



## IMPIANTO FOTOVOLTAICO " IL SANTO "

**PROPONENTE:**

**PINZUTI AVIANO**

**UBICAZIONE:**

**LOC. IL SANTO  
MONTEPULCIANO ( SI )**

**OGGETTO :**

**STUDIO DI FATTIBILITA' GEOLOGICA  
RELAZIONE GEOTECNICA**

**DATA :**

**Marzo 2020**

**IL TECNICO**



## PREMESSA

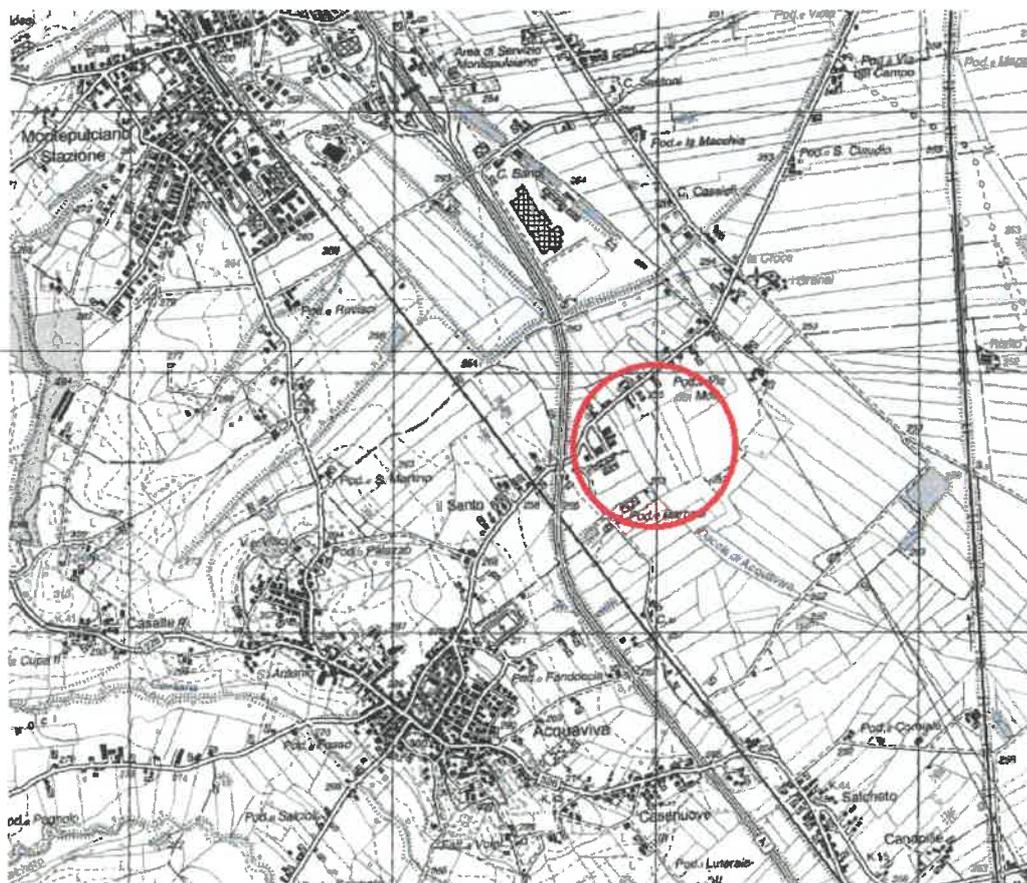
Il presente studio di fattibilità è stato redatto in ottemperanza alla L.R. n°1/2005 e ai sensi del D.P.G.R. 26/R del 27/4/2007, ed è finalizzato alla realizzazione di un impianto fotovoltaico su supporti fissi, da realizzarsi in località "Il Santo", nel Comune di Montepulciano.

I terreni sui quali si interverrà sono censiti al catasto terreni del comune di Montepulciano F. 86 , p.lle 41-42-47-235.

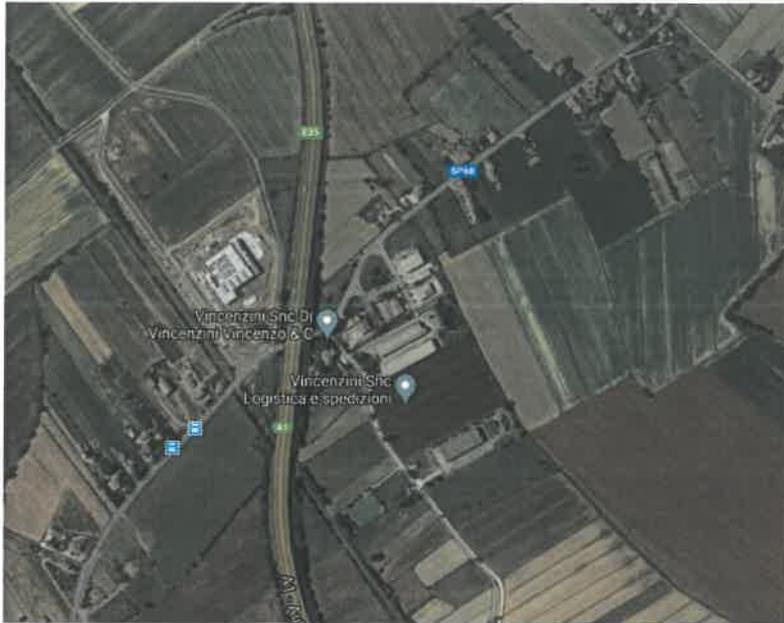
Per tale area è stata condotta un'indagine di superficie allo scopo di definirne le caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche.

In base alle considerazioni di cui sopra e tenendo conto dello Strumento Urbanistico vigente, viene espressa fattibilità in relazione agli aspetti geomorfologici, idraulici e sismici ai sensi del D.P.G.R. 26/r.

L'area studiata si colloca in un'area pianeggiante della val di Chiana posta a Nord-est del centro abitato di Acquaviva.



Ubicazione area di intervento



## INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

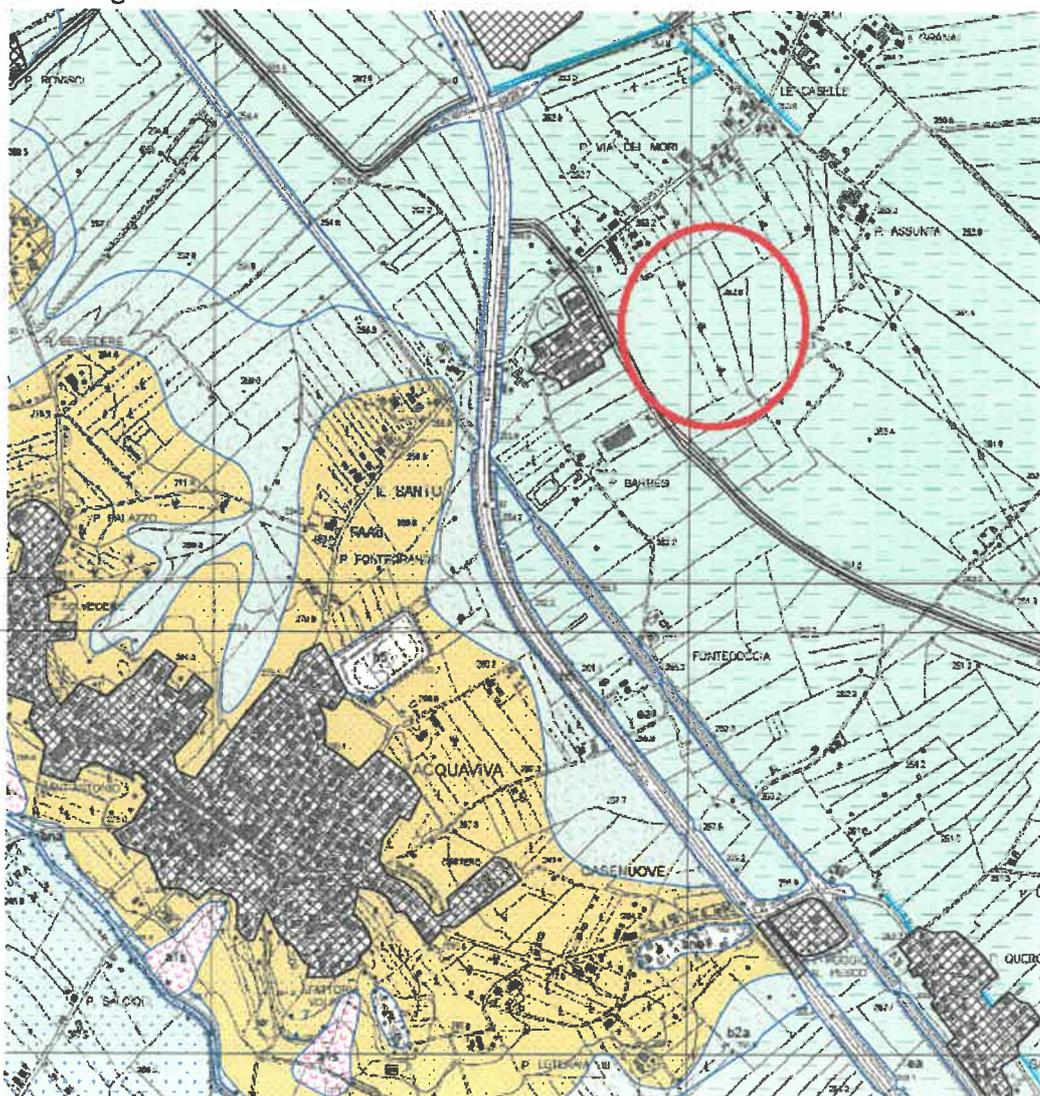
Nell'area affiorano depositi di età olocenica, ultimi prodotti di un ambiente di sedimentazione alluvionale che ha caratterizzato la storia geologica della zona.

I depositi suddetti poggiano in discordanza sul substrato costituito da argille plioceniche e dalle Arenarie Macigno.

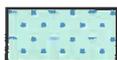
Il substrato non affiora nell'area di intervento ma costituisce la base dei rilievi più accentuati che bordano il fondovalle.

Quest'ultimo è costituito da depositi quaternari di natura alluvionale, posti soprattutto in prossimità dei corsi d'acqua.

Viene di seguito riportato un estratto della carta geologica della Regione toscana.



## DEPOSITI OLOCENICI

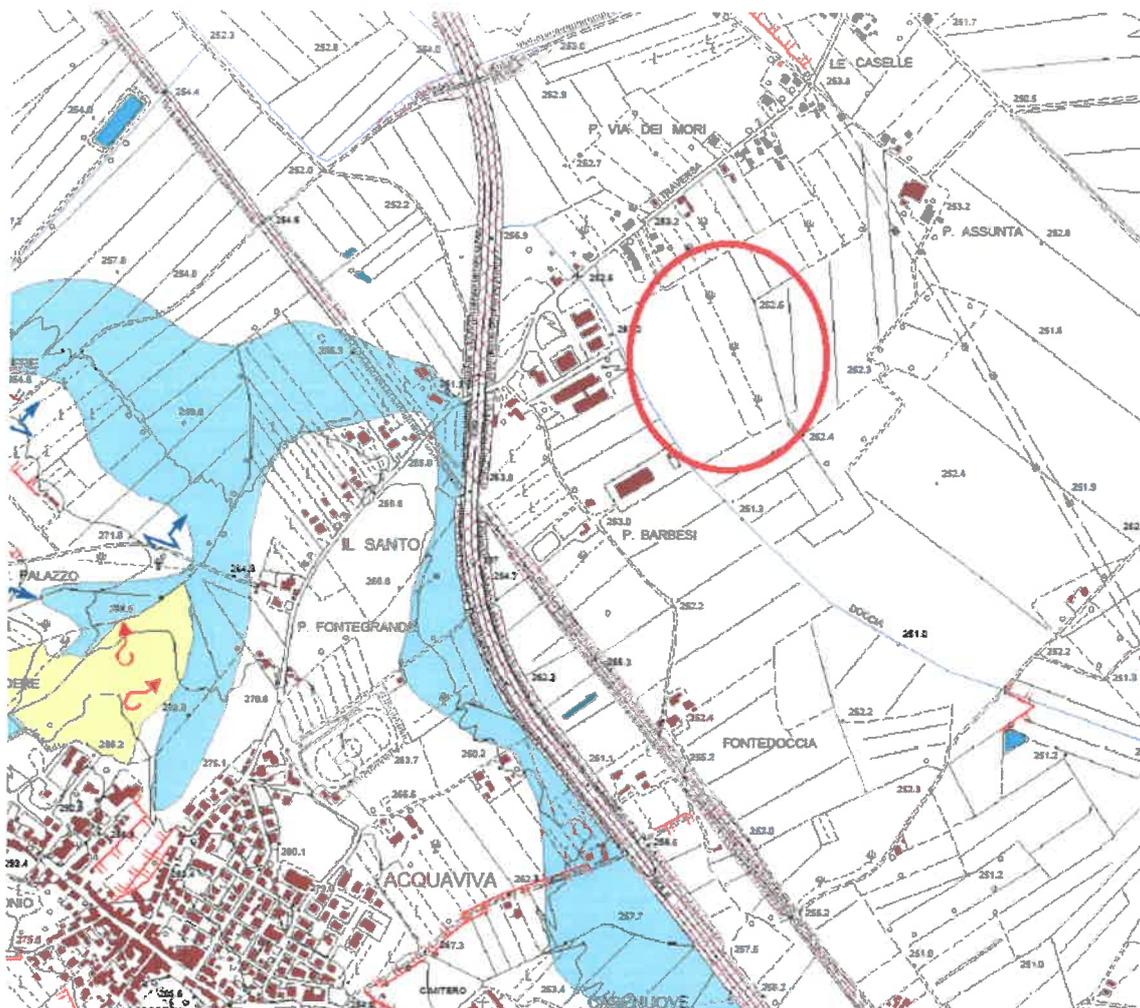
	h5	Terreni di riporto, bonifica per colmata Olocene
	h3	Discariche di cave, ravaneti Olocene
	b (S)	Depositi alluvionali attuali Olocene
	b (SL)	Depositi alluvionali attuali Olocene
	bna (L)	Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati Olocene
	bna (LS)	Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati Olocene
	bna (3L)	Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati Olocene
	b2a	Depositi eluvio-colluviali Olocene
	b7a	Depositi colluviali Olocene
	ea	Depositi lacustri, lagunari, palustri, torbosi e di colmata indifferenziati Olocene

Da un punto di vista geomorfologico l'area, è completamente pianeggiante.

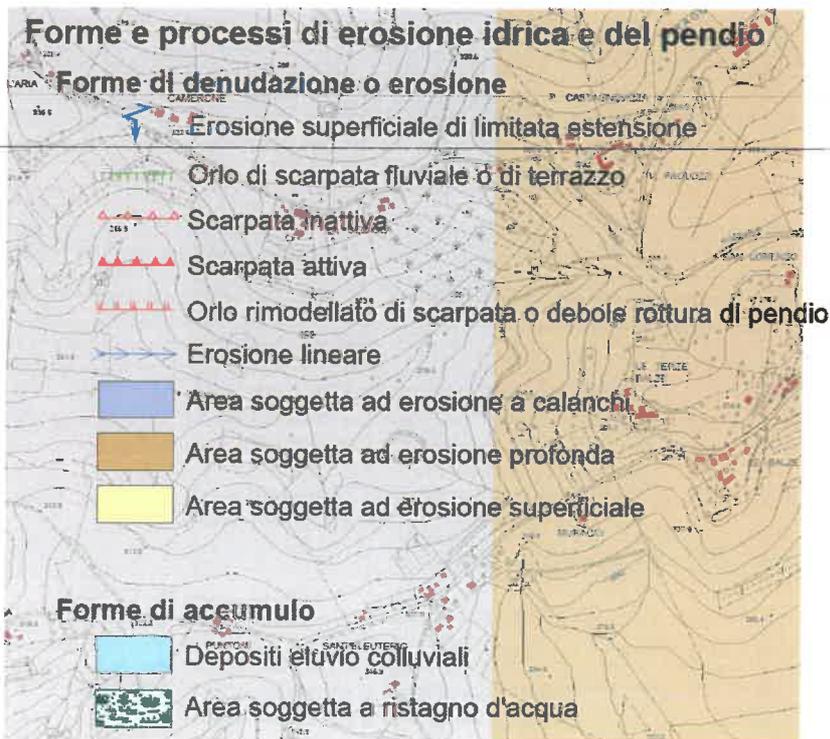
Non si riscontrano pertanto problematiche di instabilità attive dovute a fenomeni morfologici né di subsidenza.

La regimazione delle acque piovane inoltre è regolamentata da una serie di fossi e drenaggi che delimitano parte delle aree in oggetto e che si raccordano al collettore principale ( Doccia di Acquaviva ).

Lo scorrimento delle acque superficiali risulta pertanto nel complesso ben regimato e non si riscontrano problematiche derivanti da difficoltà di drenaggio delle stesse.



**Stralcio carta morfologica**



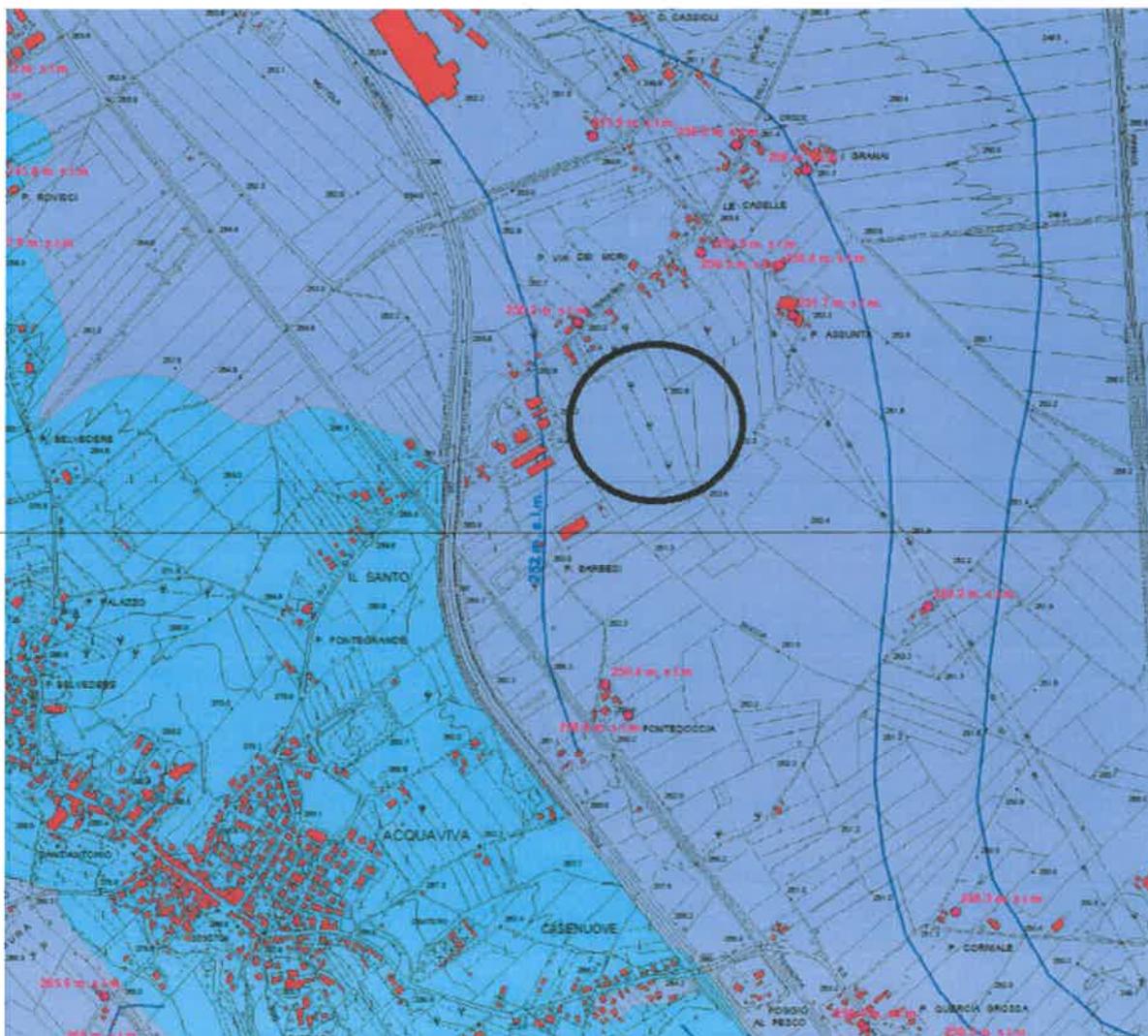
## CARTA IDROGEOLOGICA

L'assetto idrogeologico del territorio è funzione principalmente della distribuzione delle varie litologie che costituiscono il sottosuolo, le cui caratteristiche granulometriche si riflettono sul grado di permeabilità.

Le classi di permeabilità che interessano l'area di intervento vengono di seguito schematizzate:

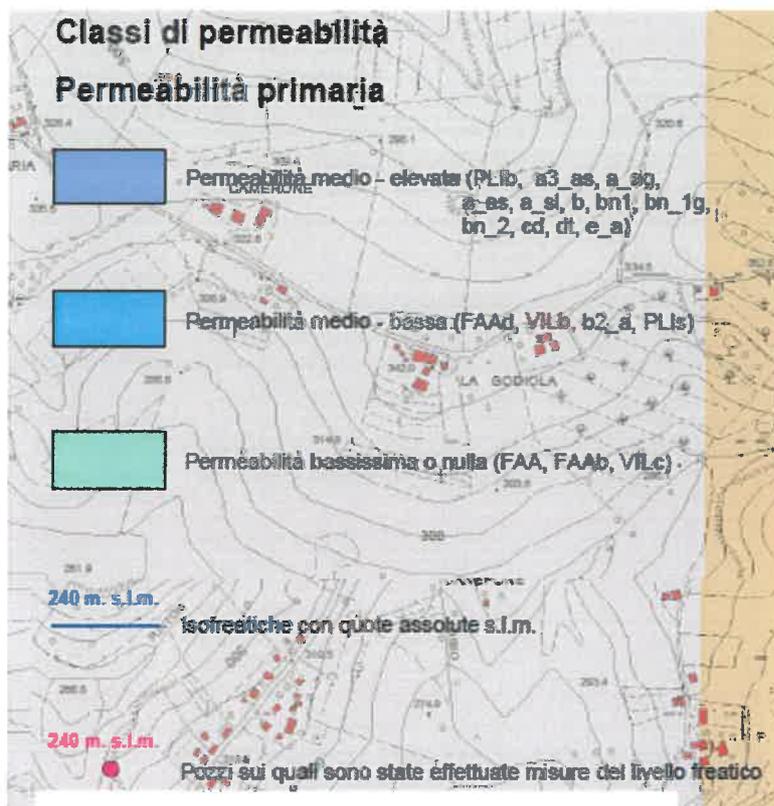
- *permeabilità bassa,*
- *permeabilità medio-elevata.*

Si parla in entrambe i casi di una permeabilità primaria, cioè per porosità, dovuta alle modalità con cui si forma il sedimento.



Carta idrogeologica.

Dal sopralluogo effettuato non sono state rinvenute emergenze idriche.



## RISCHIO IDRAULICO

L'area trovasi all'interno di un area P.I.P. in un basso morfologico nei pressi del torrente Doccia di Acquaviva.

Trovasi quindi in un'area a pericolosità idraulica elevata (classe 4) e per tale motivo fu redatto apposito studio idraulico, a nome della moglie Giardini grazie in occasione della stesura dello stesso progetto precedentemente dal quale è emerso quanto segue:

L'area è a rischio idraulico elevato in quanto la Doccia di Acquaviva non è in grado di contenere eventi con tempi di ritorno tra 30 e 200 anni.

Dallo studio idraulico è emerso che la lama d'acqua, per tempi di ritorno due centennali, raggiunge quota 251.93 m. s.l.m.

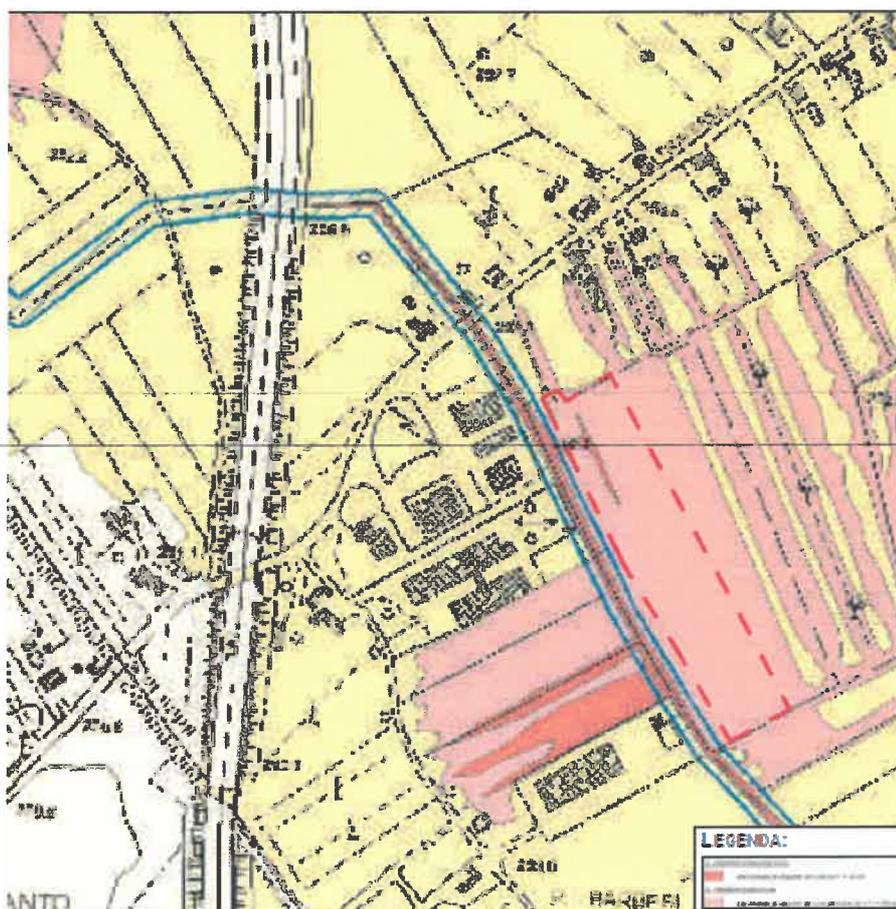
Quindi al fine di poter realizzare l'intervento i manufatti dovranno essere posti ad una quota superiore a 252.3 m. s.l.m.

Come risulta dalle tavole allegate i pannelli fotovoltaici saranno posizionati a quote superiori a 252.3 m.s.l.m.

Per quanto riguarda la realizzazione dei rilevati necessari alla costruzione del ponte e delle cabine dove saranno installati gli inverter, risulta necessario eseguire un riporto di terreno pari a circa 23 mc.

Per tale motivo è stato previsto di realizzare una vasca di compensazione per compensare i riporti.

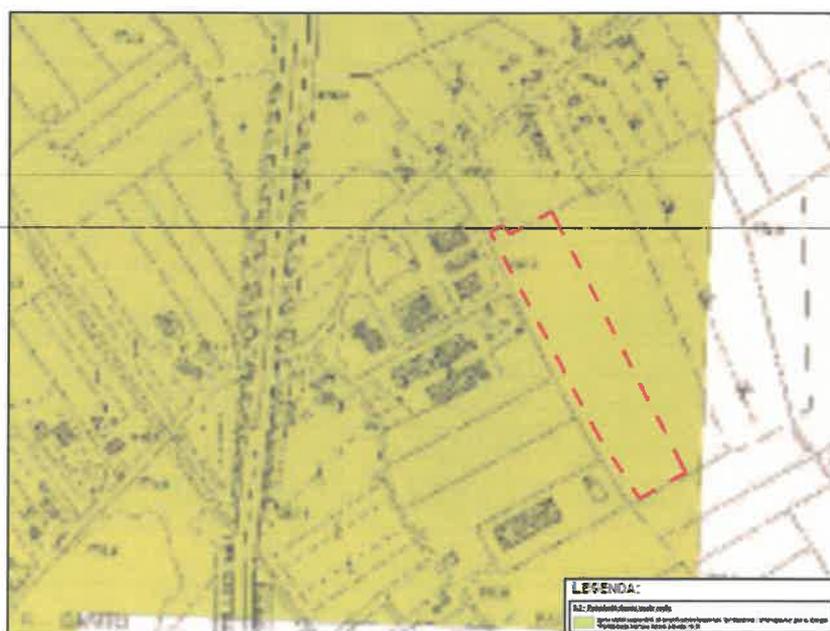
Così facendo l'intervento risulta essere fattibile in quanto verrà realizzato in sicurezza idraulica e non porta ad un aumento di pericolosità nel contesto circostante.



CARTA AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA



CARTA DELLE MICROZONE



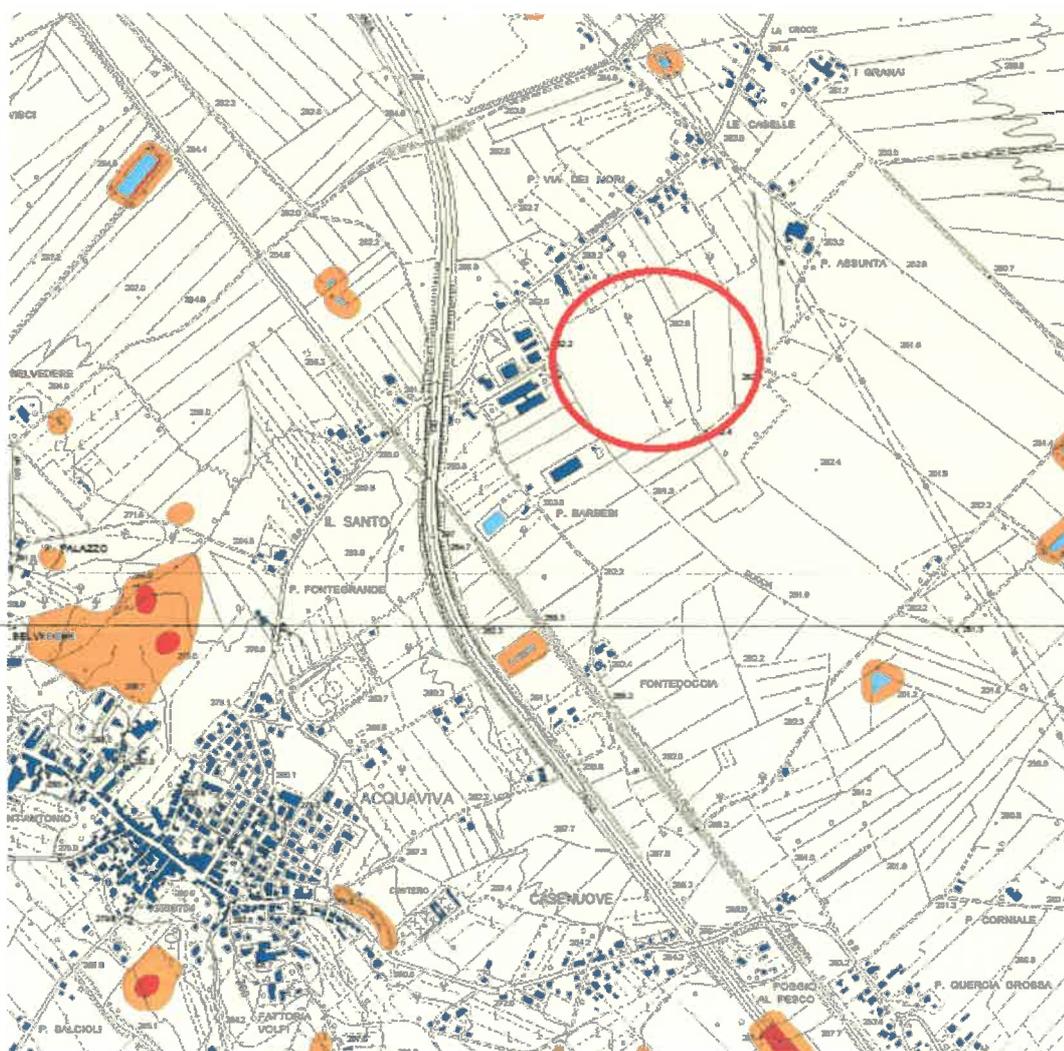
CARTA AREE A PERICOLOSITA' SISMICA

## CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

In questo tematismo cartografico sono stati riportati in relazione agli aspetti geomorfologici, di acclività ed idrogeologici le classi di pericolosità geomorfologica inerenti l'area di intervento.

Dall'estratto cartografico di seguito riportato, appare evidente che l'area di studio ricade in una *pericolosità geomorfologica media* (classe G.2), .

L'intervento quindi risulta essere geomorfologicamente fattibile.



**Stralcio pericolosità geomorfologica - classe 2**

## **CARTA DELLA FATTIBILITA'**

Le classi di fattibilità sono state redatte tenendo conto delle indicazioni fornite dalla vigente normativa in materia e precisamente in riferimento al DPGR n.26/r.

La valutazione della fattibilità di un intervento si ottiene dalla sovrapposizione della pericolosità dell'area con la tipologia di intervento in previsione.

In ottemperanza a quanto previsto dal Reg. Att. 26/r si definiscono tre tipi di fattibilità distinte e precisamente in relazione agli aspetti geomorfologici, idraulici e sismici.

### **Fattibilità geomorfologica**

*L'intervento risulta essere geologicamente fattibile in quanto in fase di sopralluogo non sono state riscontrate problemi morfologici ed anche i palesati fenomeni di erosione superficiale sono del tutto trascurabili ed ininfluenti.*

*L'intervento previsto non porta a modificazioni morfologie dell'area.*

### **Fattibilità idraulica**

*L'intervento risulta essere previsto in area a rischio idraulico irrilevante ma la sua realizzazione posta sopra quota 252.30 m.s.l.m. lo rende fattibile.*

### **Fattibilità sismica**

*L'intervento risulta essere fattibile in quanto si esclude il rischio per persone e cose.*



## Elaborazione indagine HVSR effettuata in LOC. IL SANTO- MONTEPULCIANO

Ai fini progettuali è stata eseguita n. 1 registrazione sismica di microtremori (rumore di fondo) nei punti ritenuti sismicamente rappresentativi dell'area. La durata temporale della registrazione è di 15 minuti. E' stato utilizzato un sismografo 24 bit collegato con un geofono Lennartz 3D-Lite (frequenza di risonanza 1.0 Hz). Le analisi sono state effettuate seguendo le linee guida del progetto SESAME.

### CENNI TEORICI SUL METODO HVSR

Le vibrazioni sismiche ambientali (chiamate anche rumore sismico) sono onde sismiche di bassa energia con ampiezze dell'ordine di  $10^{-4}$  -  $10^{-2}$  mm (Okada, 2003). In riferimento al contenuto in frequenza, il rumore sismico è anche chiamato microtremore se contiene alte frequenze (in genere maggiori di 0.5 Hz) e microsisma per basse frequenze. Per quanto riguarda l'origine del rumore sismico, è certo che le sorgenti dei microsismi sono le perturbazioni atmosferiche sugli oceani che si propagano come onde superficiali sui continenti, mentre le sorgenti dei microtremori sono le attività antropiche come il traffico veicolare, le attività industriali etc. e si propagano come onde superficiali di Rayleigh.

In relazione agli **effetti di sito**, l'analisi delle misure di rumore sismico può essere condotta con tre metodi:

- Spettri di Fourier; Rapporti spettrali; Rapporti spettrali H/V.

Tra questi quello che sembra fornire i risultati migliori è quello dei Rapporti spettrali H/V noto anche come metodo HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) o metodo di Nakamura .

La tecnica dei rapporti spettrali H/V consiste nel calcolo del rapporto degli spettri di Fourier del rumore nel piano orizzontale H (generalmente lo spettro H viene calcolato come media degli spettri di Fourier delle componenti orizzontali NS ed EW ) e della componente verticale V. Il metodo è applicabile alle misure di rumore registrate in una singola stazione posta su sedimenti. Tale metodo è stato introdotto da scienziati giapponesi agli inizi degli anni '70, tra i quali Nogoshi e Igarashi (1971) e Shiono et al. (1979), che indagarono sul significato fisico del rapporto H/V e mostrarono la sua relazione diretta con la curva di ellitticità delle onde di Rayleigh. Essi conclusero che il **picco massimo di ampiezza si verifica alla frequenza di risonanza fondamentale della copertura di terreni**. Nel 1989, Nakamura propose in inglese il rapporto H/V come stima affidabile della funzione di trasferimento delle onde S per un dato sito. Le argomentazioni usate da Nakamura sono estremamente qualitative e si basano sull'ipotesi che i microtremori siano originati da sorgenti molto locali, come il traffico vicino al sismometro, e siano onde di Rayleigh che si propagano in un solo strato

su un semispazio. Tale tecnica, ampiamente utilizzata da anni nel settore sismologico, di recente viene sempre più impiegata in campo geotecnico - ingegneristico per derivare i seguenti parametri :

- la frequenza fondamentale di risonanza  $f_0$  dei terreni presenti nel sottosuolo;
- la stima del profilo del terreno in termini delle velocità  $V_s$  e  $V_p$ , della densità e quindi delle velocità  $V_{s30}$  nei primi 30 m dal piano campagna, attraverso opportuni metodi di inversione e con l'utilizzo di un **vincolo** dato dall'integrazione di altri dati (provenienti ad esempio da indagini di sismica a rifrazione, prove penetrometriche, ecc.);
- la frequenza fondamentale di risonanza di un edificio e i relativi modi di vibrare.

Tale tecnica di sismica passiva presenta pregi e difetti, nonché particolari modalità di esecuzione, di analisi e l'utilizzo di adeguata apparecchiatura (come ad esempio un sensore velocimetro a bassa frequenza di risonanza).

I pregi fondamentali sono :

- maggiore economicità per singolo sondaggio;
- integrazione con dati superficiali per la valutazione della velocità delle onde S a sufficienti profondità per la valutazione del parametro  $V_{s30}$ ;
- possibilità di operare in spazi molto ristretti in quanto i rilievi vengono eseguiti a "stazione singola" e quindi non necessitano di cavi e/o stese di notevole lunghezza e quindi di spazio come avviene invece per le tecniche in array lineare multi sensore (sismica a rifrazione, MASW, RE.MI.);
- la presenza di rumore ambientale non disturba il rilievo sismico a meno che questo non sia presente in modo costante e continuo per tutta la durata del singolo rilievo (di durata da 10' a 30');
- non necessita di energizzazioni al di fuori del rumore sismico ambientale sempre presente;
- permette di raggiungere grandi profondità e permette di rilevare la presenza di inversioni di velocità nel sottosuolo;
- la tecnica può essere utilmente impiegata nei seguenti settori :

microzonazione sismica, applicazioni geotecniche, stima della potenza dei corpi franosi, ~~determinazione degli spessori delle coltri detritiche e piroclastiche poggianti su bedrock, mappatura della profondità dei bedrock, applicazioni archeologiche.~~

I difetti fondamentali sono :

- interpretazione più complessa: vi è infatti la necessità di modelli molto più complicati (campo d'onde completo in sistemi multistrato non necessariamente 1D). Tale difficoltà può essere notevolmente ridotta qualora si disponga di informazioni (sondaggi geognostici, penetrometrie indagini di sismica a rifrazione ecc.) quanto più accurate possibili circa la stratigrafia del sottosuolo, anche limitata a profondità minori di 30 m dal p.c.
-

La caratterizzazione sismica dei terreni tramite la tecnica di indagine sismica passiva HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo di Nakamura) è principalmente finalizzata, quindi, all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito. Esse sono correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno della copertura che nell'ammasso roccioso. L'utilizzo di algoritmi di calcolo finalizzati ad una modellizzazione sintetica dello spettro H/V, permette di correlare ogni picco spettrale con le discontinuità presenti nel sottosuolo. Per tale procedura (processo di inversione) necessitano dei vincoli. In questo caso i vincoli al modello vengono forniti dalle velocità delle onde S ottenute da correlazioni empiriche  $V_s$ - $N_{spt}$ . Il valore di  $N_{spt}$  viene ricavato attraverso una prova penetrometrica.

### FORMULE RELATIVE AL PERIODO PROPRIO DI SITO

Il periodo proprio di sito è indicato dalla seguente e nota formula:

$T_0 = 4H/V_s$  dove:  $V_s = V_s$  media sino al *bedrock*

$H$  = spessore dei sedimenti sovrastanti il *bedrock* (cosa sia da considerare *bedrock* è argomento complesso ma possiamo sintetizzare la cosa dicendo che è un orizzonte con forte contrasto di  $V_s$  – che da origine ad un picco dell'H/V)

Naturalmente, la frequenza di risonanza del sito sarà

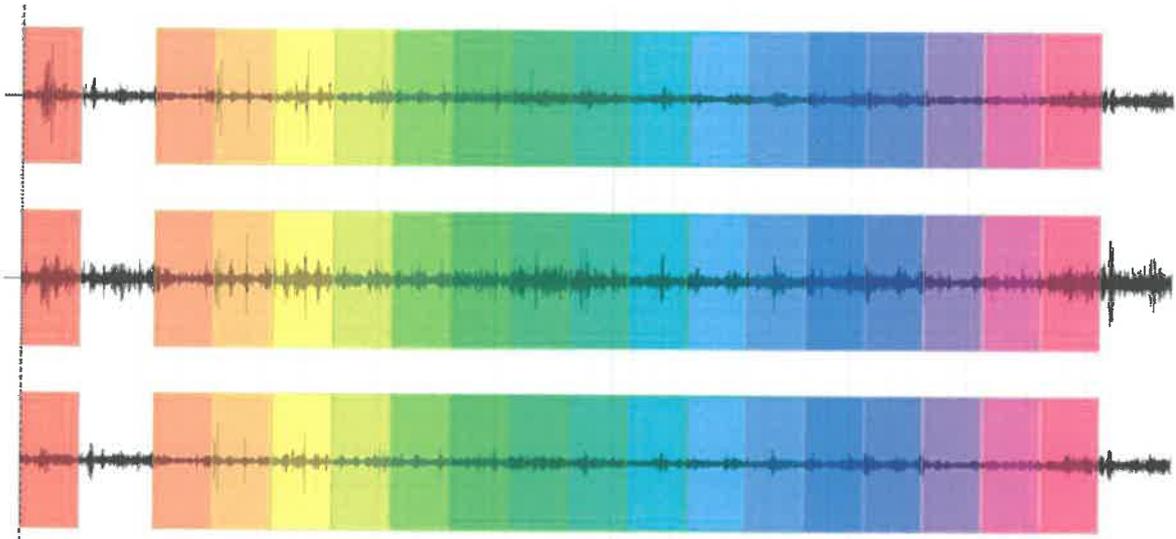
$f_0 = 1/T_0$  e quindi  $f_0 = V_s/4H$

Il valore della *frequenza di risonanza* può essere stimato, oltre che dal rapporto spettrale H/V derivante dal modeling delle onde di corpo (formulazione di Nakamura, vedi Herak, 2008). anche dall'equazione della risonanza:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left( \frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

dove si considerano gli spessori e le velocità  $V_s$  di tutti gli strati al di sopra del *bedrock* (definito come lo strato caratterizzato da  $V_s > 800$  m/s)

## RISULTATI INDAGINI HVSR 1



Finestre di acquisizione prese in esame per la determinazione dello spettro

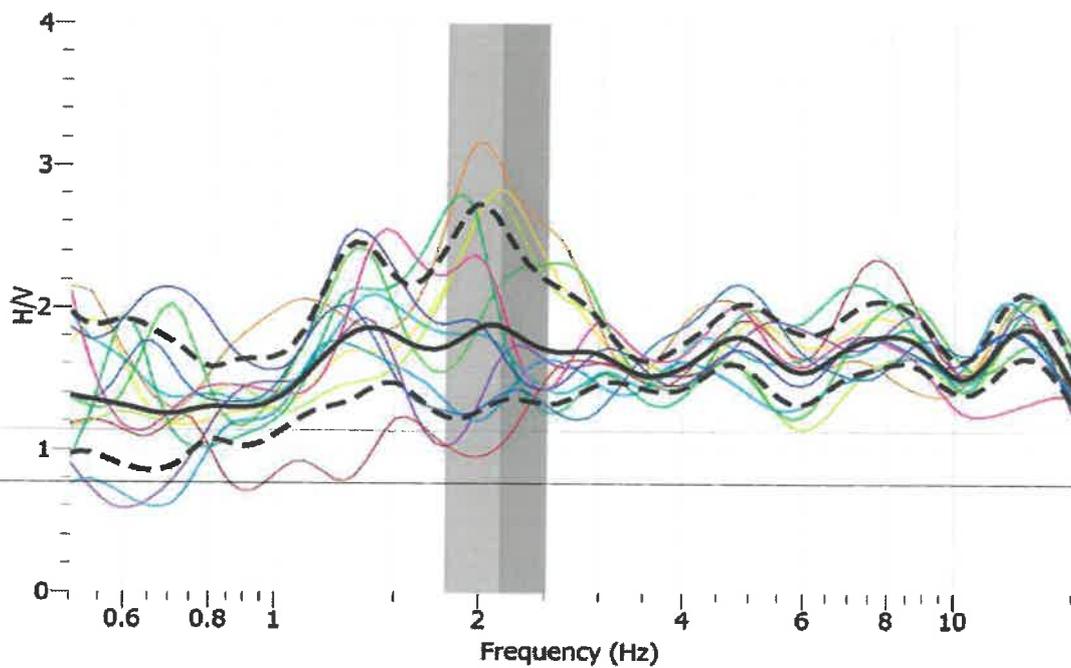


Grafico H/V

Lo spettro mostra un picco a 2.1 Hz circa, di modesta intensità, associabile ad una discontinuità non molto profonda e successivamente un secondo picco, meno marcato, a circa 1.35 Hz, riconducibile ad un contrasto più profondo di scarsa entità.