

COMUNE DI FOLIGNO  
Programma di recupero ex Legge 61/98

Località **PALE**  
Perimetrazione n° 34

**PIANO DI RECUPERO**  
Relazione geologica



**oa**

officina architettonica

Via Mercuri n°10 06034 Foligno (PG) Tel. e Fax 0742.677173 - 359119

## PREMESSA

La presente relazione riguarda una porzione dell'abitato di Pale che è sottoposta ad un piano di recupero del quale si riporta una planimetria in allegato.

Si ricorda che in occasione della crisi sismica iniziata nel Sett. 1997 la scarpata di travertini a valle del paese è stata interessata da vari fenomeni di crollo mettendo in pericolo una significativa porzione dell'edificato.

Sono stati eseguiti vari sopralluoghi sia nell'area perimetrata sia nelle zone circostanti sia all'interno delle grotte sottostanti Piazza Elisei.

Inoltre, due sondaggi a carotaggio continuo, realizzati per il Programma di Recupero, ricadono nell'area oggetto della presente relazione.

## GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA DELL'AREA

Sotto il profilo geologico ed idrogeologico l'area in oggetto e le zone immediatamente circostanti si possono definire senza alcun dubbio di notevolissimo interesse.

I travertini litoidi e terrosi, sui quali è stato edificato praticamente l'intero abitato di Pale sono depositi in discordanza sulla Formazione del Calcare Massiccio.

L'età di questi depositi risale con ogni probabilità al Pleistocene medio-sup ma in letteratura mancano dati certi in merito.

Per quanto attiene gli aspetti geomorfologici l'area in esame è caratterizzata da una morfologia accidentata con scarpate sottostanti l'abitato, alte fino a 35 m.

Nella porzione travertinosa, più facilmente aggredibile, i fenomeni carsici hanno dato origine alla formazione di cavità ipogee di un certo interesse il cui ingresso si trova in Piazza Elisei. Tali grotte già conosciute e rilevate in tempi passati (C. Lippi Boncampi - L. Piazza) hanno uno sviluppo massimo di circa 45-50 m ed una altezza massima di circa 8 m, sono le più significative ma non le uniche in quanto all'interno del piccolo abitato ne esistono diverse altre con sviluppi più limitati e accessi spesso da vani interni alle abitazioni.

Oltre alle cavità naturali, da notizie assunte in loco, sembra che sotto Piazza

Elisei a monte del lavatoio, esistessero scavati nel travertino, alcuni vani forse un tempo adibiti a cantina o dispensa della famiglia degli Elisei.

Va rilevato inoltre che l'azione antropica ha incanalato le acque servendosene come forza motrice e limitandone, di conseguenza, il potere erosivo. E' frequente osservare all'interno delle case più antiche del paese, canali che alimentavano mulini ed opifici che producevano olio, farina o carta. Attualmente si può affermare che per quanto attiene la porzione a valle della scarpata il Menotre è sufficientemente regimato (centrale Enel dell'Altolina) e non può influire significativamente sull'evoluzione della rupe sottostante l'abitato.

Sotto il profilo idrogeologico i terreni presenti nell'area sono caratterizzati da valori di permeabilità piuttosto elevati. La formazione del Calcare Massiccio è permeabile in grande per fratturazione e i travertini sono ancora più permeabili per porosità. Pertanto i terreni sottostanti l'abitato sono caratterizzati dall'assenza o quasi di circolazione idrica sotterranea. Anche nelle grotte la circolazione idrica è assente.

Come già detto in occasione del sisma si è avuto un crollo di importanti dimensioni della scarpata di valle dell'abitato e di varie porzioni di scarpate sottostanti.

Si tratta di frane che si sviluppano in un tempo brevissimo e, in generale, senza segnali premonitori.

Per queste loro caratteristiche le frane da crollo sono sicuramente tra le frane più pericolose.

Parte dell'area sottoposta al piano di recupero è anche soggetta al programma organico di consolidamento.

Le qualità meccanica dei depositi travertinosi sia estremamente variabile in particolar modo nella zona di ciglio della scarpata ove a travertini di tipo stromatolitico ben cementati si alternano depositi di travertino terroso a volte scolti o debolmente cementati ed inoltre si sono evidenziate una serie di cavità e fessure, a volte carsificate, che sono distribuite parallelamente alla scarpata (vedi allegato fotografico).

Le prove di rottura effettuate nei travertini inoltre, indicano una marcata anisotropia delle qualità meccaniche degli stessi.

In sintesi ci troviamo di fronte ad un ammasso litoide parzialmente cementato,

con caratteristiche meccaniche estremamente variabili nello spazio e con cavità ipogee che a volte si trovano proprio al di sotto delle abitazioni.

I progetti esecutivi di ciascuna UMI da ristrutturare dovranno prendere in considerazione la possibilità se non la necessità di consolidare le strutture fondali dei fabbricati.

Inoltre la **UMI n° 11**, a nostro parere, andrebbe sicuramente demolita e delocalizzata. Infatti il crollo della scarpata ha compromesso le strutture fondali della abitazione ed inoltre la casa è realizzata proprio in corrispondenza delle grotte in un punto di estrema fragilità della scarpata.

Anche è la **UMI n° 12** è stata notevolmente compromessa dal crollo; la sua delocalizzazione dipenderà essenzialmente dalle modalità di intervento esecutive che saranno previste nel progetto organico di consolidamento della rupe in quanto una parte dell'immobile è realizzato proprio in corrispondenza del ciglio della scarpata.

Anche la **UMI n°13** è realizzata in corrispondenza del ciglio della scarpata ma si ritiene che per essa non sussistano rischi di delocalizzazione in quanto la rupe non ha mostrato segni di dissesto significativi tali da compromettere la stabilità dell'immobile. La bonifica dovrà comunque, a nostro parere, essere estesa anche questa porzione di rupe.

#### RISULTATI DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE - DATI GEOTECNICI E LITOTECNICI

Due dei quattro sondaggi eseguiti ricadono nell'area soggetta al piano di recupero.

In entrambi sono stati installati dei piezometri.

Nel sondaggio n°1 è stato raggiunto il substrato litico alla profondità di -39 m dal p.c. mentre il sondaggio n° 2 profondo 60 m non ha raggiunto il bed rock.

I travertini si possono rilevare fino a quote sensibilmente più basse del paese di Pale e sono ben visibili lungo il sentiero che conduce a Belfiore passando per la zona dell' "Altolina".

Per quanto attiene alle caratteristiche meccaniche dei travertini, che in

dialetto vengono chiamati pietra sponga, è evidente che esse sono estremamente variabili.

Prove eseguite alla pressa "Point Load" hanno fornito valori di rottura estremamente variabili; i valori del peso di volume possono variare da 1.2 per il travertino più poroso fino a 2.2 per quello più compatto.

Anche i valori delle prove SPT testimoniano la estrema variabilità della resistenza alla penetrazione.

In sostanza per i travertini non si può fare riferimento su delle caratteristiche fisico meccaniche omogenee che vanno indagate di volta in volta per ogni singolo progetto.

In ogni caso sotto le pressioni trasmesse da una generica fondazione, fino a dei carichi di 3 - 5 kg/cm<sup>2</sup> i travertini, se non sono di scadentissima qualità, non subiscono cedimenti apprezzabili e sopportano senza alcun problema il sovraccarico trasmesso dalle opere fondali.

Si prescrive in definitiva l'esecuzione di un rilievo puntuale al di sotto dei fabbricati esistenti per accertare la eventuale presenza ed estensione di cavità ipogee.

## ASPETTI IDROGRAFICI DEL TERRITORIO

Il fiume Menotre è caratterizzato da un bacino idrografico con sviluppo dendritico che ricopre un area con morfologia aspra ed accidentata; nella parte alta le quote dei rilievi montuosi toccano quota 1421 m slm mentre il paese di Pale è situato ad una quota di 470 m slm.

I versanti dei rilievi interessati sono generalmente coperti da una vegetazione boschiva che limita lo scorrimento superficiale delle acque e i fenomeni che ne possono conseguire.

Le testate dei fossati e dei torrenti tributari del Menotre sono generalmente in erosione.

Nel territorio sono affioranti generalmente formazioni calcaree, della serie sedimentaria Umbro Marchigiana, ad elevata permeabilità per fratturazione, che favoriscono l'infiltrazione delle acque superficiali.

Ne consegue che la gran parte dei torrenti che drenano il territorio è attiva solamente nei periodi di massima piovosità.

I parametri del bacino del Fiume Menotre all'altezza dell'abitato di Pale sono:

- area del bacino idrografico di	104.5 Km <sup>2</sup>
- lunghezza dell'asta fluviale	23.2 Km
- quota media del bacino	530 m

Va considerato che lungo il corso del fiume vi sono numerose sorgenti tra le quali le importanti sorgenti di Rasiglia captate per uso idropotabile.

## CONSIDERAZIONI IDRAULICHE

L'area interessata dal piano di recupero è per la maggior parte rilevata rispetto alle quote di scorrimento delle acque superficiali e pertanto non è soggetta al rischio di alluvioni.

La porzione più bassa tuttavia può essere soggetta all'azione delle acque di corivazione.

Un sistema di paratie, a monte del paese, provvede alla distribuzione delle acque di superficie che sono state utilizzate in tempi passati come forza motrice; si ritiene necessario migliorare ed adeguare tale sistema che potrebbe essere sufficiente a regimare le acque anche nei periodi di massima piena.

Inoltre si è potuto constatare che l'alveo del Fiume Menotre, a monte dell'abitato è in alcune parti poco incassato e non provvisto di argini di sicurezza come quelli realizzati poco più a monte.

In definitiva si ritiene che siano necessari studi più approfonditi e realizzazioni di piani quotati, per verificare la pericolosità di eventuali tracimazioni a monte del paese ed in ogni caso si consigliano interventi di protezione e realizzazione di argini di sicurezza.

Per il calcolo della massima altezza di pioggia si è fatto riferimento al modello probabilistico di Gumbel che è quello adottato dalla Regione Umbria:

$$h_T(d) = m_1 * (1 + V * K_T) * d_n$$

Tale relazione risulta funzione di tre parametri  $n$ ,  $m_1$ , e  $V$  rispettivamente denominati esponente di scala, media dell'altezza di pioggia, coefficiente di variazione, che non dipendono dal periodo di ritorno, e dal fattore di frequenza  $K_T$  che invece è funzione del tempo di ritorno  $T$ .

Ciò premesso adottando i valori dei parametri caratteristici del bacino del fiume Menotre è risultata una altezza di pioggia temibile con un tempo di ritorno di 100 anni di 110.39 mm in 24 ore.

I valori di portata per tale altezza di pioggia ( $T=100$  anni), ampiamente variabili a seconda del metodo di calcolo utilizzato, oscillano da un minimo di 50 mc/s

fino ad un massimo di 500 mc/s.

Evidentemente occorre adattare uno specifico metodo di calcolo al bacino osservato per ottenere dei valori prossimi a quelli reali che possono essere stimati intorno a 150 mc/s.

## CONCLUSIONI

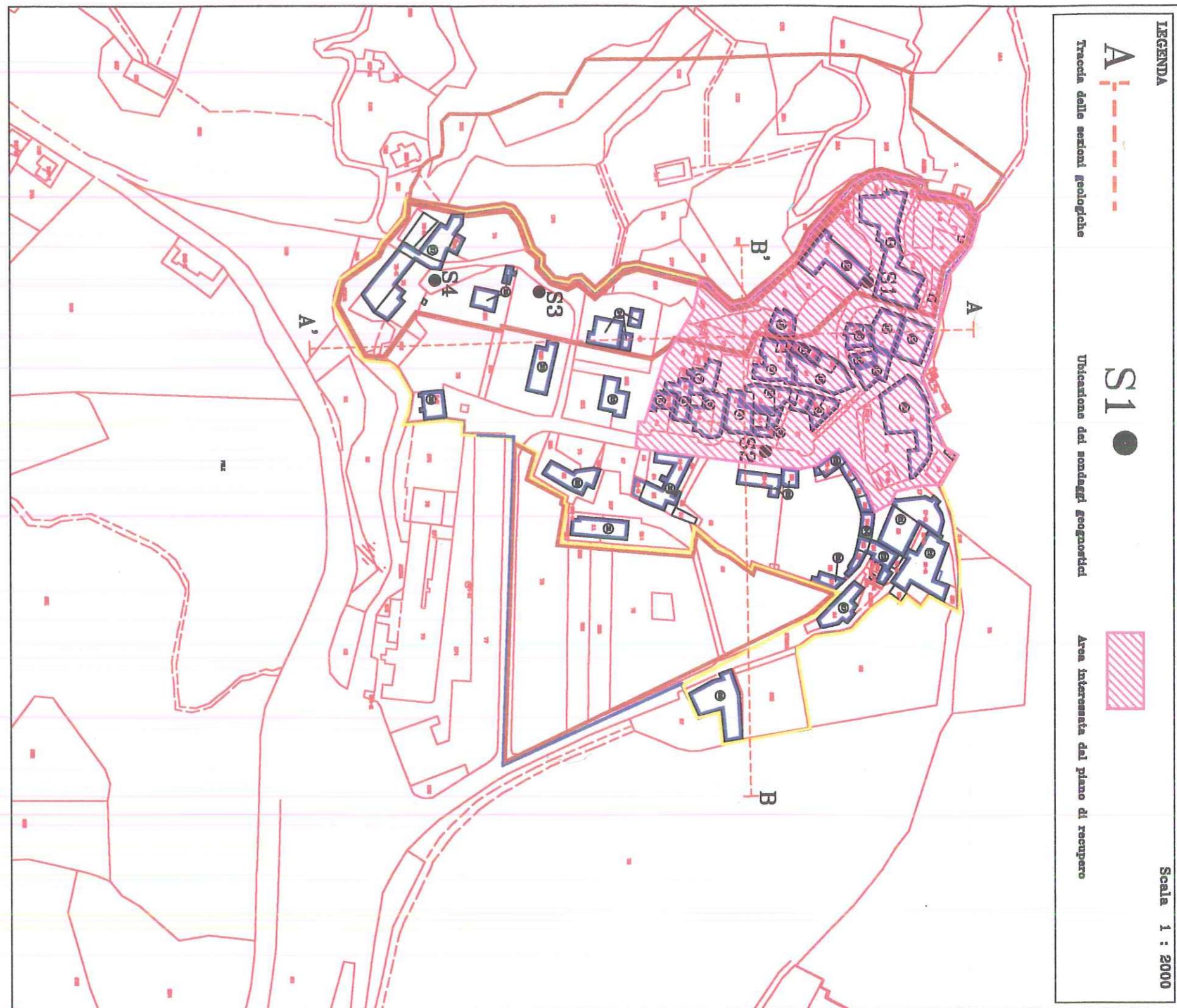
In definitiva per quanto attiene le prescrizioni di carattere geologico si può concludere che:

- per la parte del piano di recupero che è interessata dal progetto organico di consolidamento occorrerà fare riferimento a quest'ultimo;
- per quanto concerne la restante porzione è necessario indagare puntualmente la consistenza dei terreni di fondazione e la consistenza delle fondazioni stesse;
- per quanto attiene ai rischi legati alle acque di superficie si ritiene opportuna la realizzazione di opere di protezione e regimazione per le quali si può prevedere un costo di larga massima valutabile intorno ai 250 milioni di lire.

Si resta a disposizione per ulteriori ed eventuali chiarimenti.

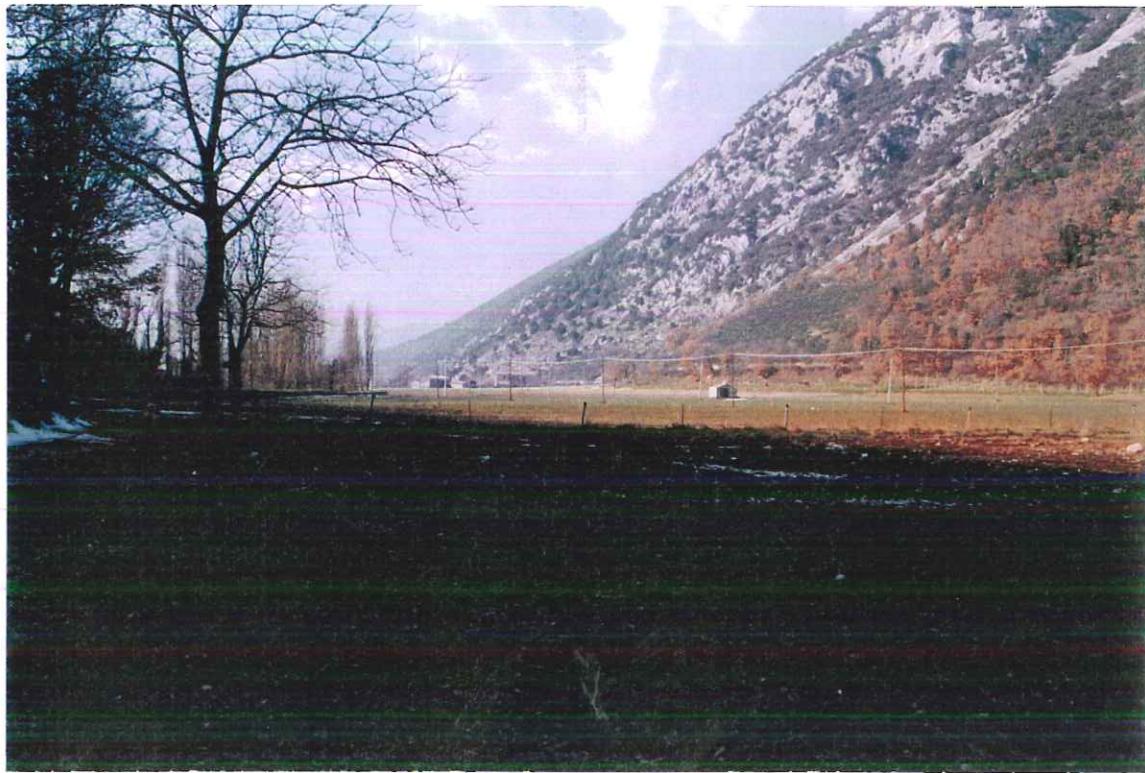


## CARTA DELLE INDAGINI



SONDAGGIO N° 1		COMMITTENTE: Comune di Foligno					
CANTIERE: PIR loc. Pale		LOCALITA: Pale			SCALA 1:200		
profondità	litologia	DESCRIZIONE LITOLOGICA	vane	STP	CAMPIONI		
			test in km./cmq	prof.	n° colpi	dist	
0.3		asfalto del piano stradale			4		
4.0		travertini sabbiosi prevalentemente sciolti		3.5	5		
		travertini prevalentemente fitoermali molto porosi e ricchi di vacuoli che si alternano a subordinata sabbie travertinose sciolti o poco cementate		8.0	10 7 3		
		alle quote di seguito riportate si rinviengono piccoli vuoti e/o porzioni di travertino molto poroso e che non oppongono resistenza all'avanzamento del carotiere da 6,2 a 6,6 da 8,5 a 10,0 da 10,4 a 10,7 da 11,3 a 11,6 da 14,8 a 15,2 da 16,5 a 16,8 da 18,2 a 18,5 da 29,0 a 21,8 metri di profondità		20	33 45 >50		
29.0		Formazione del Calcarenous Massiccio					
33.0							

SONDAGGIO N° 2		COMMITTENTE : Comune di Foligno					
CANTIERE : PIR loc. Pale		LOCALITA : Pale			SCALA 1:300		
profon- dità	litologia	DESCRIZIONE	LITOLOGICA	vane test	P.P.	STP	CAMPIONI
				in km./cmq	prof.	n° colpi	dist indis
1,0		massicciata stradale e riporto con laterizi					
5,5		sabbie travertinose molto fini alternate a travertini terrosi e limi calcarei			3,5	4 5 8	
		travertini fitoermali molto porosi e generalmente ben cementati con vari livelli di sabbie travertinose					
		alle quote di seguito riportate si rinviengono piccoli vuoti e/o porzioni di travertino molto porose che non oppongono resistenza all'avanzamento del carotiere da 9 a 10,5 da 12,8 a 13,2 da 13,4 a 13,6 da 14 a 15 da 26,8 a 27,4 da 28,4 a 28,8 da 32 a 32,2 da 38,2 a 38,7 da 44,5 a 44,9 da 48,6 a 48,9 da 52,7 a 53,0 da 55,0 a 55,6 metri di profondità			15,5	25 43 >50	
61,0					30,0	48 >50	



piana alluvionale del Fiume Menotre



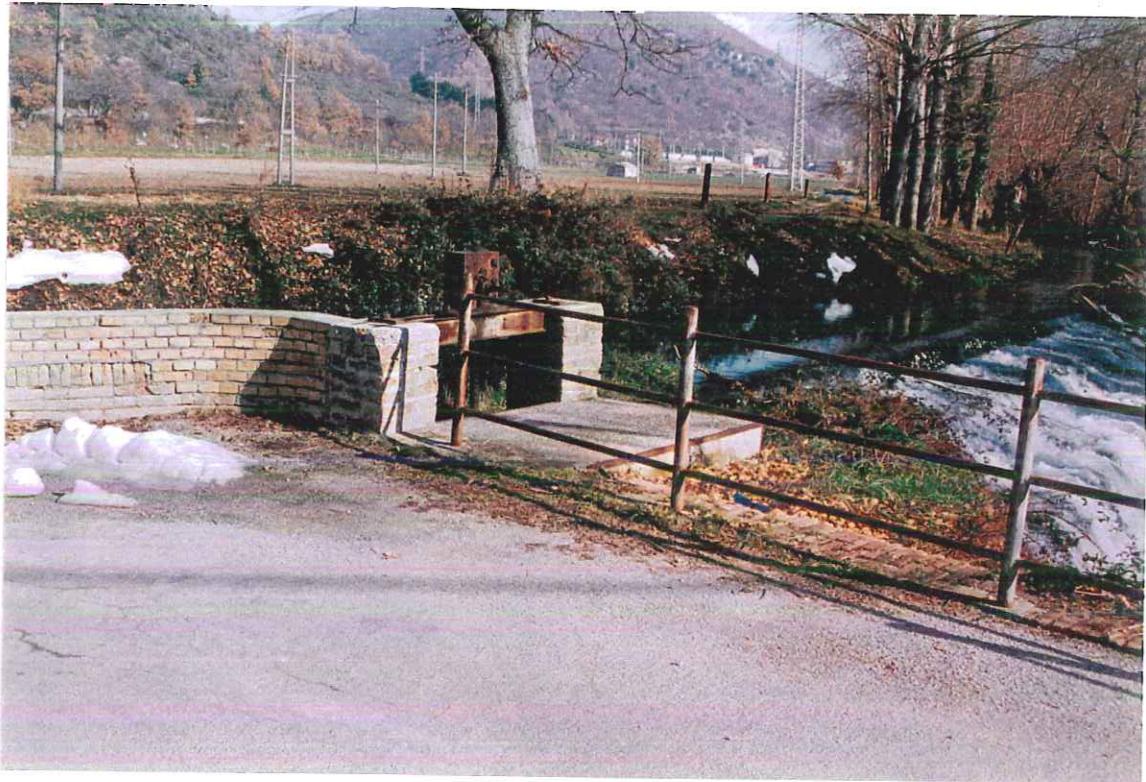
arginatura di protezione all'altezza della loc. Ponte S. Lucia



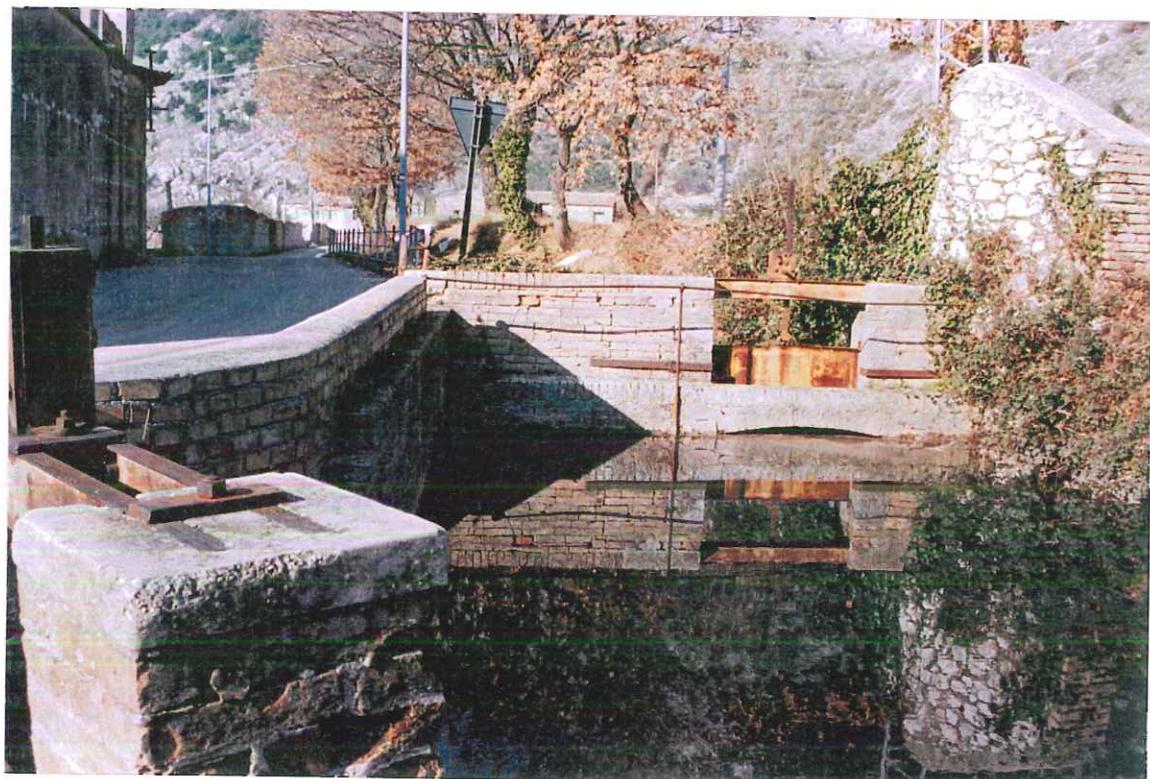
alveo del Menotre a monte di Pale



alveo del Menotre a monte della "Cartiera"



sistema di distribuzione delle acque



sistema di distribuzione delle acque



**fosso di distribuzione**



**fosso di distribuzione**