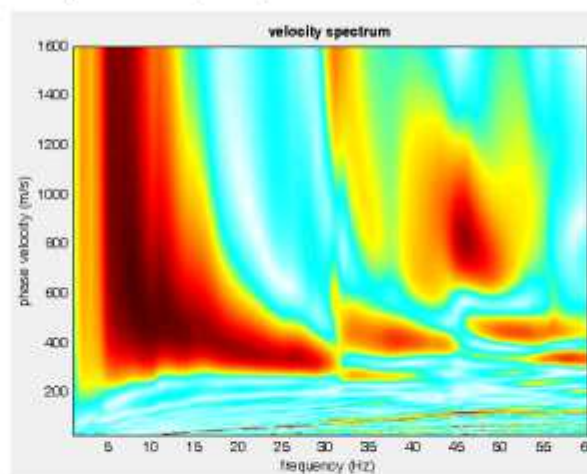


Figura 5 - Spettro delle velocità dell'intero campo di moto

2.3.3 Confronto tra la curva sperimentale e quelle calcolata

Una volta ricostruita e discretizzata la curva di dispersione sperimentale ne viene generata una calcolata e sovrapposta a quella sperimentale modificando la curva calcolata fino ad avere una buona sovrapposizione con quella sperimentale (Figura 6).

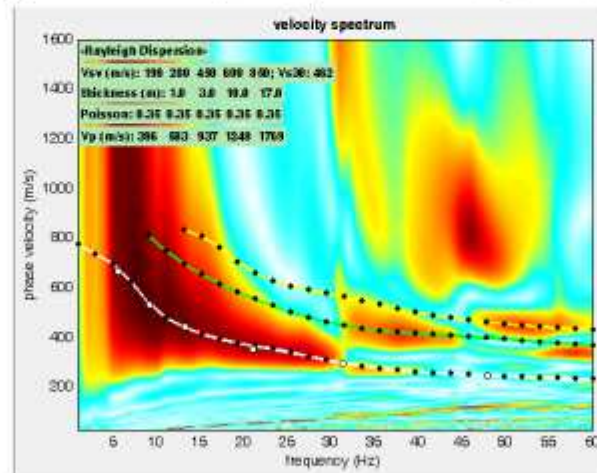


Figura 6 - Confronto tra la curva sperimentale e quella calcolata

È a questo punto possibile passare a definire un profilo di velocità del substrato sul quale calcolare la Vs 30 (Figura 7).

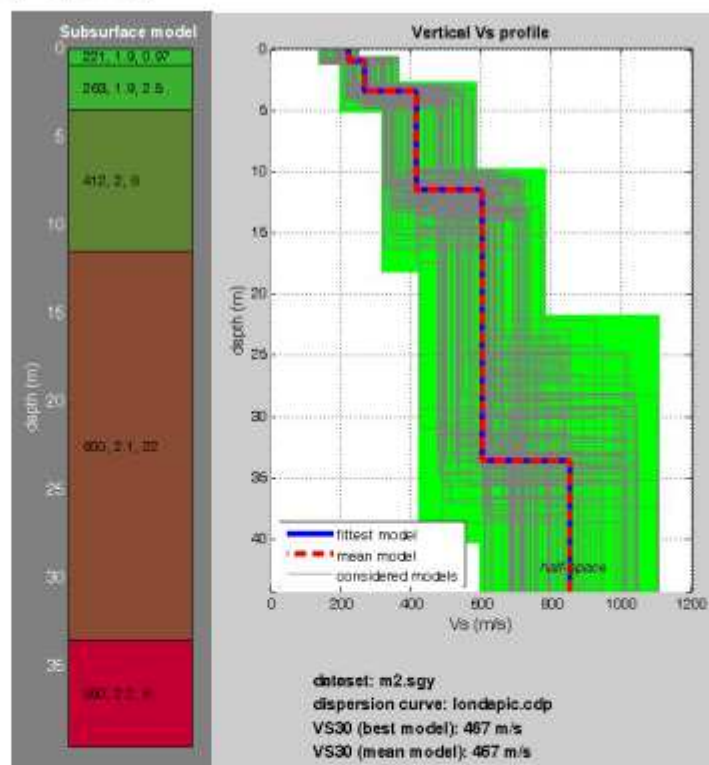


Figura 7 – Andamento della velocità Vs con la profondità

2.4 Riconoscimento dei picchi di risonanza

La figura 8 riporta un'immagine relativa ai dati registrati per le tre componenti di misura nei due punti di indagine.

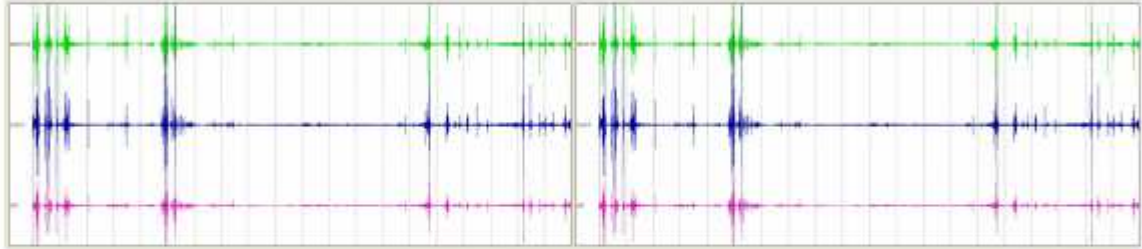


Fig. 8 - Andamento delle registrazioni delle tre componenti di microtremore nei due punti di misura

Da segnale misurato è possibile per ogni componente ottenere lo spettro di risposta frequenza contro velocità su frequenza sintetizzato per le tre componenti nella figura 9

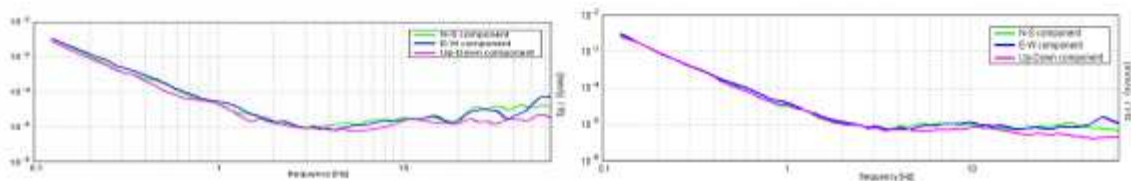


Fig. 9 - Andamento degli spettri f-v/f nelle tre componenti nei due punti di misura.

Dall'analisi degli spettri è possibile ottenere per le varie frequenze il rapporto H/V che indica la presenza di fenomeni di risonanza (figura 10)

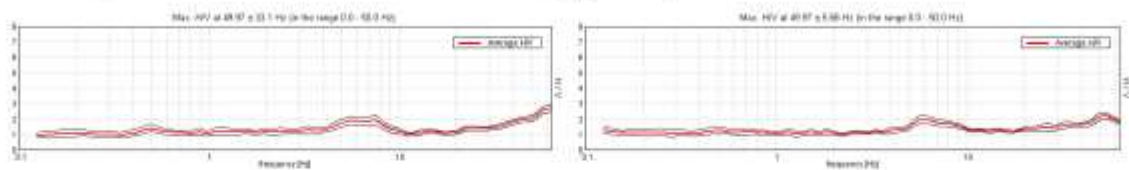


Fig. 10 - Andamento degli rapporto H/V alle varie frequenze nel punto di misura.

In letteratura si ritengono significativi picchi con ampiezza maggiore di 2. Dall'analisi dei dati relativi nell'area in esame appare che non sono presenti picchi di interesse.

2.5 Inversione sulla curva H/V

Sulla base dei risultati sperimentali è possibile ipotizzare, in accordo con quelle che sono le informazioni disponibili, un modello di terreno e calcolare la corrispondente curva sintetica

dell'andamento H/V. Dal confronto con quella sperimentale si può ottenere informazioni sull'andamento dei livelli alle varie profondità. Mediante il software Grilla è stata ottenuta la seguente curva di inversione che evidenzia diversi possibili livelli con contrasto di impedenza sismica, la significatività di questi livelli risulta maggiore per quelli a profondità minore per quelli più profondi i valori indicati devono ritenersi puramente indicativi. La profondità dei diversi livelli è riportata nelle tabelle 2.

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.10	1.10	230	0.42
19.10	18.00	450	0.42
inf.	inf.	810	0.42

Tabella 2 – Velocità – profondità della curva di inversione Punto 1

La figura 11 riporta l'andamento della curva calcolata sovrapposta a quella sperimentale.

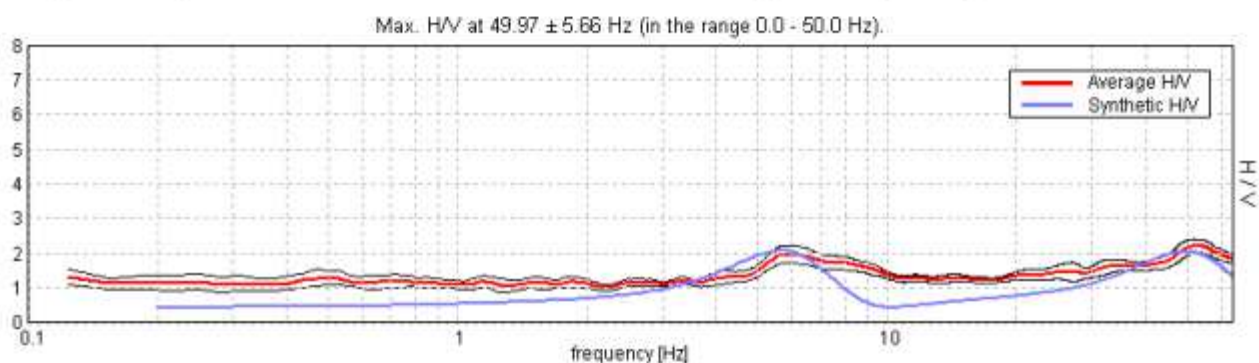
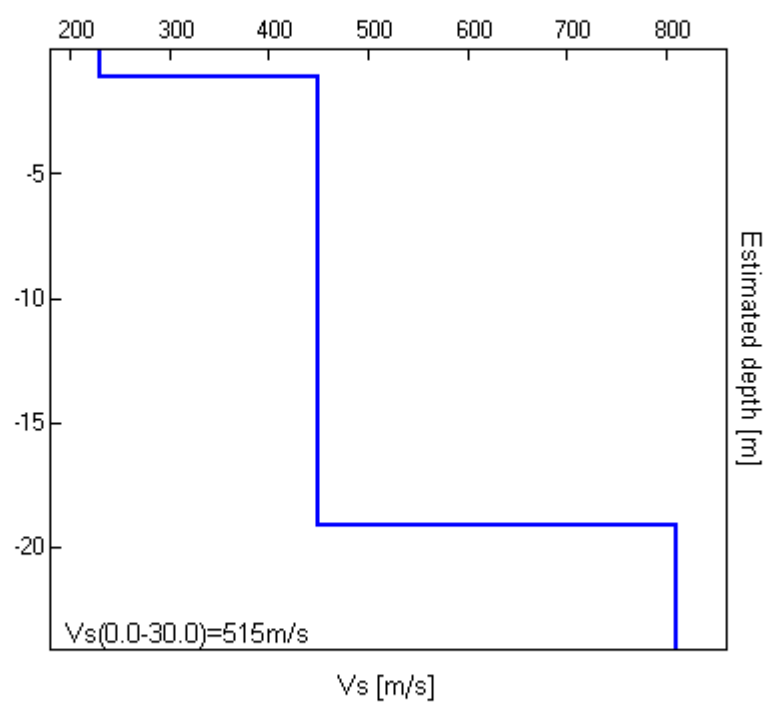


Fig. 11 - Andamento degli rapporto H/V alle varie frequenze.

La figura 12 riporta la stratigrafia delle onde di taglio ottenuta mediante il processo di inversione.

*Fig. 12 – Stratigrafia delle onde di taglio Punto 1*

2.5.1 Riconoscimento della Vs 30 e del profilo di appartenenza

La velocità Vs 30 per il terreno in esame è pari a 467 m/s; per quanto concerne la velocità di propagazione delle onde di taglio è possibile classificare il terreno in esame come **un suolo di categoria B** che prevede una velocità delle onde di taglio comprese tra 360 e 800 m/s.

Firenze aprile '17

Dott. Alberto Iotti

N° 1438 Ordine dei Geologi della Regione Toscana