

REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE SUL TORRENTE SCOLTENNA IN LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE



committente

CONSULT A srl

via Umberto I, 7 Pavullo n./F.(MO)
P.IVA e C.F. 01890210360



COORDINAMENTO, PROGETTO E INTEGRAZIONE DISCIPLINE
SPECIALISTICHE

Ing. Claudia Dana Aguzzoli

GRUPPO DI LAVORO

Ing. Alessandro Zuccaro - Dott.ssa Piera Scarano



RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA

087 prof MC loc AS arg RG01 doc e prog P fase 0 rev.

cartella: 087 file name: scala:

rev.	descrizione	data	redatto	verificato	approvato
0	Emissione	15/02/2016	Morpurgo	Scarano	Aguzzoli

**REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE
SUL TORRENTE SCOLTENNA
LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE**

INDICE

1. DATI DI PROGETTO	2
2 . LOCALIZZAZIONE	3
4.GEOLOGIA.....	4
5 STABILITÀ E PTCP	6
6. ASPETTI SISMICI	7
6.1 Normativa.....	7
6.2 Sismicità e PTCP.....	8
6.3 Caratteristiche sismiche locali.....	9
6.4 Classificazione Sismica del suolo	11
7. CONCLUSIONI	12
ALLEGATO INDAGINE SISMICA.....	13
INTRODUZIONE	14
1. METODO DI INDAGINE	15
2. STRUMENTAZIONE	16
3. ELABORAZIONE	17
4. RISULTATI – DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE	19

**REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE
SUL TORRENTE SCOLTENNA
LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE**

1. DATI DI PROGETTO

Il progetto prevede la costruzione di una microcentralina idroelettrica da posizionare in corrispondenza della briglia che si trova sul Torrente Scoltenna, sulla sinistra idraulica del torrente, all'altezza del Molino delle Campore, in Comune di Montecreto, in confine con il Comune di Lama Mocogno.

Le opere previste –a struttura in c.a. - consistono in uno scavo a ridosso della zona fluviale per la realizzazione di una centralina idroelettrica e relative fondazioni, comprendente la presa d'acqua a monte e lo scarico a valle.

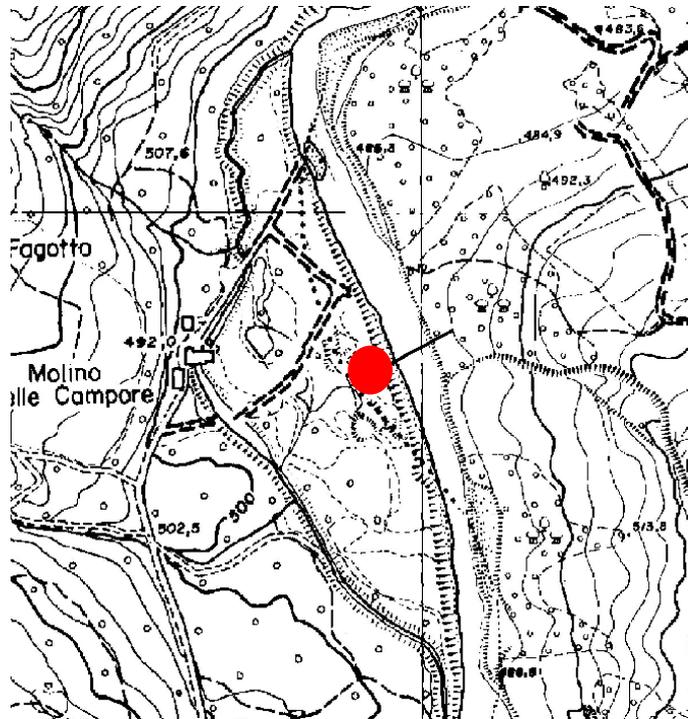


Figura 1. Individuazione dell'area d'intervento su CTR

**REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE
SUL TORRENTE SCOLTENNA
LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE**

2 . LOCALIZZAZIONE

Il Molino delle Campore si trova in prossimità del confine comunale di Montecreto con Lama Mocogno (non molto distante da Valdalbero) e rappresenta la località in cui si realizza l'intervento, in corrispondenza della Pesca sportiva "il Mulino" in sinistra idrografica del Torrente Scoltenna. La centralina sarà realizzata in corrispondenza della briglia esistente, in Comune di Montecreto.

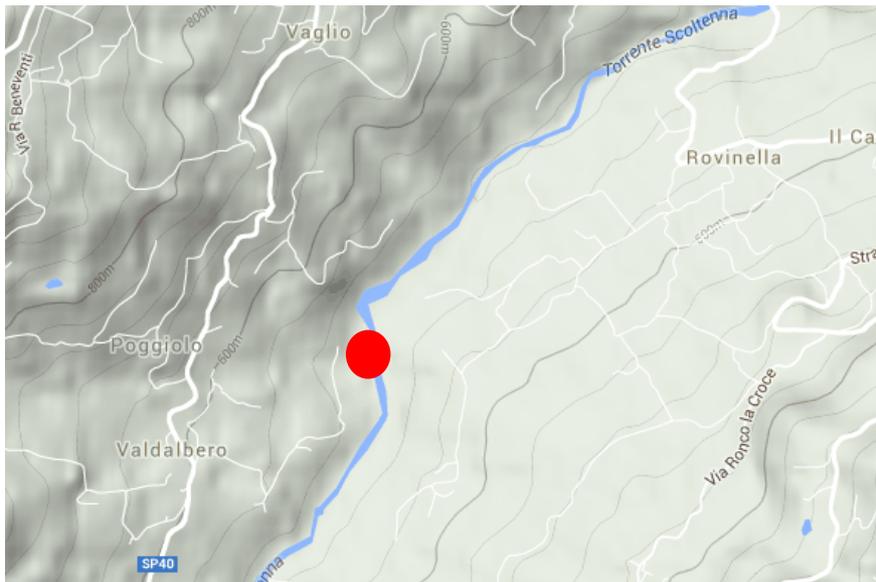
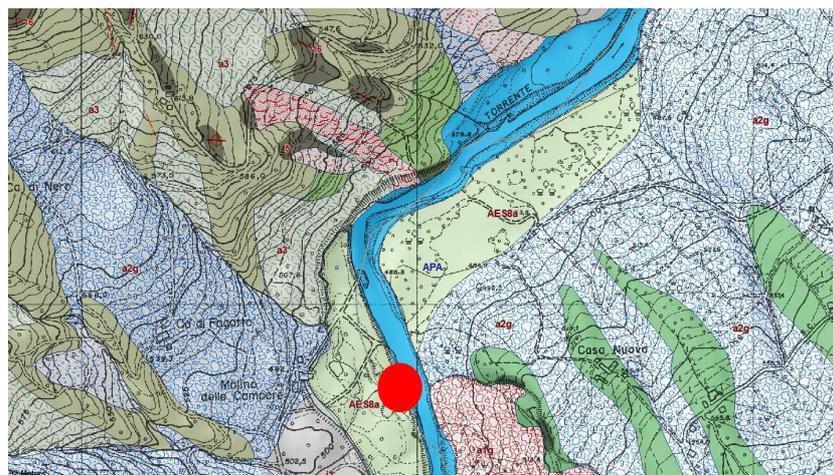
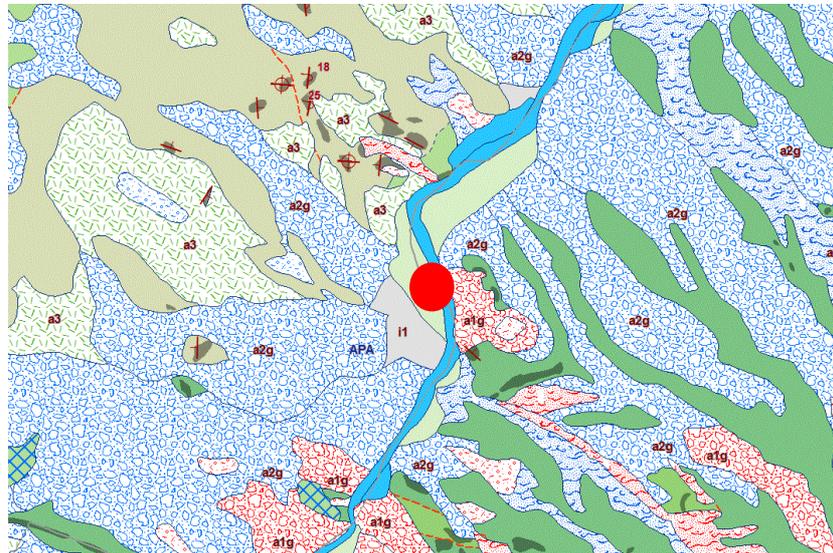


Figure 2 e 3. Inquadramento su cartografia e ortofoto

REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE
SUL TORRENTE SCOLTENNA
LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE

4.GEOLOGIA



	APA - Argille a palombini		AES8a - Unità di Modena
	AVT - Argille variegata di Grizzana Morandi		a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento
	MOH - Formazione di Monghidoro		a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango
	MOV - Formazione di Monte Venere		a1g - Deposito di frana attiva complessa
	SCB - Arenarie di Scabiazza		a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento
			a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango
			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

Figure 4 e 5. Inquadramento su carta geologica

**REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE
SUL TORRENTE SCOLTENNA
LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE**

Il versante a monte del Molino delle Campore, che è costituito dalla Formazione di Monghidoro (MOH), termina con il corpo di frana quiescente a_{2g} sul quale si trova Ca' di Fagotto.

Oltre la posizione del Molino delle Campore si estende un'ampia area di terrazzo fluviale (AEs8a) che è sotteso dai canali di ingresso e scarico del mulino.

La centralina è prevista in corrispondenza della spalla sinistra della briglia e sarà posizionata sulla golena ghiaiosa, al piede dell'orlo di scarpata del soprastante terrazzo.

Si vedano le foto seguenti.



Si riporta di seguito il dettaglio di quanto indicato dalla cartografia:

**REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE
SUL TORRENTE SCOLTENNA
LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE**

a2g: Deposito di frana complessa

(descrizione analoga a a1g):

a1g: Deposito di frana complessa

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

AE S8a - 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.

UNITA' LIGURI**MOH - FORMAZIONE DI MONGHIDORO**

Torbiditi arenaceo-pelitici 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.

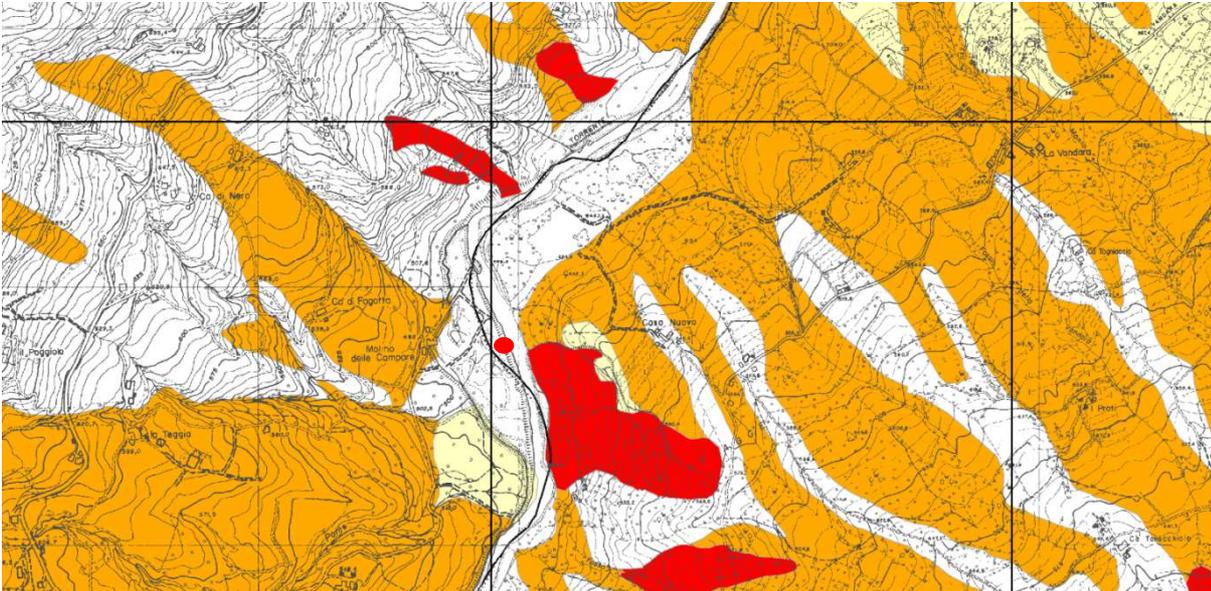
Maastrichtiano sup. – Paleocene sup.

5 STABILITÀ E PTCP

La tavola del dissesto del PTCP vigente della provincia di Modena riporta la frana quiescente di Ca' di Fagotto. Data la posizione in cui si andrà a localizzare la microcentralina è possibile affermare l'ininfluenza rispetto a rischi od eventuali interferenze dovuti alla presenza di tale frana quiescente, ciò grazie all'ampio areale del terrazzo fluviale.

Per la ubicazione prevista il PTCP della Provincia di Modena non individua elementi di criticità sotto il profilo geologico e sismico.

**REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE
SUL TORRENTE SCOLTENNA
LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE**



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

Figura 6 Estratto Carta2.1.17 PTCP - Rischio da frana: carta del dissesto – PTCP

6. ASPETTI SISMICI

6.1 Normativa

Come prescritto dall' Ordinanza P.C.M. 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in materia sismica" e s.m. i comuni italiani sono stati classificati in 4 zone sismiche caratterizzate da differenti valori dell'accelerazione massima (ag/g) su suolo di categoria A definito come "Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30¹ > 800m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3m" (categorie NTC108).

¹ Vs30 è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente formula

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

**REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE
SUL TORRENTE SCOLTENNA
LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE**

ZONA	VALORE DI a_g
1	0,35
2	0,25
3	0,15
4	0,05

Il Comune di Montecreto ricade in zona sismica 3 a cui corrisponde un'accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A, riferita ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ed espressa come frazione dell'accelerazione di gravità g , pari a $a_g = 0,15g$.

Successivamente, l'Ordinanza PCM 3519/2006 ha indicato i Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.

A tale ordinanza è allegata la Mappa dei valori di Pericolosità sismica del territorio nazionale nella quale è possibile verificare che il territorio del Comune di Montecreto è compreso nell'area caratterizzata da valori dell'accelerazione massima al suolo (a_{max}), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, All. 2, 3.1), compresi tra 0,175 e 0,200 g .

Il 2 maggio 2007 la R.E.R. ha approvato la Del. N. 112 nella quale sono riportati gli "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica". La Tabella 2 dell'allegato 4 alla citata delibera riporta i valori di accelerazione massima al suolo, cioè per $T=0$, espressa in frazione dell'accelerazione di gravità g (a_g), per ogni comune della Regione. Per il Comune di Montecreto in tabella è riportato un valore di $a_g=0,178$.

Il 30/06/2009 è entrato in vigore il D.M. 14/01/2008 (G.U. n.30 del 4/02/2008) che approva le nuove norme tecniche per le costruzioni e di fatto sostituisce il precedente D.M. 14/09/2005.

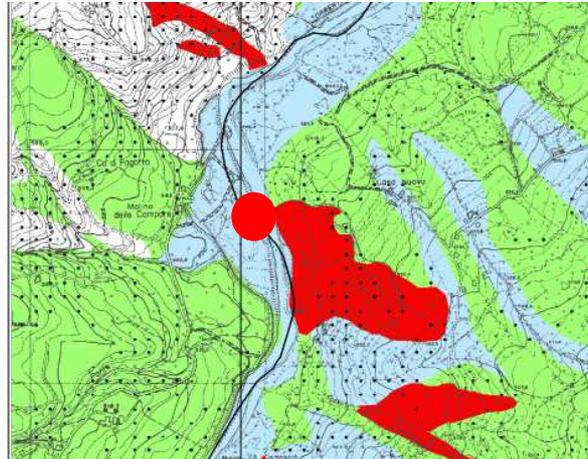
Il D.M. 14/01/2008 stabilisce che l'accelerazione orizzontale massima del sito di riferimento non è più riferita ad una classificazione comunale, ma viene calcolata considerando le proprietà del sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (NTC, TAB.1 allegato "B" del D.M.).

Il suolo viene ancora suddiviso in 5 classi principali (A,B,C,D,E) più due categorie aggiuntive S1 e S2.

6.2 Sismicità e PTCP

Si tratta di un'area di golena fluviale perciò a fini sismici sono attesi effetti di amplificazione per le caratteristiche litologiche (le ghiaie).

**REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE
SUL TORRENTE SCOLTENNA
LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE**



1	<p>Area instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche</p> <p>aggiù: "valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche o pseudostatiche (per casi in cui siano ammessi interventi);</p> <p>aggiù: "valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e del grado di stabilità in condizioni dinamiche o pseudostatiche (per casi in cui siano ammessi interventi);</p> <p>aggiù: "valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e del grado di stabilità in condizioni dinamiche o pseudostatiche (per casi in cui siano ammessi interventi);</p>	5	<p>Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche</p> <p>aggiù: "valutazione del coefficiente di amplificazione litologica;</p> <p>aggiù: "valutazione del coefficiente di amplificazione litologica;</p>
2	<p>Area instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche</p> <p>aggiù: "valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico e del grado di stabilità in condizioni dinamiche o pseudostatiche (per casi in cui siano ammessi interventi);</p> <p>aggiù: "valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico e del grado di stabilità in condizioni dinamiche o pseudostatiche (per casi in cui siano ammessi interventi);</p> <p>aggiù: "valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico e del grado di stabilità in condizioni dinamiche o pseudostatiche (per casi in cui siano ammessi interventi);</p>	6	<p>Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche</p> <p>aggiù: "valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico;</p> <p>aggiù: "valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico e del grado di stabilità in condizioni dinamiche o pseudostatiche (per casi in cui siano ammessi interventi);</p> <p>aggiù: "valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico e del grado di stabilità in condizioni dinamiche o pseudostatiche (per casi in cui siano ammessi interventi);</p>
3	<p>Area potenzialmente instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche</p> <p>aggiù: "valutazione del coefficiente di amplificazione litologica e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche e pseudostatiche;</p> <p>aggiù: "valutazione del coefficiente di amplificazione litologica e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche e pseudostatiche;</p>		
4	<p>Area potenzialmente instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche</p> <p>aggiù: "valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche o pseudostatiche (per casi in cui siano ammessi interventi);</p> <p>aggiù: "valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico e del grado di stabilità in condizioni dinamiche o pseudostatiche (per casi in cui siano ammessi interventi);</p> <p>aggiù: "valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico e del grado di stabilità in condizioni dinamiche o pseudostatiche (per casi in cui siano ammessi interventi);</p>		

Figura 7 Estratto tavola 2.2b.17 PTCP - Carta del rischio sismico: Carta delle aree suscettibili di effetti locali - PTCP

6.3 Caratteristiche sismiche locali

Le caratteristiche sismiche locali sono state accertate con l'esecuzione di una prova MASW realizzata dal geologo dott. Gianluca Vaccari del quale si riporta in allegato la relazione.

La prova è stata eseguita sul terrazzo delle Campore a distanza non superiore a 100 m dal punto esatto di ubicazione della centralina.

REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE
SUL TORRENTE SCOLTENNA
LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE



Figura 8 localizzazione prova MASW

La prova di MASW ha fornito come risultato un terreno di **categoria B** Con $VS_{30} = 532$ m/sec, maggiori specifiche sono fornite dalla relazione sismica allegata.

**REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE
SUL TORRENTE SCOLTENNA
LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE**

6.4 Classificazione Sismica del suolo

A -	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{30} > 800$ m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B -	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{60} > 50$, nei terreni a grana grossa, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa nei terreni a grana fine).
C -	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati, o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{30} compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero $15 < N_{60} < 50$ nei terreni a grana grossa, $70 < c_u < 250$ kPa nei terreni a grana fine).
D -	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{30} < 180$ m/s (ovvero $N_{60} < 15$, nei terreni a grana grossa, $c_u < 70$ kPa nei terreni a grana fine).
E -	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{30} > 800$ m/s.
S1 -	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{30} < 100$ m/s (ovvero $10 < c_u < 70$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2 -	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle definizioni precedenti V_{30} è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_i}}$$

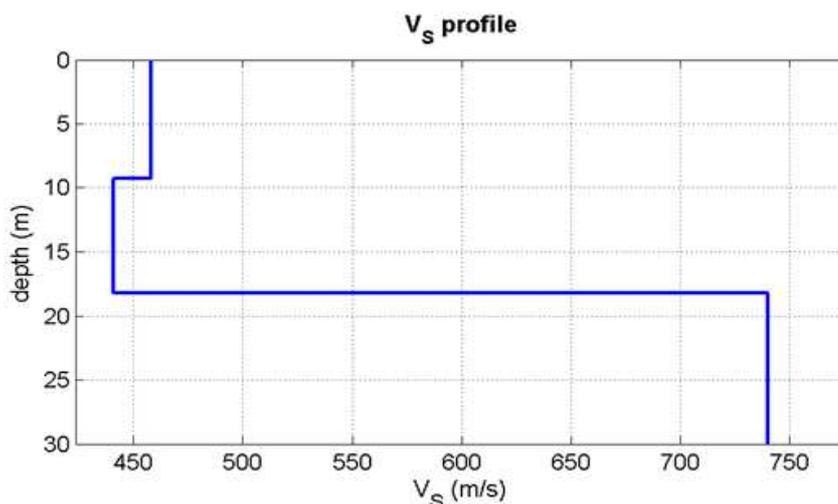
Della relazione sismica in allegato si anticipano i risultati con l'ubicazione ed il profilo di velocità.

Il valore di V_{s30} è riferito ai primi 30 m a partire dal piano campagna risulta pari a **532 m/sec**, corrispondente a un terreno di categoria B;

il bed rock sismico si può fissare a 20 m di profondità con $V_s < 700$ m/s.

primi 30 m a partire dal piano campagna risulta pari a 532 m

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
9.3	9.3	458
18.2	8.9	441
3.0	11.8	740



- Diagramma velocità/profondità -

**REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE
SUL TORRENTE SCOLTENNA
LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE**

7. CONCLUSIONI

La presente Relazione geologica e sismica è stata redatta a corredo del progetto per l'installazione di una microcentralina idroelettrica da ubicarsi in corrispondenza della briglia sul torrente Scoltenna posta all'altezza del Molino Delle Campore.

Il versante soprastante il settore torrentizio interessato è caratterizzato dalla presenza di un grande corpo di frana quiescente al piede del quale si trova il Molino delle Campore. Dal Molino si estende verso est un ampio terrazzo fluviale al piede del quale è localizzata la spalla sinistra della briglia e di conseguenza la centralina.

Visto l'ampio areale del terrazzo si può affermare con ragionevole sicurezza, che la posizione della centralina risulta ininfluenza rispetto a rischi o interferenze nei confronti della frana quiescente.

Il PTCP non rileva elementi di criticità sotto il profilo geologico-sismico rispetto all'ubicazione prevista.

A fini sismici, il medesimo PTCP individua l'area come potenzialmente soggetta ad effetti locali di amplificazione per caratteristiche litologiche.

Le caratteristiche sismiche locali sono state definite con l'esecuzione di una prova MASW questa ha fornito come risultato un terreno di **categoria B Con $VS_{30} = 532$ m/sec.**

Tutto ciò premesso non si ravvisandosi controindicazioni alla esecuzione dell'intervento in progetto si esprime parere favorevole all'esecuzione del progetto stesso.

o



**REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE
SUL TORRENTE SCOLTENNA
LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE**

ALLEGATO INDAGINE SISMICA

INDAGINE GEOFISICA con metodo SISMICO MASW
LOCALITA' MULINO delle CAMPORE COMUNE DI MONTECRETO
Relazione Tecnica A cura di: Dott. Geol. G. Vaccari
AGOSTO 2014

INDICE

INTRODUZIONE

1.METODO DI INDAGINE

2.STRUMENTAZIONE

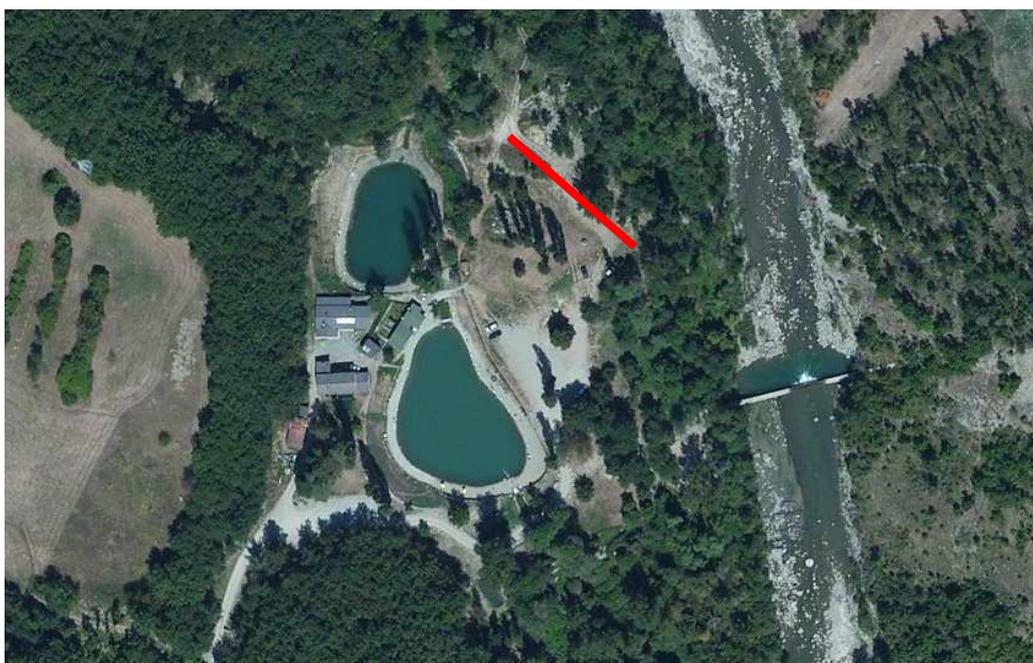
3.ELABORAZIONE

4.RISULTATI - DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

COMUNE DI MONTECRETO

**REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE
SUL TORRENTE SCOLTENNA**

LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE



INTRODUZIONE

E' stata eseguita su di un'area situata presso Mulino Campore in Comune di Lama Mocogno in confine con Montecreto (Provincia di Modena)- mentre la centralina risulterà ubicata poco distante, in Comune di Montecreto-, una campagna sismica con metodo MASW di tipo attivo. L'indagine è stata svolta con l'obiettivo di determinare la velocità ponderata delle onde sismiche di taglio nei primi 30 metri a partire da piano campagna (V_{S30}), in riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio (N.t.c. 23/09/05), al D.m. 14/01/08 ("Nuove norme tecniche per le costruzioni") ed alla Delibera G.R. E.R. (n. 1677 del 24/10/05).

Di seguito si riportano la metodologia della ricerca e i risultati dell'indagine eseguita.

**REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE
SUL TORRENTE SCOLTENNA
LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE**

1. 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.

**REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE
SUL TORRENTE SCOLTENNA
LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE**

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.

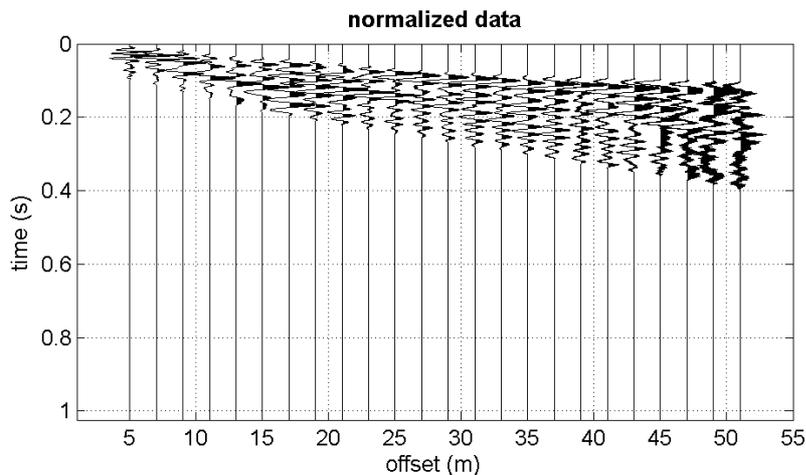


Figura 1. Sismogramma

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 2,0 metri per una lunghezza della linea sismica di 46 metri. L'energizzazione è stata eseguita a 2,0 m, 5,0 m e 10,0 metri dal primo geofono.

2. STRUMENTAZIONE

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismografo multicanale "PASI 16S24-U", dotato di 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz, collegati allo strumento tramite cavi elettrici schermati.

**REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE
SUL TORRENTE SCOLTENNA
LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE**

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 filtraggi 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.

3. 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 nel 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 filtraggi "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.

**REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE
SUL TORRENTE SCOLTENNA
LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE**

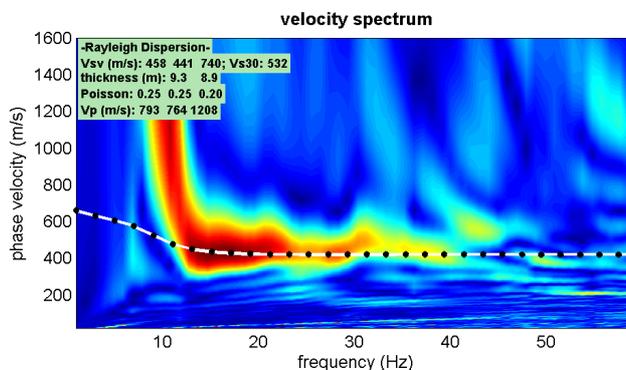


Figura 2. diagramma della curva di dispersione

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 V_s 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 (V_s) e spessori degli strati. Altri parametri previsti dal modello sono il coefficiente di Poisson e la velocità delle onde di volume (V_p) che, assieme a spessore degli sismostrati e relative V_s , 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.

Avendo a disposizione informazioni addizionali, quali ad esempio prove penetrometriche statiche CPT e litostratigrafie di pozzi, è stato possibile impostare un modello geologico/geofisico con il quale definire parametri quali lo spessore degli strati e coefficiente di Poisson. Tale modello consente una più accurata inversione dei dati di campagna e di conseguenza una migliore definizione della sismostratigrafia del sito.

In conclusione viene restituito un diagramma (1D) delle velocità delle onde di taglio (V_s) in funzione della profondità, con relativa tabella, calcolo delle V_{s30} e correlazione al tipo di terreno, come da normativa.

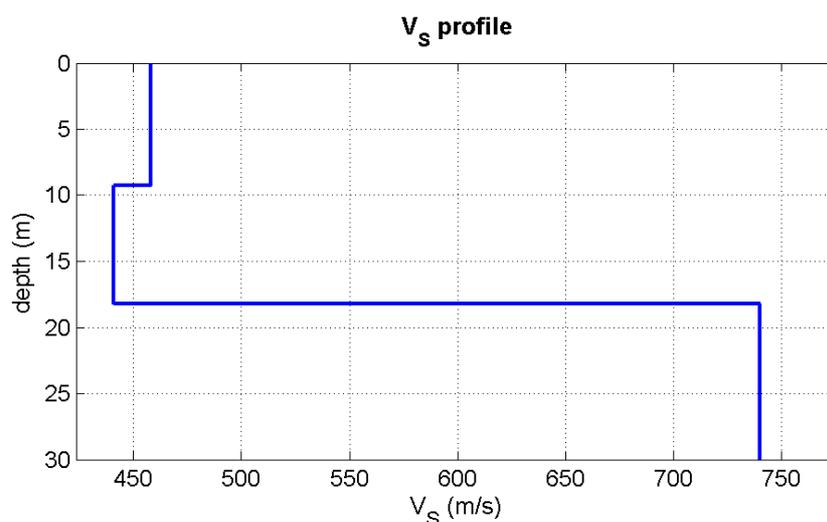
**REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE
SUL TORRENTE SCOLTENNA
LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE**

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.

4. RISULTATI – DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

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 **532 m/sec**.

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
9.3	9.3	458
18.2	8.9	441
3.0.	11.8	740



- Diagramma velocità/profondità-