

# STUDIO TECNICO GEOLOGICO MANFREDINI

Via Roma n°115 41027 Pievepelago (Mo) ; Tel. +39 0536/71450 Fax +39 0536/72589 ; geoman@msw.it

REGIONE EMILIA ROMAGNA  
PROVINCIA DI MODENA  
COMUNE DI MONTECRETO

REALIZZAZIONE DI MICRO IMPIANTO  
IDROELETTRICO SUL T. SCOLTENNA  
LOCALITA' "MULINO CAMATTI"



Coordinazione tecnica : Dr. Geol. Roberto Manfredini

Progettazioni e consulenze : Dr. Ing. Furio Cinotti  
Dr. Ing. Stefano Burgoni  
Dr. Ing. Stefano Manfredini  
Dr. Carlo Odorici  
Geom. Vittorio Di Iorio  
Studio Maranese srl

PROPONENTE **CONSULT A s.r.l.** Via Umberto I n° 7 41026 Pavullo n/F (Mo)

Tavola

15

**RELAZIONE GEOLOGICA**

Scala

Data 09 dicembre 2015

## **INDICE**

<b>INTRODUZIONE</b>	pag. 2
<b>QUADRO TERRITORIALE e PROGETTUALE</b>	pag. 3
<b>QUADRO GEOLOGICO</b>	
<i>Geolitologia</i>	pag. 3
<i>Geomorfologia territoriale del versante</i>	pag. 4
<i>Geomorfologia fluviale</i>	pag. 5
<i>Idrologia – Idrogeologia</i>	pag. 5
<i>Stato vegetazionale</i>	pag. 6
<i>Stabilità territoriale</i>	pag. 6
<b>QUADRO NORMATIVO</b>	pag. 7
<b>QUADRO GEOGNOSTICO</b>	pag. 7
<b>QUADRO GEOTECNICO</b>	pag. 8
<b>INDICAZIONI ESECUTIVE</b>	pag. 9
<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</b>	pag. 10

### *Allegati :*

- All. n° 1 Carta della localizzazione
- All. n° 2 Carta di inquadramento territoriale
- All. n° 3 Carta di inquadramento specifico
- All. n° 4 Carta geologica regionale
- All. n° 5 Carta del dissesto
- All. n° 6 Carta del rischio sismico
- All. n° 7 Indagine geognostica territoriale
- All. n° 8 Documentazione fotografica
- All. n° 9 Riferimento progettuale

## **INTRODUZIONE**

La relazione che segue costituisce supporto tecnico alla progettazione di opera con destinazione produttiva, di energia idroelettrica, da realizzare lungo il Torrente Scoltenna in corrispondenza di esistente briglia di regimazione idraulica.

Per la stesura si fa esplicito riferimento a precedenti studi eseguiti dallo scrivente su aree a simili caratteristiche; in particolare gli approfondimenti relativi all'intervento, sono articolati mediante:

- ricostruzione storica di dati e conoscenze cartografiche da bibliografia ufficiale ;
- indagine geolitologica, geomorfologica, idrogeologica specifica del territorio ritenuto significativo per l'iniziativa in progetto ;
- indagine geognostica: sismica a rifrazione;
- elaborazione geotecnica in sito su campioni di terreno prelevati direttamente durante i sopralluoghi e verifica comparativa con situazioni analoghe

La correlazione fra i dati ha consentito di elaborare e interpretare lo stato dei luoghi e di indicare le caratteristiche di riferimento geotecnico esecutivo, cui la componente incaricata alla progettazione, potrà fare riferimento.

Costituiscono allegati esplicativi uniti alla presente:

- All. n° 1 Carta della localizzazione
- All. n° 2 Carta di inquadramento territoriale
- All. n° 3 Carta di inquadramento specifico
- All. n° 4 Carta geologica regionale
- All. n° 5 Carta del dissesto
- All. n° 6 Carta del rischio sismico
- All. n° 7 Indagine geognostica territoriale
- All. n° 8 Documentazione fotografica
- All. n° 9 Riferimento progettuale

## ***QUADRO TERRITORIALE e PROGETTUALE***

L'area in esame è situata in Comune di Montecreto (MO), lungo la fascia di fondovalle caratterizzata dalla presenza del torrente Scoltenna, tributario di primo ordine del F. Panaro che si origina a circa 6 Km a nord, alla confluenza col torrente Leo.

È raggiungibile tramite viabilità secondaria di valenza comunale che si stacca dalla SP324 " Passo delle Radici " a circa 600 metri dal capoluogo, in direzione Sestola, in prossimità di distributore di benzina.

Seguendo la strada, denominata " Via Ronco alla Croce " per circa 2,1 km si incrocia " Via Lastranera " che, con percorso in parte asfaltato ( 0,9 km ) ed in parte sterrato ( ultimo tratto 1 km ) conduce alla borgata " Mulino Camatti ".

In prossimità del nucleo edificato, in corrispondenza di briglia di regimazione idraulica è previsto l'intervento.

La sponda significativa è quella destra ove la pendice discende con direzione prevalente da sud-ovest verso nord-est con quota di riferimento sul livello del mare variabile da m. 775 ( media pendice ) a m. 505 circa ( fondovalle ).

La nuova opera, rappresentata nelle tavole progettuali, si inquadra come intervento idraulico, in sponda fluviale, inserito a cavaliere della briglia di regimazione trasversale al corso stesso. Definita come micro - centrale idroelettrica, ha caratteri strutturali di rilevanza medio - bassa, con disposizione a ciglio d'alveo.

## ***QUADRO GEOLOGICO***

### ***Geolitologia***

Su scala regionale il territorio in esame è caratterizzato dalla presenza estesa e continua di unica Formazione geologica a natura prevalentemente argillosa, denominata " Argille a Palombini – APA " . Trattasi di litologia estesa nella fascia mediana collinare la cui caratterizzazione completa compare nella legenda della carta geologica ( *Cfr. All. n° 4* ); in forma sintetica trattasi di argille grigie prevalenti con inclusioni pseudo rocciose, dislocate senza continuità, che si manifestano, in forma stabile, in dossi morfologici principali ed, in forma instabile, in impluvi secondari ad andamento sub-parallelo ai primi.

È peculiarità delle formazioni argillose, infatti, l'alternanza di " argille autoctone " e di argille di deposito eluvio-colluviale, attive per scivolamento.

In termini geolitologici rappresentano medesima unità, differenziata, invece, negli aspetti di geomorfologia.

L'estensione delle argille è da intendersi continua sino al fondovalle; il torrente scorre infatti entro la Formazione autoctona.

In affioramento, a causa dell'intensa tettonizzazione delle Argille a Palombini, non sono rinvenibili emergenze con un ordine stratigrafico preciso, ma bensì "ammassi" con aspetto disordinato e caotico.

All'interno della Formazione di base spesso si trovano incluse "rocce ofiolitiche", di dimensioni variabili, rappresentate soprattutto da basalti e in secondo ordine da serpentiniti, brecce poligeniche e gabbri.

Il versante sino alla sua base è cartografato come "deposito di frana quiescente complessa" ( *Cfr. All. n° 4 – 5* ), oggi decisamente stabilizzata, in condizioni di equilibrio senza controindicazioni.

Il fondovalle, si caratterizza per esteso e continuo deposito fluviale recente e medio recente, prevalentemente terrazzato, che interessa in particolare la sponda destra del corso d'acqua, ove sono insediati la briglia di regimazione idraulica e, poco a nord, la borgata ( Mulino di Camatti ).

Il deposito si caratterizza per la presenza di elementi grossolani prevalenti, ciottoli e massi, in matrice sabbiosa e limo-sabbiosa con inclusioni di massi di dimensioni elevate anche superiori a mc. 20, di natura ofiolitica ( gabbri ). Lo spessore, accertato in fase di rilevamento, è anche superiore a m. 5, con laminazione naturale in avvicinamento verso la base della pendice.

#### *Geomorfologia territoriale del versante*

È carattere direttamente dipendente dalla natura geolitologica che testimonia condizione generalizzata del basso corso del torrente Scoltenna fra i Comuni di Montecreto ( sponda destra ) e Lama Mocogno ( sponda sinistra ).

Le pendici in esame si manifestano con declivio mediamente ondulato, con pendenze poco accentuate e relativamente costanti ove l'intervento antropico è ancora significativo; la conformazione assume forme differenziate ove invece la condizione di semi-abbandono è più marcata.

In merito, con riferimento all'area in esame, è stata rilevata:

- nella pendice condizione di stabilità morfologica, senza segnali di movimenti gravitativi in atto. La base del versante, caratterizzata da fascia boscata con essenze arboree giovanili di età media ( 10 anni ), è anch'essa in quiete morfologica;
- nella piana di fondovalle, a monte della briglia, " *deposito alluvionale recente fissato da vegetazione* " ;
- nella piana di fondovalle, a valle della briglia, terrazzo alluvionale di origine medio – recente ( Successione neogenico - quaternaria ) sede della zona antropizzata.

### *Geomorfologia fluviale*

Il fondovalle, delimitato dalle pendici, si caratterizza per ampia fascia a morfologia sub-pianeggiante costituente alveo fluviale. Trattasi di apporto continentale derivato da trasporto solido fluviale; il regime torrentizio dello “ Scoltenna “ determina alternanza di sedimenti medio – fini conseguenti a regimi idraulici di piena ordinaria ad altri, grossolani, di “ piene “ più significative.

Gli elementi sono arrotondati con giustapposizione in unica direzione ( embriatura ) segnalatrice del flusso idrico.

Localmente, senza alcun ordine, entro l’alveo sono presenti massi a dimensioni superiori rispetto alla media, di natura ofiolitica, costituenti inclusi autoctoni entro la Formazione. L’aspetto è arrotondato, segno del passaggio prolungato dell’acqua di scorrimento superficiale.

Nel contesto di piana alluvionale si inserisce elemento antropico di regimazione trasversale ( briglia ) realizzato a tutela di equilibrio idraulico locale. Trattasi di manufatto in cemento, avente larghezza complessiva di m. 79, su fondazione diretta, che regima il corso fluviale ed ha normalizzato i processi erosivi e di deposito caratteristici dell’ambiente fluviale.

La briglia è posta a monte del vecchio abitato denominato “ Mulino di Camatti “ per anni disabitato, oggi in parte recuperato per uso abitativo saltuario e di servizio; il nucleo edificato dista dalla briglia circa m. 80.

Nel tratto sono presenti altre due briglie di regimazione trasversale, ubicate a valle dell’area d’intervento, con caratteristiche simili, che hanno contribuito nell’arco di alcuni decenni a normalizzare l’equilibrio del corso riducendo il potere erosivo.

Il quadro della morfologia fluviale si completa con la testimonianza ancora visibile della condotta di derivazione dell’acqua utilizzata per il mulino, in epoca passata. La derivazione termina all’altezza della briglia oltre la quale, in avvicinamento alla borgata, è inesistente, sostituita da area cortiliva. La sua presenza ancorché mascherata in parte da vegetazione spontanea testimonia duratura condizione di equilibrio della fascia fluviale interessata.

### *Idrologia - Idrogeologia*

Il quadro idrologico principale è trattato in altra sede; viene qui approfondito l’aspetto relativo alla corrivazione delle acque lungo la pendice poiché le modalità di deflusso sono da considerare come principale fattore di criticità nei terreni argillosi.

Ove il deflusso delle acque è regolare i terreni sono in genere in equilibrio; nei terreni argillosi, impermeabili, lo smaltimento delle acque avviene in tempi rapidi e le argille rimangono asciutte; ove il deflusso è ostacolato, il processo di infiltrazione, pur difficoltoso, modifica sostanzialmente la condizione originaria e genera instabilità locale.

Nello specifico, l’area di diretto interesse non evidenzia particolari problemi di deflusso; le acque risultano ben regimate lungo la viabilità

di accesso alla borgata mediante scoline di attraversamento stradale . Il presidio antropico del versante ( borgate rurali, aree coltivate ) rappresenta corretta gestione del territorio.

Nei terreni naturali la corrivazione superficiale diffusa avviene in forma regolare.

La natura argillosa prevalente determina condizione idrogeologica delicata costituente principale concausa di instabilità. Nel caso in esame, il presidio territoriale esteso a tutto il territorio prativo e arborato contribuisce a ridurre il rischio idrogeologico a carattere regionale considerato e classificato, da una valutazione d'insieme, come medio - basso.

Il rischio idrogeologico specifico per l'area di diretto intervento è anch'esso da considerare basso.

#### *Stato vegetazionale*

Le estensioni prative si alternano ai territori boscati, determinano nell'insieme quadro vegetazionale senza soluzione di continuità.

Le fasce boscate si caratterizzano per bosco ceduo con cerro prevalente su aceri e frassini e sottobosco tipico della fascia mediana collinare elevata slm da m 500 a m 750.

La vegetazione della fascia fluviale si manifesta con forme giovanili di essenze idrofile ove il pioppo è dominante sul salice.

Per l'area direttamente interessata è rilevata presenza di vegetazione arbustiva ed arborea tipica delle fasce fluviali con giovani pioppi.

Il nuovo intervento si inserisce nel contesto vegetazionale senza particolari controindicazioni.

#### *Stabilità territoriale*

I caratteri indicati nei capitoli che precedono sono rappresentativi di una condizione territoriale relativamente comune ove le aree stabili si alternano ad aree instabili.

Con riferimento alla cartografia di PTCP “ Carta delle sicurezze del territorio: “ Rischio da frana : Carta del dissesto “ ( *Cfr. All. n° 5* ) l'area in esame e gran parte della fascia di fondovalle, a monte della briglia, sono inclusi in aree di “ frana quiescente “ ; dai rilievi specifici emerge un quadro decisamente consolidato con grado di equilibrio elevato.

I caratteri identificativi sopra approfonditi, considerati nel loro insieme, inducono ad inserire il territorio in esame, ivi compresa l'area oggetto di intervento, all'interno di “ aree stabili “.

La fascia significativa per la nuova opera, con prevalente sviluppo da sud-est verso nord-ovest, è in equilibrio ed esterna a qualsiasi possibile manifestazione di instabilità locale e regionale.

### **QUADRO NORMATIVO**

Relativamente alla classificazione sismica territoriale di cui all' Ordinanza del PCM n° 3274/2003, il Comune di Montecreto (MO) è inserito in zona sismica 3 "sismicità bassa" a cui corrisponde un'accelerazione orizzontale ( $a_g$ ) massima convenzionale, su suolo di Cat. A, pari a 0,15 g.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14.01.2008, relativo alle nuove norme tecniche per le costruzioni, l'accelerazione orizzontale massima del sito di riferimento viene calcolata considerando le proprietà dell'area oggetto d'intervento, suddividendo il suolo in 5 classi principali (A - B - C - D - E) più due categorie aggiuntive S1 e S2.

Relativamente alla categoria di appartenenza del suolo di fondazione, caratterizzato come in precedenza indicato, si classifica il sottosuolo in esame all'interno della categoria "**B** - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $N_{SPT} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $C_U > 250$  Kpa nei terreni a grana fina)".

L'appartenenza alla categoria **B** trova conferma nei valori di  $V_{s30}$  rilevati nell' indagini sismica:

- $V_{s30}$  in adiacenza all'intervento pari a 559 m/s.

### **QUADRO GEOGNOSTICO**

Per la caratterizzazione del sottosuolo, in conformità legislativa, si è proceduto mediante :

- indagine diretta: verifica granulometrica delle componenti fini e prove sul terreno superficiale (prova scissometrica: field vane test);
- indagine sismica tipo Masw atta alla verifica delle velocità delle onde sismiche entro i livelli di terreno superficiali e semi-profondi determinazione ( $V_{s30}$  - Cfr. All. n° 7).

## **QUADRO GEOTECNICO**

### *Riferimento normativo*

- DM 14.01.2008 “Norme tecniche per le costruzioni”.
- Circolare esplicativa 02.02.2009 n° 617.

### *Riferimenti territoriali*

Comune : Montecreto (MO) : zona di fondovalle .  
Quota media rilevata: 505 m s.l.m.  
Coordinate ED50:  
Lat. 44,269546  
Long. 10,722436

Categoria topografica : T<sub>1</sub>  
Coeff. di amplificazione topografica: St = 1,0

Sismicità : Classe 3 – Rischio sismico basso. Area instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche ( Cfr. All. n° 6 ).

Categoria suolo : “ **B** - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V<sub>S30</sub> compresi tra 360 m/s e 800 m/s ( ovvero N<sub>SPT</sub> > 50 nei terreni a grana grossa e C<sub>U</sub> > 250 Kpa nei terreni a grana fina ) ”.

### *Tipologia di indagine*

- Ricerca dati storici del territorio .
- Approfondimento di dettaglio mediante :
  - prove dirette con scissometro e pocket
  - stendimento sismico, metodo Masw

### *Modello geologico*

- Litologia argillosa. Formazione autoctona a potenza molto elevata ( >> 30 m ) con ricoprimento superficiale in ghiaia ( APA – Argille a Palombini ).

### *Modello idrogeologico*

- terreno superficiale insaturo oltre quota d'alveo m 505 slm e superiori ;
- terreno saturo a quota d'alveo, m 505, e inferiori.

*Modello e caratterizzazione geotecnica*  
Litotipo argilloso con spessore > 30 m

Componente argillosa > 70 % (\*)  
Componente limosa < 30 %  
Cu : 0.40 ÷ 0.80 Kg/cmq = 40 ÷ 80 KPa  
 $\phi$  : 18° ÷ 20° = minimo angolo di naturale declivio  
 $\gamma_t$  : 1.85 t/mc  
 $\gamma_{t1}$  : 2.00 t/mc

(\*) Argilla a consistenza plastica in superficie, media e elevata in profondità, sino a divenire pseudo rocciosa.

### **INDICAZIONI ESECUTIVE**

#### *Tipologia di fondazioni.*

Nel contesto rilevato, in relazione alla tipologia dell'intervento si dovrà realizzare fondazione diretta ancorata al sub-strato autoctono (Formazione Argille a Palombini – APA).

#### *Stabilità fronti di scavo – sbancamenti.*

La tipologia dell'intervento non determina fronti di scavo significativi e pertanto non si rendono necessarie verifiche di stabilità specifiche. Il movimento terra interessa la parte territoriale di piana alluvionale a morfologia pianeggiante; l'inizio di pendice ed il suo piede, non saranno interessati agli scavi.

#### *Terre e rocce da scavo.*

Con riferimento al D.L. 152/2006, al D.L. 16.01.2008 n° 4 Art. 186 ed alla recente Legge 98 del 09.08.2013 si rimanda alla dichiarazione ed agli allegati tecnici relativi. In questa sede si conferma che il materiale rimosso in fase di esecuzione verrà utilizzato all'interno dell'area d'intervento per i ripristini finali morfologici dell'area. Non è previsto alcun conferimento esterno.

### *CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE*

Gli aspetti trattati consentono nel loro insieme di considerare l'intervento proposto come fattibile e privo di negatività rispetto allo stato attuale.

La nuova opera si inquadra infatti come intervento di :

- 1°) manutenzione sostanziale sulla briglia di regimazione esistente e pertanto di aiuto al deflusso delle acque ;
- 2°) regimazione protettiva della sponda destra dell'alveo fluviale, con sviluppo prevalentemente longitudinale a cavaliere della briglia;
- 3°) consolidamento del ciglio d'alveo, mediante realizzazione di gabbionata, a valle della briglia, a protezione dell'abitato esistente ;
- 4°) presidio pressoché continuo del tratto interessato e quindi di manutenzione ordinaria da intendersi duratura nel medio periodo ( tempo di previsione operativa ).

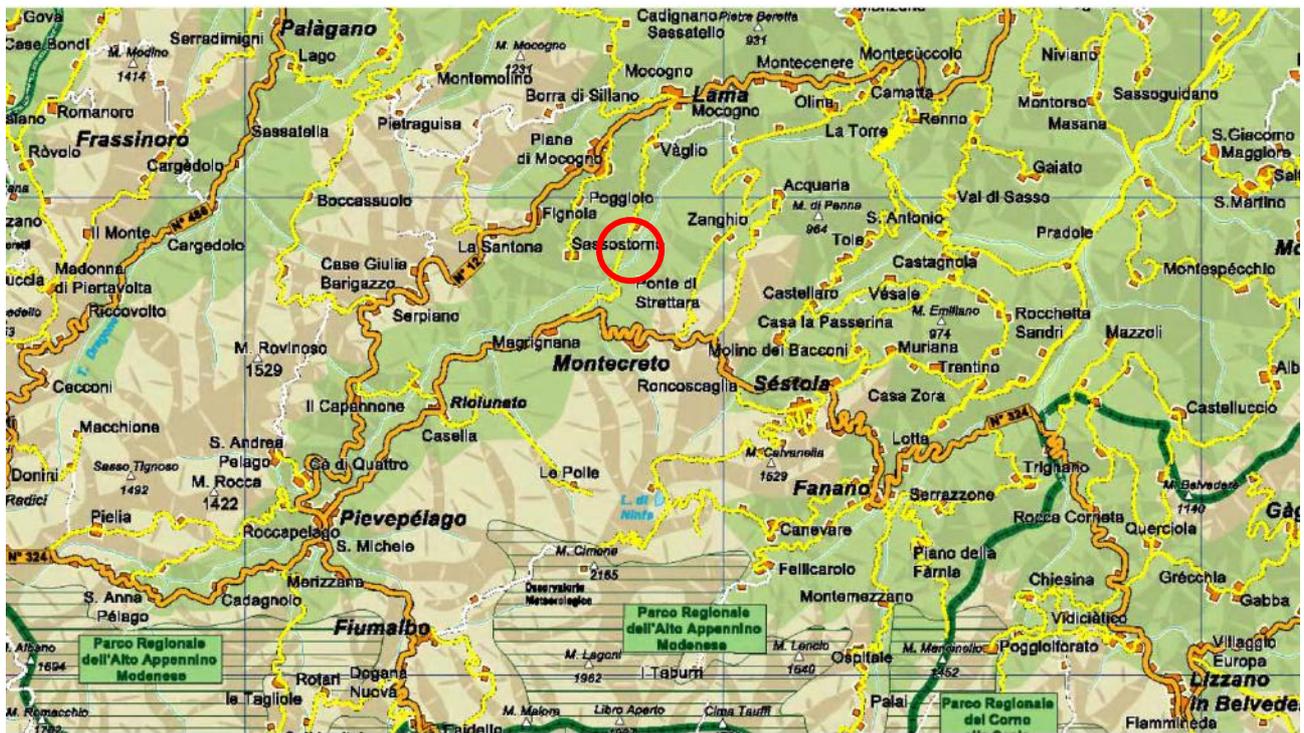
Per contro non si ravvedono aspetti negativi a che l'iniziativa possa trovare attuazione.

Per quanto di competenza si attesta che la costruzione della " nuova opera " , così come evidenziata nelle unite tavole progettuali, non produrrà interferenza negativa alcuna sugli esistenti equilibri.

È altresì auspicabile che gli accorgimenti complementari alle opere principali, quali definizione di raccordi morfologici, regimazione delle acque meteoriche di corrivazione superficiale, piantumazioni di essenze erbacee e/o arbustive perimetrali, siano eseguiti nel rispetto di corretta sensibilità ambientale .

*CARTA della LOCALIZZAZIONE scala 1: 200.000*

*All. n° 1*



REGIONE EMILIA ROMAGNA

PROVINCIA di MODENA

COMUNE di MONTECRETO



Area d'interesse

*CARTA di INQUADRAMENTO TERRITORIALE* scala 1: 25.000

Estratto dalla Tavola n° 236SO

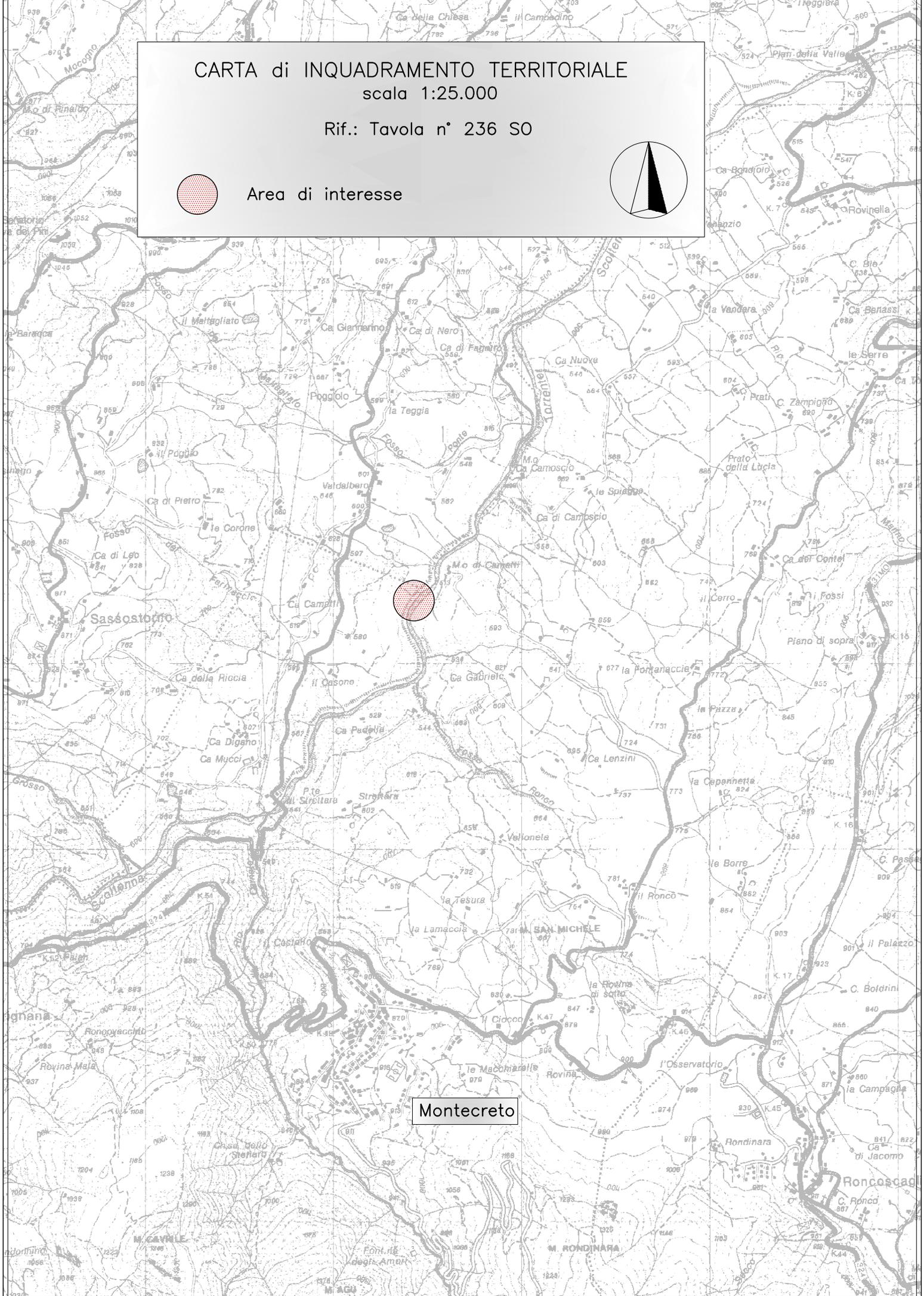
*All. n° 2*

CARTA di INQUADRAMENTO TERRITORIALE  
scala 1:25.000

Rif.: Tavola n° 236 SO



Area di interesse

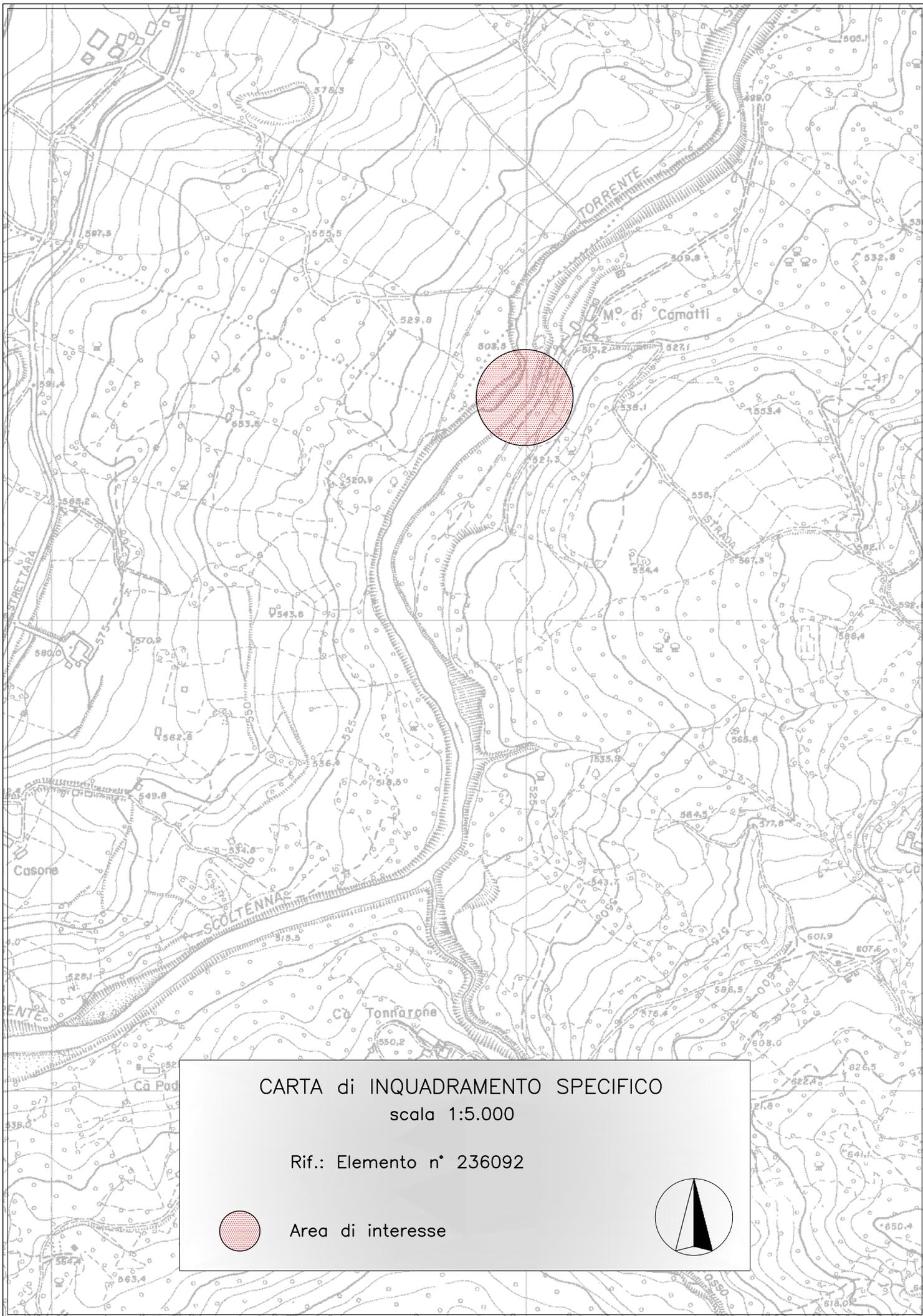


Montecreto

*CARTA DI INQUADRAMENTO SPECIFICO scala 1: 5.000*

Estratto dall'Elemento n° 236092

*All. n° 3*



CARTA di INQUADRAMENTO SPECIFICO

scala 1:5.000

Rif.: Elemento n° 236092



Area di interesse



*CARTA GEOLOGICA REGIONALE scala 1:10.000*

Sezione n° 236090 - Montecreto

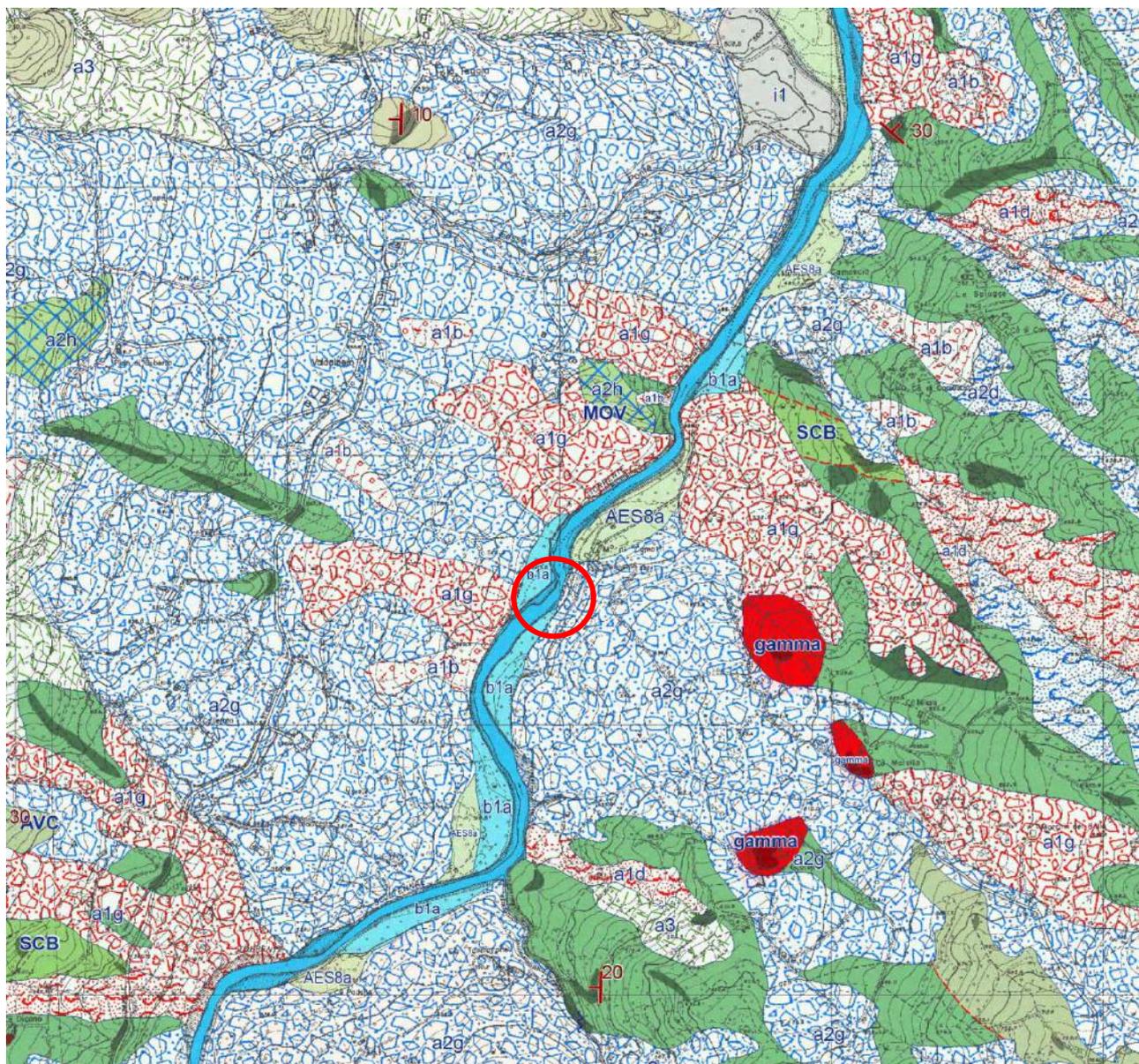
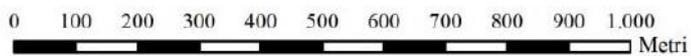
*All. n° 4*

# carta geologica dell'appennino emiliano-romagnolo a scala 1:10.000

Regione Emilia-Romagna

edizione 2011

servizio geologico  
sismico e dei suoli

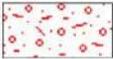
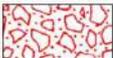
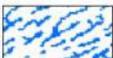
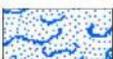


Area d'intervento

## SEZIONE 236090 - MONTECRETO

### DESCRIZIONE DELLE UNITA' GEOLOGICHE PRESENTI IN CARTA (solo quelle rappresentate in forma poligonale)

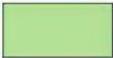
#### Depositi quaternari continentali

	a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento
	a1d - Deposito di frana attiva per colamento lento
	a1g - Deposito di frana attiva complessa
	a2 - Deposito di frana quiescente di tipo indeterminato
	a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento
	a2d - Deposito di frana quiescente per colamento lento
	a2g - Deposito di frana quiescente complessa
	a2h - Deposito di frana quiescente per scivolamento in blocco o DGPV
	a3 - Deposito di versante s.l.
	a4 - Deposito eluvio-colluviale
	a6 - Detrito di falda
	b1a - Deposito alluvionale in evoluzione fissato da vegetazione
	b1 - Deposito alluvionale in evoluzione
	d1 - Deposito eolico
	i1 - Conoide torrentizia in evoluzione

#### Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano

	AES8a - Unità di Modena
---	-------------------------

#### Unità liguri

	MOH - Formazione di Monghidoro
	MOV - Formazione di Monte Venere
	CAO - Flysch di Monte Caio
	AVT - Argille variegata di Grizzana Morandi

	AVTa - Argille variegata di Grizzana Morandi - litozona argillitica
	SCB - Arenarie di Scabiazza
	APA - Argille a palombini
	bp1 - Breccie poligeniche
	gamma - Gabbri
	sigma - Serpentine

---

## In Provincia di Modena

### Depositi quaternari continentali

#### **a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento**

Deposito originato dal movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio.

#### **a1d - Deposito di frana attiva per colamento lento**

Deposito messo in posto da movimento distribuito in maniera continuata all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio all'interno di questa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate. I materiali coinvolti sono per lo più coesivi. I depositi più frequenti sono costituiti in prevalenza da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabili.

#### **a1g - Deposito di frana attiva complessa**

Deposito messo in posto in seguito alla combinazione nello spazio e nel tempo di due o più tipi di movimento.

#### **a2 - Deposito di frana quiescente di tipo indeterminato**

Deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti ma con possibilità di riattivazione, costituito da litotipi eterogenei, raramente monogenici, ed eterometrici, più o meno caotici. La tessitura dei depositi è condizionata dalla litologia del substrato e dal tipo di movimento prevalente, che è stato generalmente indicato (dove non specificato, il tipo movimento è indeterminato). La maggior parte dei depositi di frana del territorio appenninico è comunque di tipo complesso ed è il risultato di più tipi di movimento sovrapposti nello spazio e nel tempo (tipicamente scorrimenti/colamenti). La tessitura prevalente risulta costituita da clasti di dimensioni variabili immersi in una abbondante matrice pelitica e/o sabbiosa.

#### **a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento**

Deposito originato dal movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio.

#### **a2d - Deposito di frana quiescente per colamento lento**

Deposito messo in posto da movimento distribuito in maniera continuata all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio all'interno di questa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate. I materiali coinvolti sono per lo più coesivi. I depositi più frequenti sono costituiti in prevalenza da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabili.

#### **a2g - Deposito di frana quiescente complessa**

Deposito messo in posto in seguito alla combinazione nello spazio e nel tempo di due o più tipi di movimento.

## Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano

### **AES8a - Unità di Modena**

Depositi ghiaiosi passanti a sabbie e limi di terrazzo alluvionale. Limi prevalenti nelle fasce pedecollinari di interconoide. Unità definita dalla presenza di un suolo a bassissimo grado di alterazione, con profilo potente meno di 100 cm, calcareo, grigio-giallastro o bruno grigiastro. Nella pianura ricopre resti archeologici di età romana del VI secolo d.C.. Potenza massima di alcuni metri (< 10 m).

*Post-VI secolo d.C.*

## Unità liguri

### **MOH - Formazione di Monghidoro**

Torbiditi arenaceo-pelitiche in strati spessi, raramente molto spessi, con rapporto A/P generalmente intorno a 2/1 cui si intercalano intervalli metrici di strati sottili e medi con rapporto A/P circa 1/2. Le arenarie sono gradate con base a granulometria da media a grossolana, talora microconglomeratica, localmente poco cementate, di colore grigio scuro ma generalmente marroni o giallastre per alterazione ed ossidazione dei minerali ferri; passano ad argilliti più o meno siltose di colore nerastro. Nella parte bassa della formazione sono presenti rari strati sottili calcareo-marnosi o calcarei con abbondanti tracce di fucoidi. Localmente distinte: la litofacies arenacea (MOHa), caratterizzata da  $A/P \gg 1$ ; la litofacies pelitico-arenacea (MOHb), caratterizzata da strati sottili pelitico-arenacei con rapporto  $A/P < 1$ ; la litofacies pelitica (MOHc) con  $A/P < 1/10$ . Torbiditi di piana bacinale. Limite inferiore graduale su MOV. La potenza geometrica è di qualche centinaio di metri.

*Maastrichtiano sup. - Paleocene sup.*

### **MOV - Formazione di Monte Venere**

Torbiditi arenaceo-marnose con base fine grigio-chiaro, in strati da medi a molto spessi, al tetto intervalli sottili o medi di argille scure o nerastre. Intercalazioni metriche di strati arenaceo-pelitici da sottili a spessi grigio brunastri, con rapporto  $A/P > 1$ , a luoghi prevalenti sugli strati calcareo-marnosi. Regolari intercalazioni di megatorbiditi calcareo-marnose in strati spessi fino a 15 m. Contatto inferiore non preservato. Torbiditi di ambiente marino profondo. Potenza fino a 900 m.

*Campaniano sup. - Maastrichtiano sup.*

### **CAO - Flysch di Monte Caio**

Torbiditi calcareo-marnose, grigio-scure, in strati da medi a molto spessi con una base arenitica media o fine passante a marna; a tetto intervalli sottili e medi di argilla nerastra fissile. Si alternano a pacchi di torbiditi arenaceo-pelitiche da sottili a medie e a torbiditi calcareo-pelitiche chiare in strati medi. Torbiditi di piana abissale. Contatto inferiore non affiorante. Potenza fino ad alcune centinaia di metri.

*Campaniano sup. - Maastrichtiano*

### **APA - Argille a palombini**

Argilliti ed argilliti siltose grigio scure, più raramente verdi, rossastre o grigio-azzurrognole, fissili (nella pelite è spesso presente un clivaggio scaglioso a carattere pervasivo), alternate a calcilutiti silicizzate grigio chiare e grigio-verdi, biancastre in superficie alterata, talvolta con base arenitica da fine a grossolana, in strati da medi a spessi (molto spesso discontinui per motivi tettonici) e più rari calcari marnosi grigi e verdi in strati spessi. Rapporto Argilla/Calcare quasi sempre  $> 1$ . Frequenti intercalazioni di siltiti ed arenarie torbiditiche fini (talora manganesifere) a tetto pelitico in letti molto sottili e sottili di colore grigio scuro (o beige se alterate). La formazione in genere è intensamente deformata con perdita dell'originario ordine stratigrafico alla scala dell'affioramento; gli strati calcilutitici sono spesso "boudinati". Nei Fogli 219 -236 all'interno della formazione sono talora presenti lembi di ofioliti (of) giurassiche, spesso distinte in: arenarie ofiolitiche (ao), breccie ofiolitiche (bo), breccie poligeniche a elementi magmatici, calcarei e diasprigni: (bp1), basalt. Contatti ovunque tettonici o non affioranti. Sedimentazione pelagica argillosa, intervallata da risedimentazione di fanghi carbonatici. Potenza geometrica variabile da alcune decine ad alcune centinaia di metri.

*Barremiano - Turoniano?*

### **bp1 - Breccie poligeniche**

### **gamma - Gabbri**

### **sigma - Serpentine**

Peridotiti lherzolitiche serpentizzate, di colore scuro, verde chiaro all'alterazione, talora brecciate;

*ESTRATTO del PTCP scala 1:10.000*

*Stralcio Tav. n° 2.1.17*

Carta delle sicurezze del territorio – Rischio da frana: carta del dissesto

*All. n° 5*

Provincia di Modena

**2009 P.T.C.P.**  
 STRATEGIA DI GOVERNO DEL TERRITORIO PER UN FUTURO SOSTENIBILE  
 Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale

**CARTE 2**  
**Carte delle Sicurezze del Territorio**

**2.1 Rischio da frana:  
 carta del dissesto**

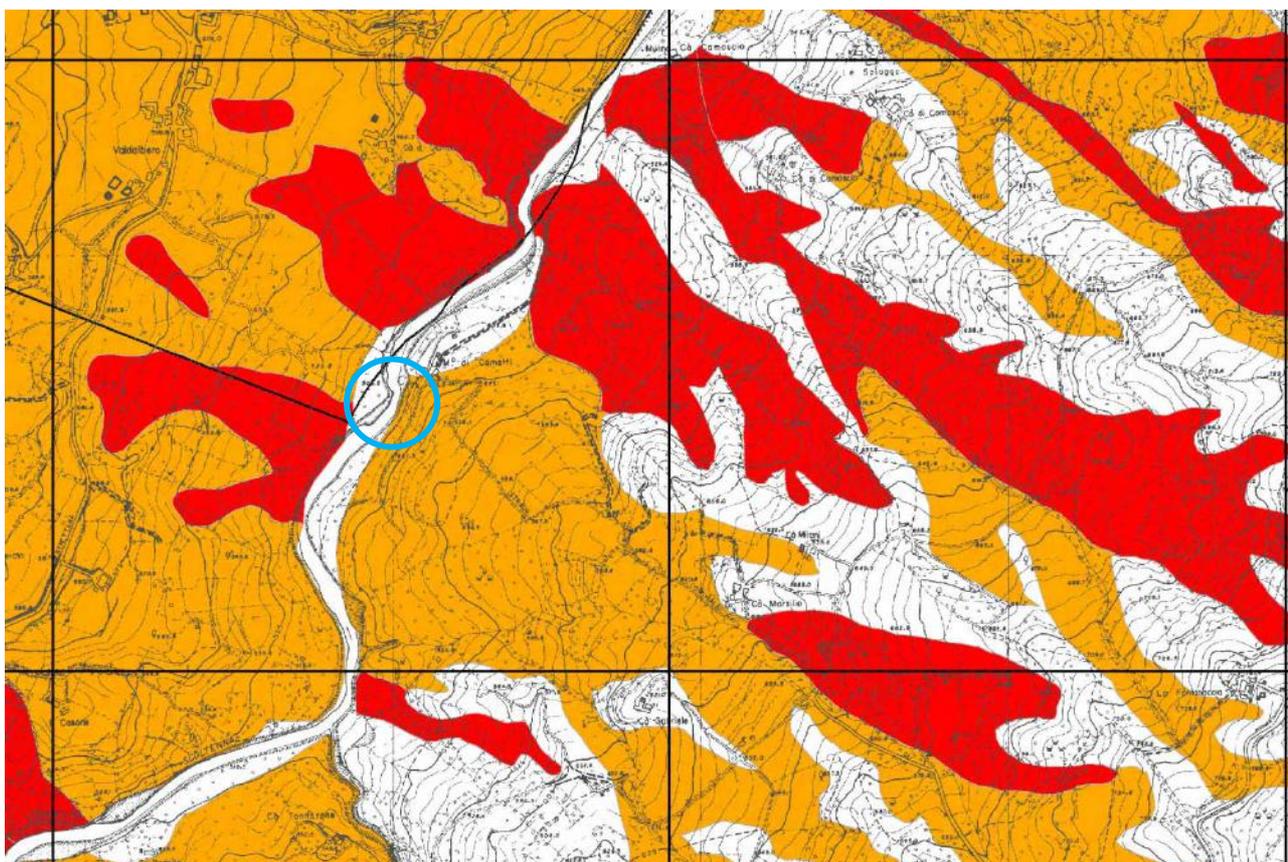
**Tavola 2.1.17**  
 Scala 1:10.000

Adottato con D.C.P. n.112 del 22/07/2008  
 Approvato con D.C.P. n.46 del 18/03/2009

**VOCI DI LEGENDA**

Zone ed elementi caratterizzati da fenomeni di dissesto e instabilità			
		Aree interessate da frane attive	Art.15
		Aree interessate da frane quiescenti	
Zone ed elementi caratterizzati da potenziale instabilità			
		Aree potenzialmente instabili	Art.16

 Area d'interesse

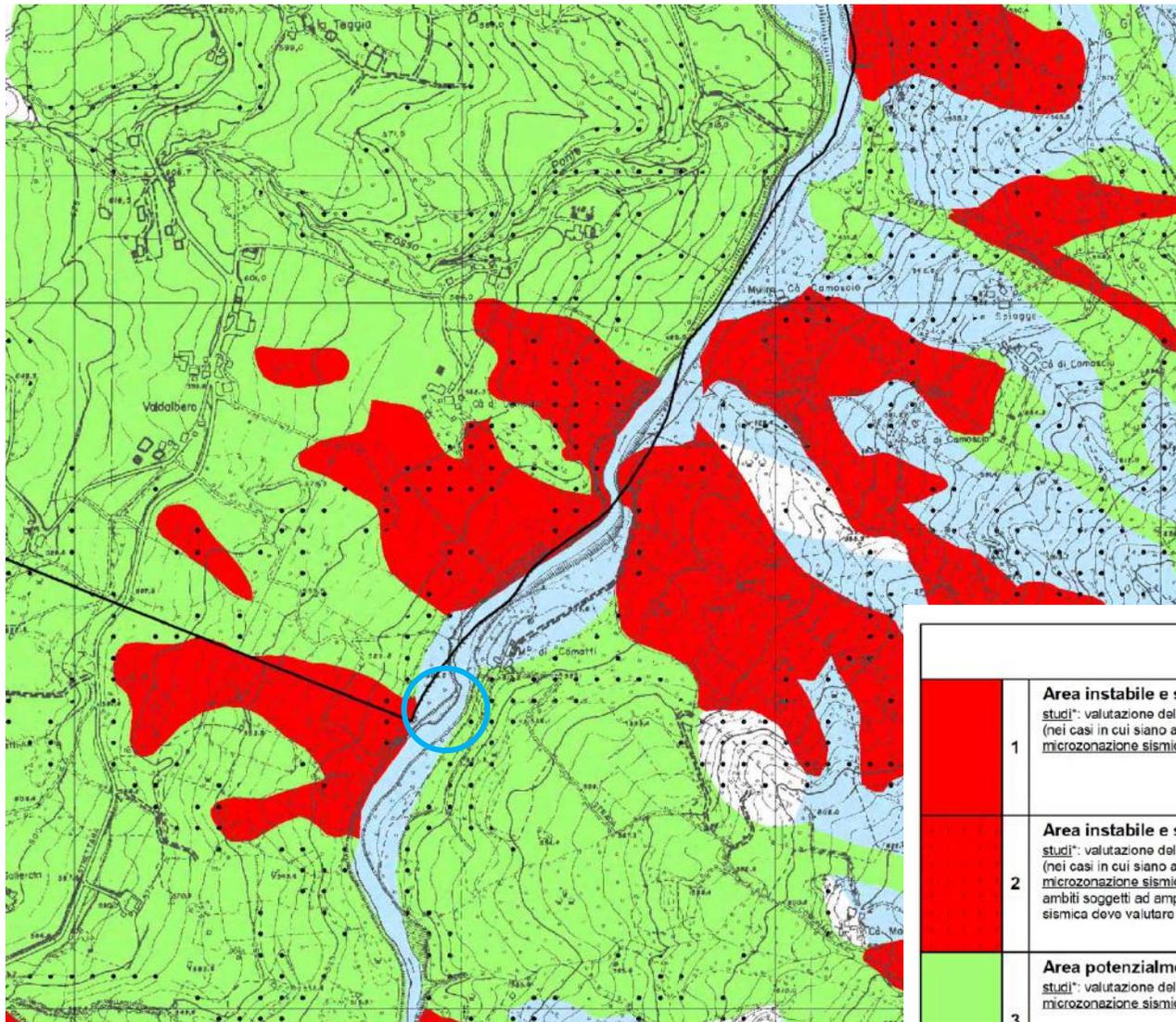


*ESTRATTO del PTCP scala 1:10.000*

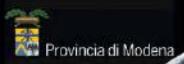
*Stralcio Tav. n° 2.2b.17*

Carta delle sicurezze del territorio – Rischio sismico  
Carta delle aree suscettibili di effetti locali

*All. n° 6*



Area d'interesse



**2009 PTC**  
 STRATEGIA DI GOVERNO DEL TERRITORIO PER UN FUTURO SOSTENIBILE  
 Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale

**CARTE 2**  
**Carte delle Sicurezze del Territorio**  
**2.2 Rischio sismico:**  
**carta delle aree suscettibili**  
**di effetti locali**  
**Tavola 2.2 b.17**  
 Scala 1:10.000

Adottato con D.C.P. n.112 del 22/07/2008  
 Approvato con D.C.P. n.46 del 18/03/2009

Effetti attesi	
1	<b>Area instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche</b> <u>studi</u> *: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche o pseudostatiche (nei casi in cui siano ammessi interventi); <u>microzonazione sismica</u> *: approfondimenti di III livello.
2	<b>Area instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche</b> <u>studi</u> *: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico e del grado di stabilità in condizioni dinamiche o pseudostatiche (nei casi in cui siano ammessi interventi); <u>microzonazione sismica</u> *: approfondimenti di III livello; nelle aree prossime ai bordi superiori di scarpate o a quote immediatamente superiori agli ambiti soggetti ad amplificazione per caratteristiche topografiche e nelle zone con accentuato contrasto di pendenza, lo studio di microzonazione sismica deve valutare anche gli effetti della topografia.
3	<b>Area potenzialmente instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche</b> <u>studi</u> *: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche o pseudostatiche; <u>microzonazione sismica</u> *: approfondimenti di III livello.
4	<b>Area potenzialmente instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche</b> <u>studi</u> *: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche o pseudostatiche; <u>microzonazione sismica</u> *: approfondimenti di III livello; nelle aree prossime ai bordi superiori di scarpate o a quote immediatamente superiori agli ambiti soggetti ad amplificazione per caratteristiche topografiche e nelle zone con accentuato contrasto di pendenza, lo studio di microzonazione sismica deve valutare anche gli effetti della topografia.
5	<b>Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche</b> <u>studi</u> *: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico; <u>microzonazione sismica</u> *: approfondimenti di II livello.

*INDAGINE GEOGNOSTICA TERRITORIALE*

- Sismica metodo Masw

*All. n° 7*

## *INTRODUZIONE*

È stata svolta indagine geognostica territoriale su area collinare prossima al T. Scoltenna, all'altezza della borgata "Mulino Camatti", in Comune di Montecreto, con l'obiettivo di caratterizzare il sottosuolo in conformità alle disposizioni normative in materia.

L'indagine è articolata mediante sismica di determinazione  $V_{s30}$  - categoria suolo di fondazione.

Il territorio è così contraddistinto:

- Comune di Montecreto (MO), fondovalle T. Scoltenna;
- sponda destra dell'asta fluviale in prossimità della borgata "Mulino Camatti";
- versante con sviluppo sud-est – nord-ovest con quota di riferimento in fondovalle pari a m. 505 s.l.m..



Ubicazione area di indagine (tratto da Google Maps).

---

### *Metodo di indagine*

La MASW (Multichannel Analysis of Seismic Waves) è una metodologia di indagine geofisica che consente l'individuazione di frequenza, ampiezza, lunghezza d'onda e velocità di propagazione delle onde sismiche superficiali (principalmente onde di Rayleigh) generate artificialmente. L'analisi delle onde superficiali permette la determinazione delle velocità delle onde di taglio verticali ( $V_s$ ) nei terreni al di sotto dello stendimento sismico.

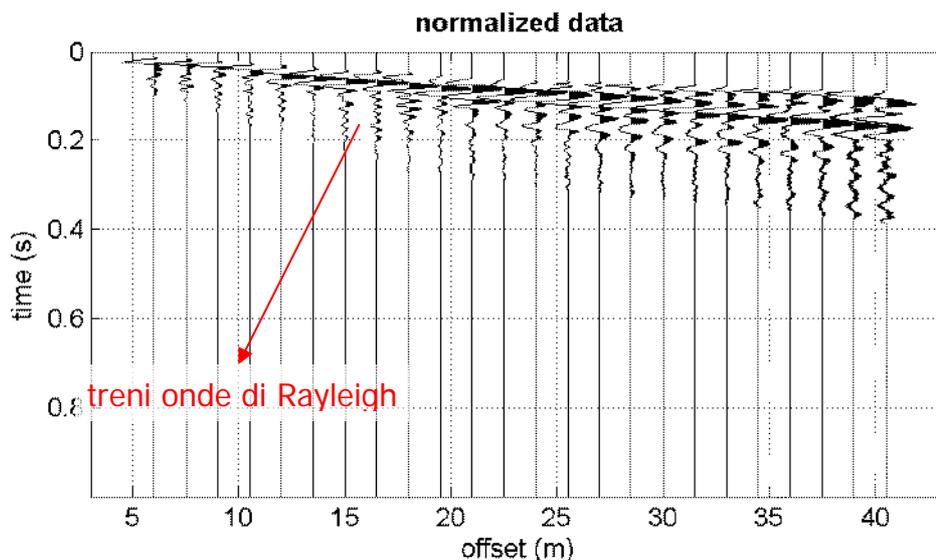
L'indagine è realizzata disponendo lungo una linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale mazza battente su piastra metallica o cannoncino sismico, produce treni d'onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo. Il risultato è un sismogramma che contiene molteplici informazioni quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'istante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda.

La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellizzazione ed elaborazione matematica con algoritmi capaci di minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza. Il diagramma, riferibile al centro della linea sismica, rappresenta un valor medio della sezione di terreno interessata all'indagine di lunghezza circa corrispondente a quella della linea sismica e profondità variabile principalmente in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati e della geometria dello stendimento.

Il metodo MASW sfrutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare le equivalenti velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall'interazione delle onde di taglio verticali e delle onde di volume ( $V_p$ ).

Le onde di Rayleigh si propagano secondo fronti d'onda cilindrici, producendo un movimento ellittico delle particelle durante il transito. Con i metodi di energizzazione usuali i due terzi dell'energia prodotta viene trasportata dalle onde di Rayleigh a fronte di meno di un terzo suddiviso tra le rimanenti tipologie di onde. Inoltre le onde di Rayleigh sono meno sensibili delle onde P e S alla dispersione in funzione della distanza e con un'attenuazione geometrica inferiore.

Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d'onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi. In pratica il metodo MASW di tipo attivo opera in intervalli di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz circa, permettendo di indagare una profondità massima variabile, in funzione delle caratteristiche dei terreni interessati, tra 30 e 50 metri.



- Sismogramma -

La geometria della linea sismica ha influenza sui dati e quindi sul risultato finale, infatti la massima lunghezza d'onda acquisibile è circa corrispondente alla lunghezza dello stendimento; mentre la distanza tra i geofoni, solitamente compresa tra 1 e 3 metri, definisce la minima lunghezza d'onda individuabile evitando fenomeni di aliasing.

Nella campagna di indagine del lavoro in oggetto è stato eseguito uno stendimento di 24 geofoni, utilizzando tutto lo spazio a disposizione, con spaziatura tra i geofoni di 1,5 metri per una lunghezza della linea sismica di 34,5 metri. L'energizzazione è stata eseguita a 1,5 m, 6,0 m e 9,0 metri dal primo geofono.

*Strumentazione*

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismografo multicanale ECHO 24/2010 Ambrogeo, munito di contenitore in ABS a tenuta stagna da campo, conversione A/D a 24 bit, dotato di 24 geofoni Oyo Geospace verticali con frequenza propria di 4,5 Hz, collegati allo strumento tramite cavi elettrici schermati.

Lo strumento è in grado di gestire l'acquisizione simultanea su 24 canali e di rilevare l'istante di energizzazione (tempo zero) tramite geofono starter. È inoltre equipaggiato di software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

- impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
- impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;
- selezione entità dell'amplificazione del segnale per ogni canale;
- impostazione filtri delle frequenze indesiderate;
- visualizzazione sismogramma con misura dei tempi di arrivo;
- esecuzione operazioni di somma e sottrazione di ulteriori sismogrammi;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione.

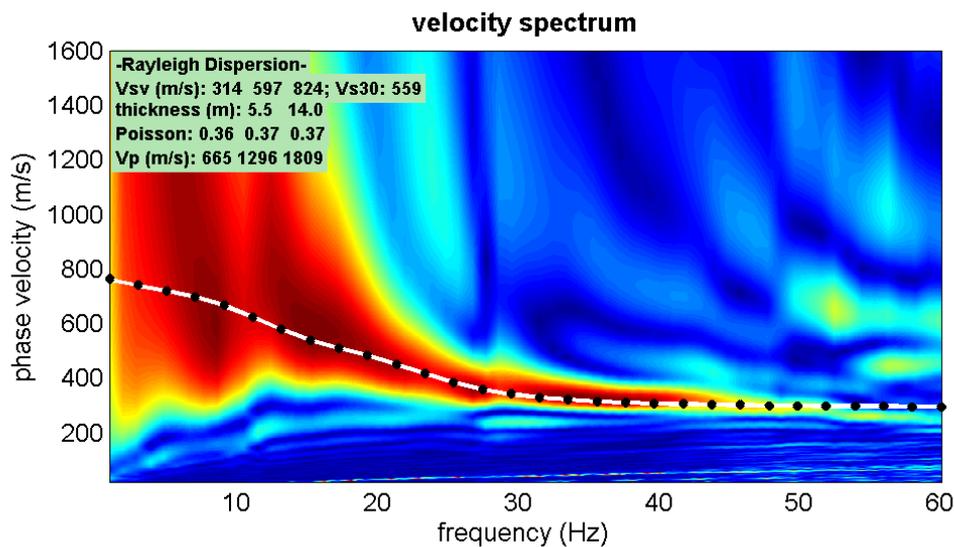
Per l'energizzazione è stata utilizzata una mazza del peso di 8 kg e una piastra di battuta di alluminio.

### Elaborazione

L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato (Winmasw 4.8 – Eliosoft) in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi, modellizzazione e restituzione finale.

La fase iniziale consiste nel filtraggio del segnale sismico per eliminare il “rumore” ed eventuali frequenze indesiderate. Il software permette di visualizzare il sismogramma nei dominio spazio-tempo e visualizzando i grafici frequenza-ampiezza anche per le singole tracce. Sono disponibili varie modalità di gestione del segnale, le cui principali sono i filtri “passa basso”, “passa alto”, “passa banda”, “taglia banda”, il “muting” e l'ACG. Inoltre tramite le curve di attenuazione delle onde superficiale è possibile valutare con maggior precisione la qualità dei dati acquisiti.

La fase successiva consiste nel calcolo della curva di dispersione, visualizzata tramite diagramma frequenza-numero d'onda con appropriata scala cromatica dell'ampiezza.



*-diagramma della curva di dispersione-*

Utilizzando la curva di dispersione si procede ad individuare la curva della velocità di fase apparente del modo fondamentale e, ove possibile, dei modi superiori.

La fase di inversione prevede una modellizzazione monodimensionale che consente di determinare un profilo di velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità. L'elaborazione avviene tramite l'applicazione di procedimenti calcolo e algoritmi genetici di inversione (global-search methods), che gestiscono all'intero di un “spazio di ricerca”, modelli caratterizzati da parametri velocità di taglio (Vs) e spessori degli strati. Altri parametri previsti dal modello sono il coefficiente di Poisson e la velocità delle onde di volume (Vp) che, assieme a spessore degli sismostrati e relative Vs, possono venire modificati anche manualmente. Tramite interazioni successive si ottiene un modello di inversione in grado di far coincidere con la migliore approssimazione possibile la curva di dispersione elaborata nella fase precedente e quella modellizzata. Viene inoltre restituita una stima dell'attendibilità (deviazione standard) del modello proposto ottenuta con tecniche statistiche.

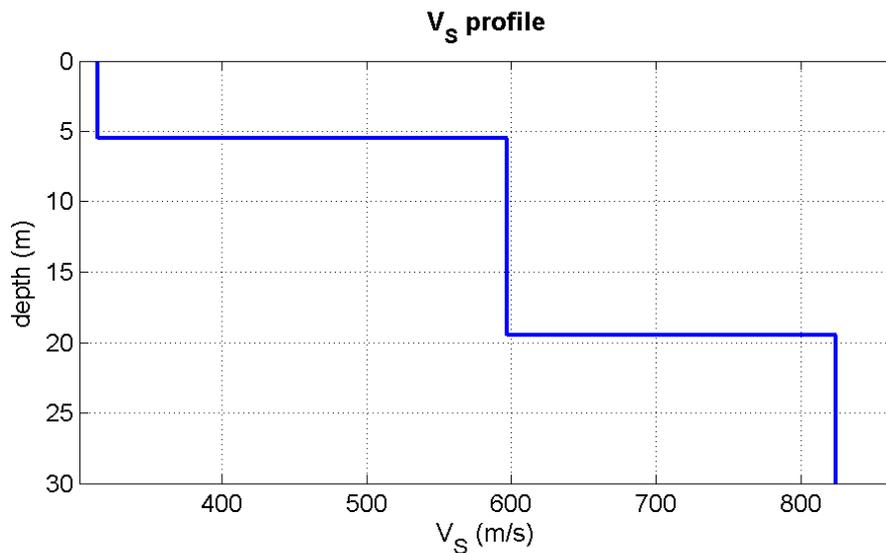
In conclusione viene restituito un diagramma (1D) delle velocità delle onde di taglio (Vs) in funzione della profondità, con relativa tabella, calcolo delle Vs30 e correlazione al tipo di terreno, come da normativa.

Va ricordato che il diagramma 1D mostra una suddivisione sismostratigrafica ricostruita sul differente comportamento sismico dei materiali investigati. È quindi possibile che variazioni di velocità non corrispondano necessariamente a passaggi litologici netti.

### *Risultati*

L'analisi delle onde di taglio ( $V_s$ ) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore  $V_{s30}$  per la sezione indagata. Il valore di  $V_{s30}$  è riferito ai primi 30 m a partire dal piano campagna risulta pari a 559 m/sec.

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
5,5	5,5	314
19,5	14,0	597
30,0	10,5	824



- *Diagramma velocità/profondità* -

*DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA*

*All. n° 8*



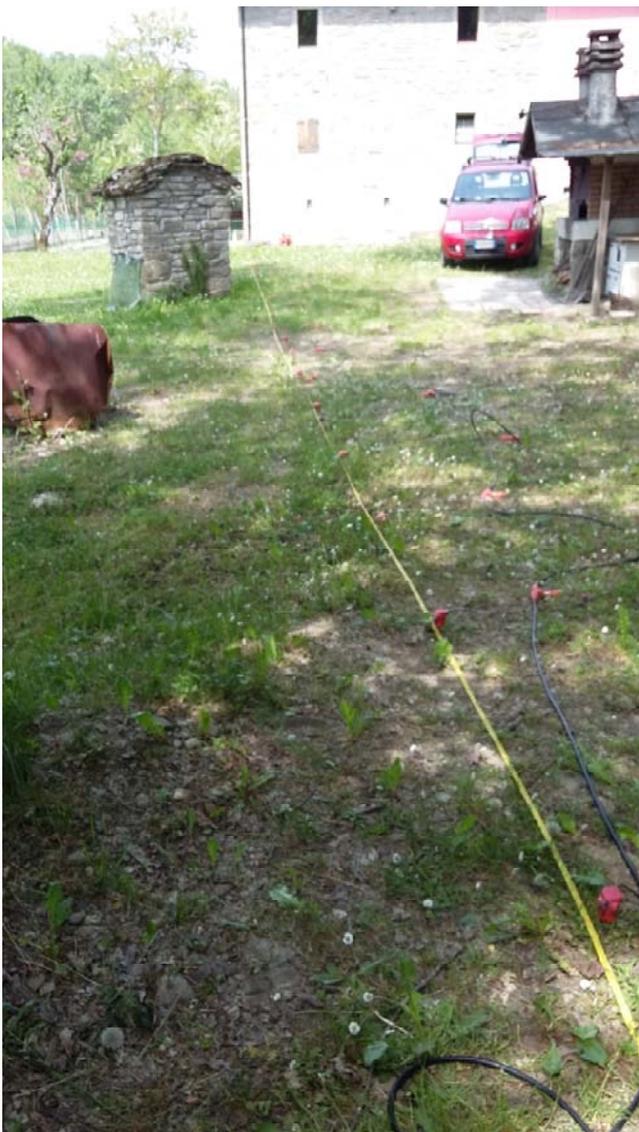
*Foto n° 1*      Panoramica della sponda destra del T. Scoltenna.  
Vista d'insieme della briglia da nord-ovest verso sud-est.



*Foto n° 2*      Vista d'insieme della briglia da nord verso sud.



**Foto n° 3** Vista dell'area a valle della briglia.  
Sullo sfondo masso ofilitico e borgata "Mulino Camatti".



**Foto n° 4**  
Indagine geognostica indiretta.

*RIFERIMENTO PROGETTUALE*

*All. n° 9*

