

Comune di Melpignano

(Provincia di Lecce)

**Procedura coordinata di valutazione di impatto ambientale (V.I.A.)
e approvazione progetto per l'apertura e la coltivazione
di una cava di Pietra Leccese sita in località Vore ,
allibrata al fg. 2 p.lla 518**

C O M M I T T E N T E

- F.LLI PITARDI S.r.l. -

Via U. Foscolo,28 - 73020 Cursi (LE)

ELABORATO

O G G E T T O

N° 10

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE

Dr.Geol. Michele GRECOLINI

Melpignano, febbraio 2022

Il presente progetto viene concesso alla espressa condizione che, oltre a quanto previsto dalle Leggi vigenti in materia di diritto d'autore, non venga, senza nostro consenso scritto, riprodotto, copiato, divulgato, ceduto a terzi nè diversamente usato se non per la realizzazione dell'opera a cui si riferisce.
Qualsiasi violazione sarà perseguita ai sensi della normativa vigente (L. 633/41-D.lgs. 518 del 29.12.92).

INDICE

1.0	PREMESSA	Pag.	3
2.0	INQUADRAMENTO GEO-MORFOLOGICO	“	5
3.0	IDROGEOLOGIA DELL'AREA E TIPOLOGIA DI ACQUIFERI PRESENTI	“	8
3.1	Reticolo idrografico	“	21
3.1.1	Acque sotterranee	“	22
3.1.2	Falda Miocenica	“	22
3.1.3	Falda profonda	“	23
3.2	Valore del coefficiente di conducibilità idraulica (K)	“	26
3.3	Caratteristiche di permeabilità dei terreni	“	27
4.0	VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO	“	31
5.0	SONDAGGI SISMICI A RIFRAZIONE – PERICOLOSITA' SISMICA – CALCOLO DELLA VS 30E	“	33
6.0	CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA	“	38
7.0	MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO	“	39
8.0	PROPRIETA' GEOTECNICHE E STABILITA' DELLE SCARPATE	“	41
8.1	Considerazioni preliminari	“	41
8.2	Caratteri fisici e meccanici della “pietra leccese”	“	43
8.3	Condizioni di stabilità delle scarpate in roccia calcarenitica	“	53
9.0	CONCLUSIONI	“	55

ALLEGATI

(V. elaborato grafico n.2);

Allegati grafici sondaggi sismici a rifrazione.

1.0. PREMESSA

Nel mese di ottobre 2021 la Ditta **FRATELLI PITARDI S.r.l.**, con sede in Corsi (LE) alla Via Foscolo n° 28, in qualità proprietaria di un lotto di terreno sito nel comune di Melpignano (LE), sul quale ha intenzione di realizzare un “progetto di coltivazione di una cava di pietra leccese”, conferiva allo scrivente **Dr. geol. Michele GRECOLINI** regolarmente iscritto all’Albo della regione Puglia dei Geologi al n.506, a completamento dell’impalcatura progettuale, viene redatta la presente relazione geologica inerente l’area interessata dal progetto di coltivazione.

In particolare la relazione geologica viene espressamente richiesta nella realizzazione di costruzioni, opere e manufatti edili, nel rispetto della normativa vigente (**Legge 64/74 ed i D.M. 21.01.1981 e 11.03.1988 e Circolare Ministero dei LL.PP. n. 30483 del 29.9.1988**”, dal **D.M. 11 marzo 1988** “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”, e dal **D.M. 14/01/2008** così come modificato dal **Decreto 17 gennaio 2018**, oltre che dalla normativa specifica sulle cave (**L. 22/19 e s.m.i.**)

In adempimento all’incarico ricevuto, il sottoscritto ha espletato le necessarie indagini al fine di determinare gli aspetti geologico-morfologici generali e di dettaglio dell’area indagata, sulla base del rilevamento geologico effettuato; l’indagine è stata, inoltre, completata da numerosi dati bibliografici e informazioni ricavate dalla letteratura geologica e da precedenti indagini e studi, effettuati dal sottoscritto. In particolare, una volta definita la natura litologica delle rocce affioranti ed alla luce dello studio geologico-strutturale condotto, sono stati assunti (dalla bibliografia geologica specializzata) i dati rappresentativi delle proprietà tecniche dei litotipi presenti nell’area in esame e si è infine valutata la stabilità e la potenziale altezza critica delle pareti di scavo.

Sono stati poi ricostruiti sia i caratteri dell’idrografia superficiale dell’area che quelli relativi alla circolazione idrica sotterranea. I dati acquisiti hanno consentito, infine, di definire le caratteristiche generali e di dettaglio del sito progettuale e la redazione dei seguenti allegati cartografici:

RELAZIONI

Relazione n.1: Progetto di coltivazione;
Relazione n.2: Progetto di recupero ambientale;
Relazione n. 3: relazione geologica, idrogeologica, geotecnica;
Relazione n. 4: relazione gestione rifiuti;
Relazione n. 5: relazione economica/finanziaria;
Relazione n. 6: Capacità tecnico/economica;
Relazione n. 7: Documentazione fotografica;
Relazione n. 8: Documentazione amministrativa.

ELABORATI GRAFICI

elaborato grafico n.1: Inquadramento territoriale urbanistico scale varie;
elaborato grafico n.2: Inquadramento geologico – ambientale scale varie;
elaborato grafico n.3: Carta dell'uso del suolo scala 1:2000;
elaborato grafico n.4: stato di fatto scala 1:500;
elaborato grafico n.5 Piano di coltivazione 1^ fase e sezione scala 1:500;
elaborato grafico n.6 Piano di coltivazione 2^ fase e sezione scala 1:500;
elaborato grafico n.7 Piano di coltivazione finale scala 1:500;
elaborato grafico n.8 Piano di recupero ambientale 1^ fase scala 1:500;
elaborato grafico n.9 Piano di recupero ambientale 2^ fase scala 1:500;
elaborato grafico n.10 Piano di recupero ambientale finale scala 1:500;
elaborato grafico n.11 particolari costruttivi (recinzioni cancello) scala 1:500.

Contemporaneamente sarà avviata

La procedura di assoggettabilità a Valutazione di Impatto Ambientale (V.I.A.) ai sensi della **L.11/2001**.

La collega dott.ssa geol. **Francesca GRECOLINI** ha collaborato attivamente alla stesura della presente.

La coltivazione di una cava di “Pietra Leccese” è legata a molteplici fattori collegabili sia alla qualità della roccia che alla utilizzazione della stessa. Tali fattori possono essere valutati a seguito di indagini geostrutturali in situ, che consentono di descrivere lo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso.

Tale area fa parte di un ambito territoriale ad elevato livello di degrado ambientale, infatti, in particolare i settori meridionali e occidentali sono interessati da numerosi relitti di cave, spesso in totale abbandono, prive della necessaria messa in sicurezza e ripristino ambientale. In tale contesto ambientale e di utilizzazione del territorio, si può agevolmente ipotizzare che l'apertura/ampliamento di una nuova cava non produrrà particolari inconvenienti sia dal punto di vista ambientale che territoriale. Nel seguito sono esplicitati i risultati delle indagini effettuate.

2.0. INQUADRAMENTO GEO-MORFOLOGICO

L'area di studio è ubicata nella periferia orientale del comune di Melpignano (LE) in loc. “Vore”, in una strada parallela alla Strada Provinciale n° 37 Melpignano – Corsi (V. Elaborato grafico n. 1 - Corografia dell'area scala 1:25.000 e All. 2 stralcio cartografia tecnica provinciale scala 1:10.000)

Più precisamente l'area di disponibilità della ditta F.lli PITARDI S.r.l. rientra nel Foglio 526 della Carta d'Italia IGMI scala 1:50.000 e nel N.C.T. del Comune di Melpignano, è riportata al F.2 p.lle 518, (V. Elaborato grafico n.1 - stralcio catastale 1:2.000).

Altimetricamente l'area si attesta intorno agli 82 mt. sul l.m.m. e, più in generale, fa parte di un territorio subpianeggiante, che ingloba l'intero abitato di Melpignano e Corsi con quote digradanti verso i quadranti nord-orientali. Il rilevamento geologico di superficie, integrato dai dati dei sondaggi sismici effettuati e da indagini precedenti, eseguite su aree contermini, ha consentito il riconoscimento dei litotipi presenti che risultano costituiti prevalentemente da calcareniti organogene “Pietra Leccese”, del Miocene.

Tale formazione affiora per un largo raggio nei dintorni dell'area di ns. interesse e risulta costituita da calcareniti marnose, biocalcareni e calcari organogeni a grana fine, per lo più tenera e porosa di colore prevalentemente giallognolo, a volte biancastro, grigiastro, grigio-verdastro. La stratificazione è poco evidente, con spessore complessivo degli strati dell'ordine di 25 - 30 mt., raggiungendo localmente anche lo spessore di 40-45 mt.. A poca distanza, verso est e verso nord-est, affiorano i sedimenti ascrivibili alle “Calcareniti di Andrano” che affiorano estesamente, sino ad interessare, verso est, i comuni di Carpignano Salentino e Cannole, verso sud, il comune di Bagnolo del Salento e verso nord il comune di Calimera. Tali rocce sono costituite da calcari organogeni e biocalcareni bianco-grigiastre a grana variabile, compatte e tenaci, mediamente permeabili per porosità e subordinatamente per fessurazione e carsismo.

Marginalmente, ad Ovest – Sud-Ovest del sito di progetto, affiorano i litotipi più recenti costituiti dalle “Calcareniti del Salento” (Plio – Quaternario). La formazione delle Calcareniti del Salento comprende diversi litotipi, distinti tra loro in base all'età ed alle caratteristiche chimico-fisiche. Si passa da calcareniti argillose giallastre a sabbie

argillose grigio-azzurre, con intercalati banchi di calcare tipo “panchina”. La stratificazione è quasi sempre indistinta, dove essa appare, è variabile da pochi centimetri a oltre un metro. La potenza della formazione si aggira intorno ai 30 mt.; l'intero pacco calcarenitico non presenta uniformità deposizionale, ma spesso si presenta associato a sabbioni calcarei inglobanti livelli tenaci (“catine”) od a orizzonti calcarei biomicritici tipo “panchina”. Il litotipo caratteristico è costituito da calcareniti organogene biancastre ben cementate e meglio conosciute nella zona col nome improprio di “tufi”. Le suddette formazioni sono sedimentate in maniera trasgressiva sulla formazione delle “Dolomie di Galatina” che in superficie si rinvencono ad ovest in corrispondenza dell'abitato di Corigliano d'Otranto, dove raggiungono altitudini superiori a 100 mt., nei pressi di mass. “Torre Cumirri” e mass. “Specchia Murga”. Di solito il contatto formazionale è contraddistinto da conglomerati di trasgressione (breccie), nelle zone di contatto. Si tratta di calcari dolomitici di colore grigio chiaro, tenaci, fratturati e vacuolari, che presentano strati aventi spessore variabile, comunque dell'ordine di qualche metro, con giacitura suborizzontale ad eccezione delle zone di anticlinale dove la pendenza dei singoli strati raggiunge i 10° circa. Dove affiora, tale formazione si presenta alterata e fratturata, interessata spesso da cavità più o meno ampie, ad andamento verticale e riempite di terra rossa. I calcari dolomitici, si spingono sino a notevole profondità dal p.c. con potenza dei singoli strati da pochi centimetri a due metri e giacitura suborizzontale, costituendo la piattaforma carbonatica dell'intera Penisola Salentina e localmente danno origine a rilievi tabulari elevati mediamente 90 mt. sul l.m.m., ospitando da quote prossime il livello del mare la ricca falda di fondo. Tale piattaforma è costituita da una successione di dolomie e calcari dolomitici, di color grigio- scuro o nocciola, spesso cristallini e vacuolari, calcari microcristallini più chiari, calcari brecciati. La successione rappresenta il prodotto della sedimentazione in una piattaforma carbonatica interna; le rocce carbonatiche rimaste esposte all'aggressione carsica per tempi estremamente lunghi, risultano affette da un carsismo relativamente evoluto. La roccia ben stratificata in spessore variabile tra 0,3 e 2 mt., è sempre abbastanza tenace e resistente, pur mostrandosi nel complesso variamente fessurata e carsificata. L'origine dei sistemi di fratture, su cui spesso si sono impostati i reticoli di condotti carsici, va ricercata nei numerosi cicli di sollecitazioni deformative e tensionali subiti da tali rocce nel corso degli anni 70 milioni di anni. Il territorio

investigato non ricade in area dichiarata sismica, inoltre non è interessato da fenomeni di dissesto in atto o potenziali.

L'aspetto geo-strutturale dell'area in oggetto è quello tipico del Salento, condizionato da alti strutturali (anticlinali), maggiormente sviluppati in direzione NNW-SSE e separati da zone depresse (sinclinali), aventi medesima orientazione. Dall'esame visivo dell'(*All. grafico n.2 - carta geomorfologica*) si evince che l'area di studio ricade in un'ampia sinclinale, interessata in affioramento, dal pacco delle calcareniti plio-pleistoceniche e delimitata, ad nord-ovest, dai calcari cretacei che costituiscono gli alti strutturali (Serre). Spesso le linee di confine tra le due formazioni sono interessate da piani di faglia il cui rigetto non è facilmente determinabile in superficie.

3.0. IDROGEOLOGIA DELL'AREA E TIPOLOGIA DI ACQUIFERI PRESENTI

Prioritariamente, va evidenziato che tutta l'area interessata dal progetto non rientra nelle zone soggette a rischio idrogeologico (AP) alta pericolosità, (MP) media pericolosità, (BP) bassa pericolosità, di cui al Piano Assetto Idrogeologico (PAI) approvato in via definitiva dall'Autorità di Bacino (AdB) della Regione Puglia con Del. 30.11.2005 e ss.mm.ii (ultimo aggiornamento del 27.02.2017), inoltre non rientra in nessuna delle classi di pericolo idrogeologico R, (R1) rischio moderato, (R2) rischio medio, (R3) rischio elevato, (R4) rischio molto elevato, e in nessuna delle classi di pericolosità geomorfologia PG, (PG1) bassa e media pericolosità geomorfologica, (PG2) alta pericolosità geomorfologica, (PG3) molto alta pericolosità geomorfologia.

Nel Piano di Tutela delle Acque (**PTA**) della Regione Puglia adottato con **Del. C.R. n° 230 del 20.10.2010**, e successivo aggiornamento adottato con **DGR n. .333/2019** sebbene l'area di progetto rientra all'interno dell'area identificata dal **PTA** come zone di tutela quali-quantitativa, gli interventi progettuali previsti sono conformi a quanto contenuto nel **PTA**. La media/annua delle precipitazioni piovose nel periodo di osservazione 1974 – 2013 c/o la stazione pluviometrica di Maglie è pari a **714,7 mm.** con un minimo di **9,0 mm.** nel mese di luglio ed un massimo di **99,3 mm.** nel mese di novembre, (V. Tab. 1 e Fig. 1 - *Precipitazioni mensili registrate nel periodo 1970-2009*), mentre i giorni piovosi nell'arco dell'anno sono **70,0** con frequenza minima registrata nel mese di luglio (**1,8 giorni piovosi**) e frequenza massima registrata nel mese di dicembre (**9,3 giorni piovosi**), (V. tab. 2 e Fig. 2 - *Frequenza dei giorni piovosi registrati nel periodo 1970-2009*).

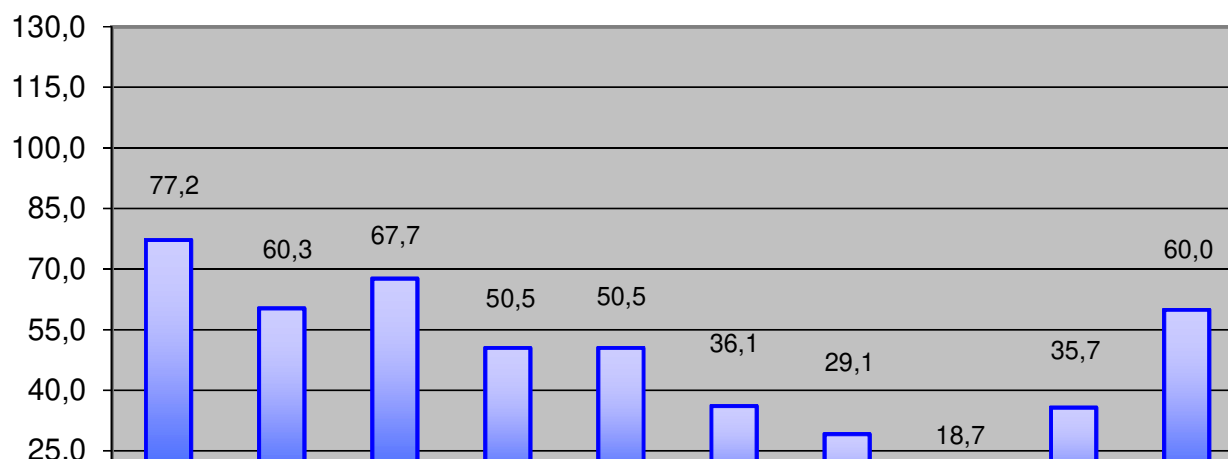
Nel Piano di Tutela delle Acque (**PTA**) della Regione Puglia adottato con **Del. C.R. n° 230 del 20.10.2010**, e successivo aggiornamento adottato con **DGR n. .333/2019** gli interventi progettuali previsti sono conformi a quanto contenuto nel **PTA**.

Negli allegati compiegati alla presente relazione è riportato lo *stralcio del PAI* (V. *Elaborato grafico n.2, All. Piano Assetto Idrogeologico, (PAI) e lo stralcio del (PTA) Piano Tutela acque* .I dati di cui innanzi sono riportati nelle tabelle e grafici seguenti, mentre negli allegati grafici compiegati al presente progetto è riportato lo *stralcio del PAI Piano Assetto Idrogeologico, e lo stralcio del (PTA) Piano Tutela acque* (V. *Elaborato grafico n.2*).I dati di cui innanzi sono riportati nelle tabelle e grafici seguenti.

Tab.1-Precipitazioni mensili registrate nel periodo 1970-2009 (Stazione pluviometrica Maglie)

PRECIPITAZIONI MENSILI (mm) – STAZIONE DI MAGLIE													
ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Totale
1970	96,0	19,0	106,0	7,0	38,0	30,0	7,0	10,0	140,0	279,0	24,0	60,0	816,0
1971	103,0	101,0	105,0	19,0	>>	>>	>>	>>	197,0	73,0	40,0	38,0	>>
1972	329,0	157,0	41,0	55,0	43,0	49,0	97,0	107,0	126,0	142,0	4,0	93,0	1243,0
1973	100,0	79,0	128,0	27,0	2,0	19,0	0,0	64,0	55,0	65,0	55,0	56,0	650,0
1974	127,0	107,0	71,0	155,0	32,0	13,0	1,0	47,0	80,0	137,0	78,0	83,0	931,0
1975	10,0	59,0	57,0	13,0	36,0	49,0	33,0	30,0	55,0	88,0	91,0	63,0	584,0
1976	95,0	85,0	74,0	80,0	45,0	48,0	64,0	49,0	59,0	145,0	315,0	67,0	1126,0
1977	36,0	38,0	18,0	24,0	15,0	12,0	2,0	13,0	77,0	16,0	26,0	68,0	345,0
1978	110,0	78,0	41,0	83,0	33,0	2,0	0,0	9,0	24,0	82,0	12,0	45,0	519,0
1979	45,0	126,0	24,0	35,0	39,0	47,0	3,0	41,0	21,0	61,0	261,0	60,0	763,0
1980	106,0	27,0	159,0	58,0	62,0	35,0	0,0	3,0	0,0	155,0	107,0	62,0	774,0
1981	56,0	78,0	15,0	22,0	7,0	3,0	20,0	25,0	82,0	72,0	63,0	76,0	519,0
1982	19,0	108,0	116,0	45,0	6,0	10,0	11,0	118,0	64,0	94,0	150,0	118,0	859,0
1983	6,0	44,0	43,0	37,0	13,0	89,0	11,0	73,0	29,0	129,0	93,0	173,0	740,0
1984	60,0	76,0	54,0	51,0	12,0	1,0	0,0	28,0	42,0	47,0	130,0	52,0	553,0
1985	107,0	13,0	97,0	53,0	19,0	25,0	7,0	14,0	34,0	189,0	144,0	26,0	728,0
1986	66,0	186,0	120,0	6,0	46,0	15,0	25,0	0,0	57,0	21,0	42,0	4,0	588,0
1987	56,0	57,0	119,0	8,0	32,0	10,0	2,0	2,0	10,0	72,0	116,0	59,0	543,0
1988	137,0	87,0	40,0	14,0	34,0	27,0	0,0	0,0	99,0	101,0	24,0	48,0	611,0
1989	48,0	9,0	22,0	51,0	35,0	34,0	34,0	0,0	93,0	72,0	40,0	28,0	466,0
1990	29,0	7,0	11,0	55,0	27,0	1,0	1,0	4,0	5,0	66,0	221,0	130,0	557,0
1991	32,0	87,0	80,0	163,0	80,0	10,0	57,0	72,0	43,0	137,0	47,0	34,0	842,0
1992	40,0	18,0	29,0	100,0	17,0	51,0	54,0	1,0	37,0	138,0	30,0	157,0	672,0
1993	48,0	30,0	119,0	41,0	158,0	9,0	3,0	1,0	29,0	157,0	261,0	91,0	947,0
1994	185,0	142,0	26,0	106,0	46,0	29,0	11,0	62,0	13,0	54,0	55,0	69,0	798,0
1995	75,0	30,0	110,0	40,0	11,0	17,0	52,0	166,0	82,0	7,0	120,0	202,0	912,0
1996	264,0	134,0	126,0	51,0	65,0	28,0	1,0	39,0	159,0	220,0	27,0	97,0	1193,0
1997	87,0	17,0	22,0	57,0	1,0	21,0	1,0	46,0	78,0	130,0	84,0	69,0	612,0
1998	42,0	48,0	29,0	39,0	60,0	2,0	1,0	69,0	30,0	30,0	217,0	75,0	642,0
1999	51,0	26,0	65,0	38,0	5,0	12,0	37,0	35,0	58,0	51,0	81,0	71,0	531,0
2000	8,0	39,0	18,0	26,0	41,0	2,0	3,0	0,0	10,0	191,0	174,0	31,0	546,0
2001	74,0	2,0	101,0	83,0	37,0	9,0	1,0	31,0	2,0	18,0	27,0	62,0	447,0
2002	46,0	3,0	51,0	60,0	58,0	6,0	71,0	41,0	61,0	82,0	50,0	213,0	744,0
2003	124,0	12,0	10,0	47,0	48,0	6,0	0,0	23,0	92,0	74,0	172,0	97,0	705,0
2004	42,0	36,0	110,0	38,0	35,0	88,0	42,0	12,0	12,0	106,0	146,0	94,0	761,0
2005	56,0	65,0	51,0	13,0	43,0	11,0	33,0	9,0	71,0	111,0	155,0	142,0	760,0
2006	48,0	83,0	73,0	47,0	20,0	42,0	25,0	87,0	46,0	21,0	8,0	83,0	583,0
2007	7,0	48,0	94,0	62,0	30,0	106,0	0,0	9,0	76,0	118,0	97,0	79,0	726,0
2008	41,0	26,0	52,0	21,0	76,0	87,0	11,0	0,0	108,0	12,0	136,0	256,0	826,0
2009	>>	25,0	81,0	90,0	3,0	82,0	11,0	54,0	47,0	174,0	50,0	147,0	>>
Media	77,2	60,3	67,7	50,5	36,1	29,1	18,7	35,7	60,0	98,4	99,3	86,9	714,7

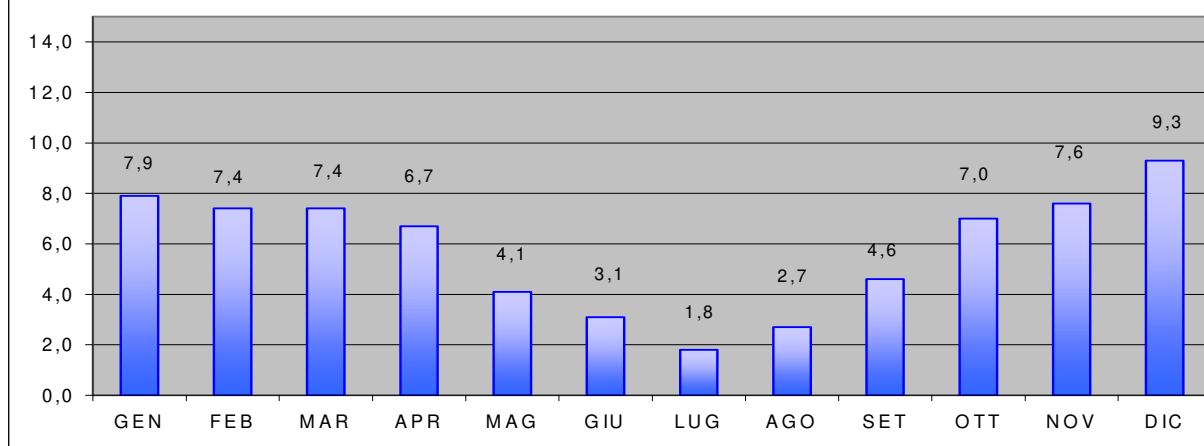
Fig. 1 - PRECIPITAZIONI MENSILI REGISTRATE NEL PERIODO 1970
(STAZIONE PLUVIOMETRICA DI MAGLIE)



Tab.2 Frequenza giorni piovosi registrati nel periodo 1970-2009 (Stazione pluviometrica di Maglie)

FREQUENZA GIORNI PIOVOSI – STAZIONE DI MAGLIE													
ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Totale
1970	>>	4,0	9,0	>>	5,0	1,0	2,0	2,0	5,0	5,0	4,0	>>	>>
1971	11,0	9,0	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	4,0	9,0	>>
1972	21,0	16,0	5,0	9,0	2,0	1,0	9,0	5,0	9,0	12,0	1,0	7,0	97,0
1973	12,0	10,0	15,0	9,0	1,0	4,0	0,0	5,0	4,0	6,0	4,0	10,0	80,0
1974	11,0	13,0	11,0	15,0	5,0	2,0	0,0	3,0	6,0	8,0	9,0	6,0	89,0
1975	>>	7,0	7,0	4,0	5,0	4,0	2,0	4,0	4,0	8,0	9,0	8,0	>>
1976	3,0	11,0	8,0	12,0	5,0	3,0	5,0	8,0	6,0	12,0	13,0	10,0	96,0
1977	5,0	4,0	6,0	3,0	1,0	2,0	1,0	4,0	5,0	2,0	7,0	7,0	47,0
1978	15,0	12,0	8,0	8,0	8,0	1,0	0,0	1,0	5,0	8,0	2,0	9,0	77,0
1979	8,0	11,0	4,0	6,0	2,0	5,0	1,0	3,0	5,0	8,0	11,0	11,0	75,0
1980	16,0	5,0	13,0	8,0	8,0	4,0	0,0	1,0	0,0	9,0	8,0	8,0	80,0
1981	8,0	10,0	3,0	5,0	3,0	1,0	3,0	3,0	6,0	6,0	6,0	11,0	65,0
1982	6,0	10,0	12,0	6,0	1,0	2,0	2,0	4,0	5,0	12,0	7,0	10,0	77,0
1983	1,0	9,0	3,0	5,0	3,0	6,0	2,0	3,0	2,0	4,0	8,0	13,0	59,0
1984	8,0	11,0	9,0	7,0	4,0	0,0	0,0	5,0	4,0	8,0	9,0	10,0	75,0
1985	12,0	4,0	14,0	6,0	4,0	1,0	1,0	3,0	2,0	10,0	12,0	3,0	72,0
1986	8,0	16,0	10,0	2,0	5,0	4,0	5,0	0,0	4,0	4,0	4,0	1,0	63,0
1987	6,0	10,0	13,0	2,0	6,0	3,0	1,0	1,0	2,0	7,0	10,0	8,0	69,0
1988	8,0	12,0	10,0	5,0	2,0	4,0	0,0	0,0	4,0	6,0	6,0	4,0	61,0
1989	2,0	3,0	6,0	6,0	3,0	4,0	3,0	0,0	7,0	6,0	7,0	6,0	53,0
1990	2,0	2,0	3,0	8,0	6,0	1,0	0,0	1,0	1,0	8,0	12,0	13,0	57,0
1991	5,0	8,0	9,0	12,0	6,0	2,0	5,0	1,0	5,0	8,0	7,0	5,0	73,0
1992	3,0	2,0	6,0	9,0	5,0	7,0	3,0	0,0	2,0	6,0	5,0	9,0	57,0
1993	2,0	5,0	9,0	5,0	7,0	1,0	1,0	0,0	5,0	7,0	17,0	7,0	66,0
1994	13,0	11,0	1,0	6,0	5,0	3,0	3,0	2,0	1,0	4,0	8,0	7,0	64,0
1995	7,0	6,0	6,0	6,0	2,0	1,0	4,0	14,0	6,0	1,0	12,0	16,0	81,0
1996	13,0	13,0	11,0	8,0	6,0	3,0	0,0	3,0	13,0	11,0	8,0	14,0	103,0
1997	6,0	2,0	4,0	8,0	0,0	3,0	1,0	4,0	4,0	>>	>>	8,0	>>
1998	8,0	5,0	5,0	3,0	5,0	1,0	0,0	2,0	3,0	5,0	10,0	10,0	57,0
1999	7,0	7,0	6,0	8,0	1,0	2,0	3,0	>>	>>	6,0	5,0	8,0	>>
2000	3,0	5,0	3,0	5,0	4,0	1,0	1,0	0,0	2,0	10,0	11,0	6,0	51,0
2001	12,0	0,0	3,0	11,0	2,0	2,0	0,0	2,0	1,0	4,0	7,0	11,0	55,0
2002	6,0	1,0	6,0	6,0	10,0	2,0	4,0	4,0	9,0	7,0	3,0	17,0	75,0
2003	12,0	2,0	2,0	5,0	4,0	2,0	0,0	4,0	4,0	8,0	8,0	11,0	62,0
2004	8,0	6,0	9,0	7,0	8,0	6,0	3,0	1,0	4,0	5,0	9,0	13,0	79,0
2005	8,0	7,0	7,0	5,0	3,0	5,0	3,0	2,0	9,0	6,0	11,0	13,0	79,0
2006	8,0	8,0	9,0	10,0	4,0	7,0	3,0	3,0	5,0	3,0	3,0	7,0	72,0
2007	2,0	7,0	10,0	5,0	4,0	6,0	0,0	2,0	4,0	11,0	7,0	10,0	68,0
2008	7,0	6,0	8,0	4,0	4,0	6,0	1,0	0,0	8,0	3,0	11,0	14,0	72,0
2009	>>	6,0	9,0	7,0	1,0	10,0	1,0	5,0	6,0	12,0	4,0	15,0	>>
Media	7,9	7,4	7,4	6,7	4,1	3,1	1,8	2,7	4,6	7,0	7,6	9,3	70,7

Fig. 2 - FREQUENZA DEI GIORNI PIOVOSI REGISTRATI NEL PERIODO 1970-2009 (STAZIONE PLUVIOMETRICA DI MAGLIE)



Rapporto sulla stazione di misura:

Maglie

Dati Stazione

Codice: 16062 (3415, 3415)

Quota: 77,0 m s.l.m.

Latitudine: 40,1183027777778

Longitudine: 18,2935027777778

Serie osservazioni

Tipologia dei dati: Massimi annuali di altezza di precipitazione.

Serie presenti: 5

Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Minima dimensione serie: 55

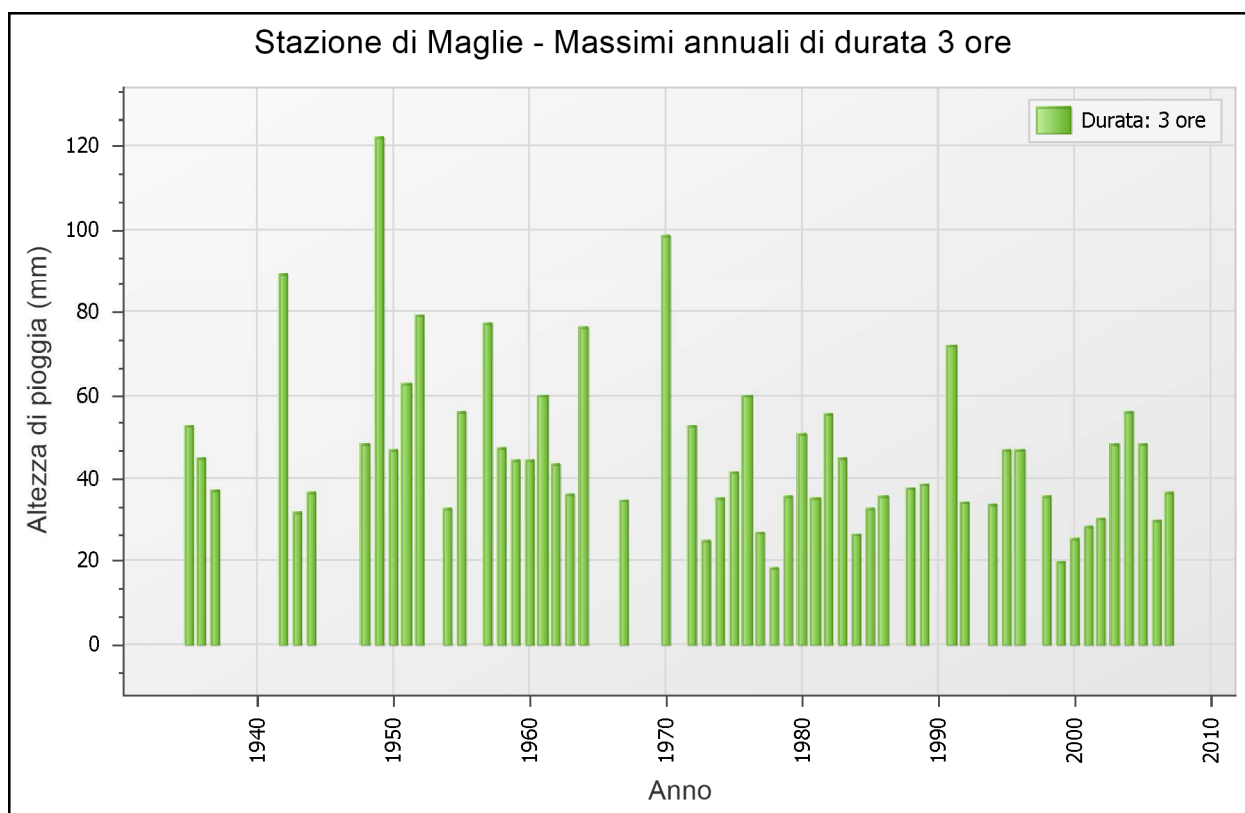
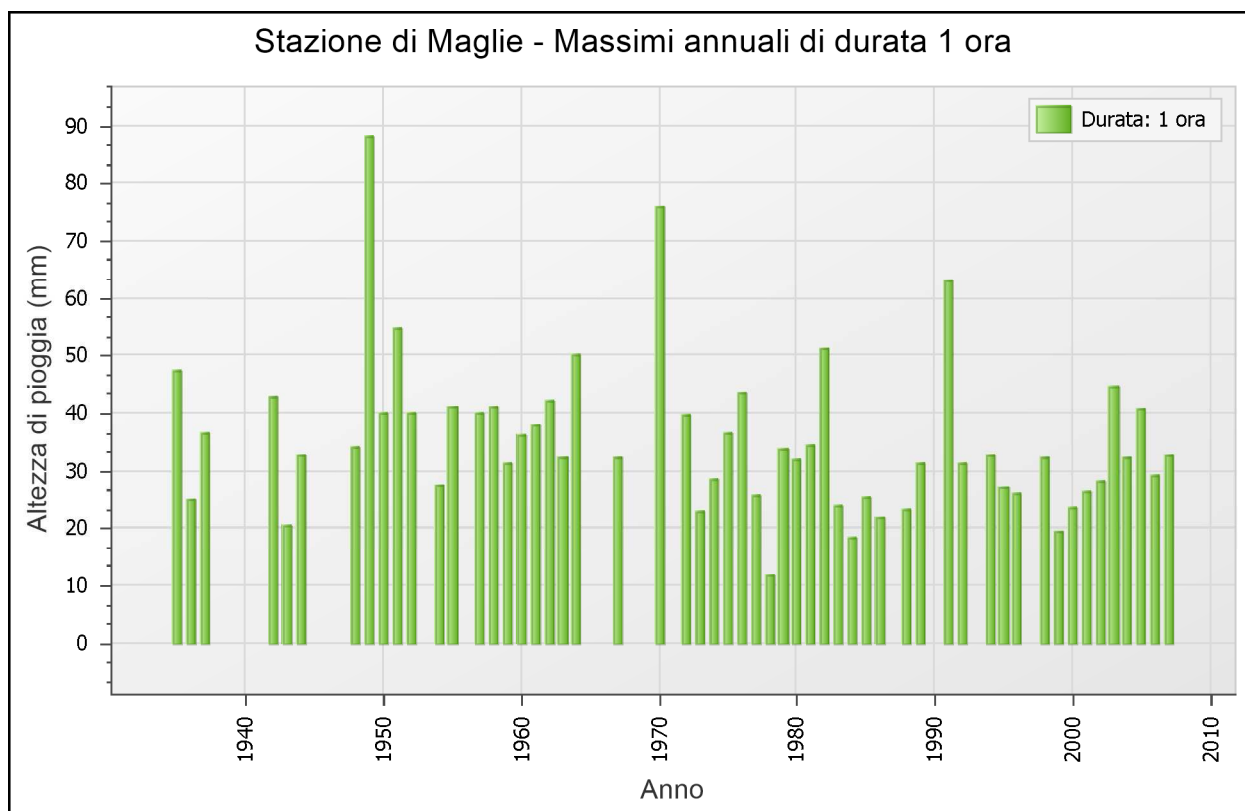
Massima dimensione serie: 55

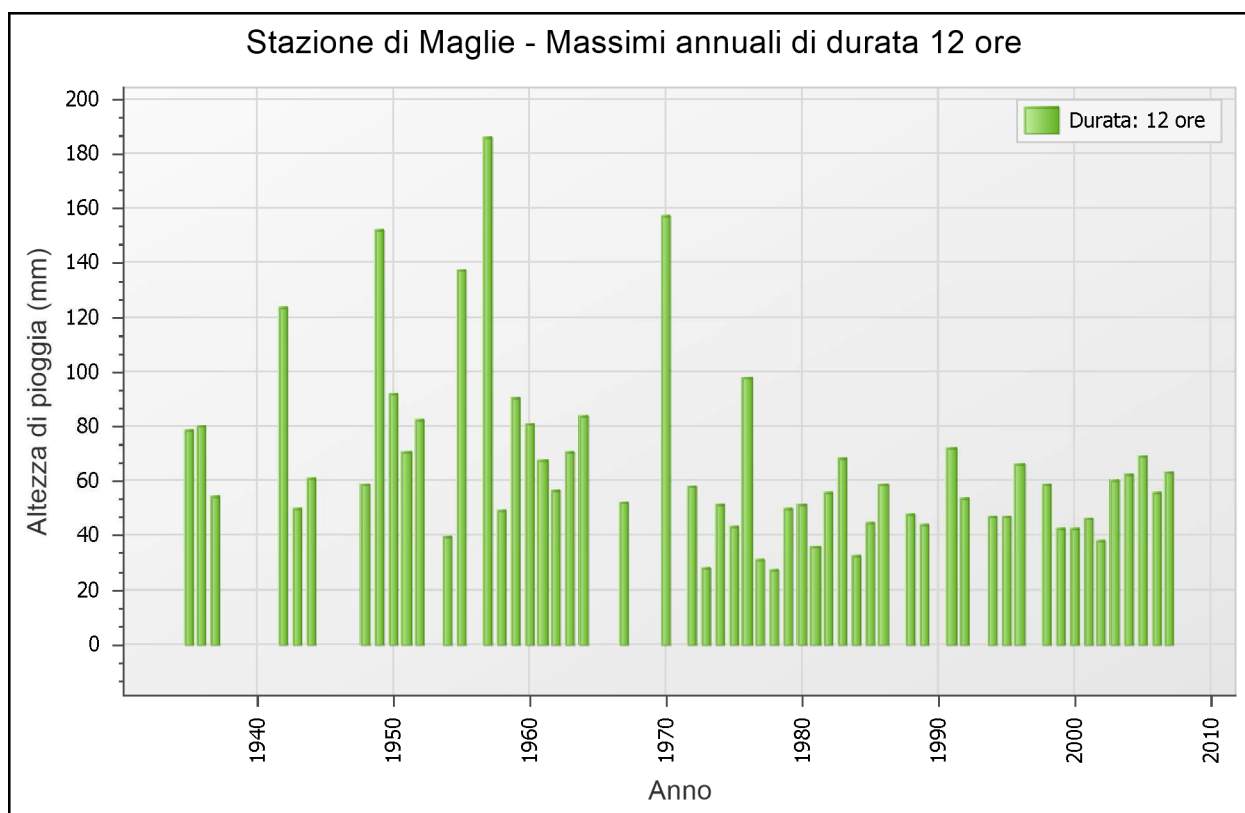
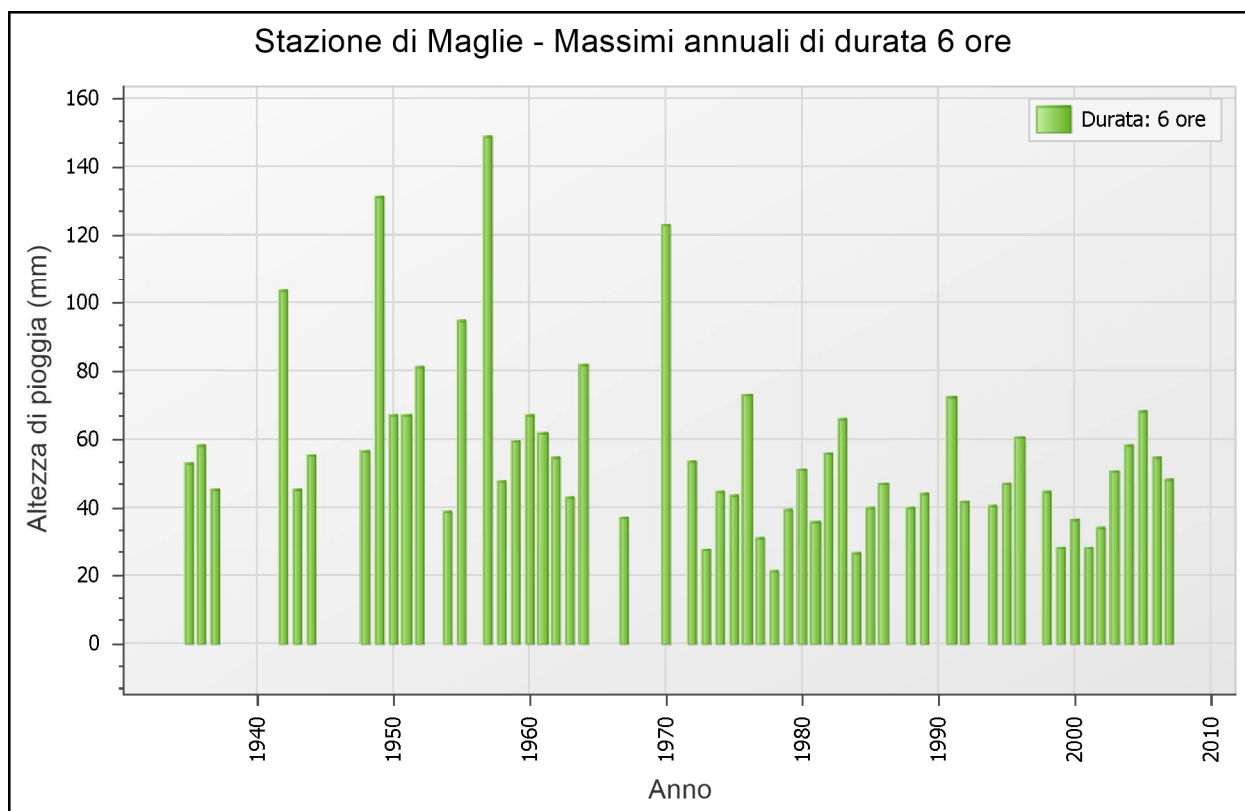
Anno	1 ora		3 ore		6 ore		12 ore		24 ore	
	Data	Valore	Data	Valore	Data	Valore	Data	Valore	Data	Valore
1935	15 lug	47,2	15 lug	52,6	15 lug	52,6	15 lug	78,4	15 lug	80,2
1936	7 mag	25,0	7 mag	45,0	7 mag	58,0	7 mag	80,2	6 mag	82,4
1937	4 set	36,4	4 set	37,2	14 feb	45,0	14 feb	54,0	14 feb	58,6
1942	13 ott	42,8	13 ott	89,4	13 ott	103,4	13 ott	123,6	13 ott	137,4
1943	4 ott	20,4	6 nov	32,0	6 nov	45,0	6 nov	50,2	5 nov	73,8
1944	27 ott	32,6	26 ott	36,4	26 ott	55,0	26 ott	60,6	26 ott	63,4
1948	8 giu	34,0	14 giu	48,4	11 ott	56,4	11 ott	58,6	13 ott	70,4
1949	10 ott	88,0	10 ott	122,0	10 ott	130,8	10 ott	152,4	10 ott	280,4
1950	29 ott	40,0	29 ott	46,8	29 ott	66,8	29 ott	91,8	29 ott	105,6
1951	18 lug	54,8	4 ott	62,6	4 ott	67,0	22 nov	70,8	4 ott	75,8
1952	24 lug	40,0	24 lug	79,0	24 lug	81,0	24 lug	82,4	23 gen	105,0
1954	16 ott	27,4	16 ott	32,8	16 ott	38,8	12 dic	39,8	16 feb	65,0
1955	27 set	41,2	27 set	55,8	27 set	94,2	27 set	137,4	27 set	173,4
1957	4 set	40,0	6 ott	77,2	6 ott	148,4	6 ott	185,8	6 ott	208,2
1958	14 giu	41,0	14 giu	47,4	14 giu	47,4	14 giu	49,2	7 nov	75,6
1959	6 set	31,4	5 set	44,2	5 set	59,0	5 set	90,0	5 set	90,2
1960	6 nov	36,0	6 nov	44,4	6 nov	66,6	6 nov	80,6	6 nov	84,6
1961	5 ott	38,0	4 ott	60,0	4 ott	61,6	5 ott	67,4	4 ott	111,8
1962	15 ott	42,2	15 ott	43,2	15 nov	54,6	15 nov	56,8	15 nov	69,6
1963	4 ott	32,4	4 ott	36,2	1 dic	42,6	4 ott	70,6	4 ott	75,8
1964	9 nov	50,2	9 nov	76,0	9 nov	81,6	9 nov	83,8	11 nov	91,5
1967	6 set	32,4	6 set	34,8	30 nov	36,8	30 nov	52,2	30 nov	74,0
1970	17 ott	75,8	17 ott	98,6	17 ott	122,8	17 ott	157,2	17 ott	218,2
1972	21 ago	39,6	10 set	52,4	9 set	53,2	9 set	57,8	9 set	57,8
1973	27 set	22,8	27 set	25,0	4 ago	27,6	4 ago	27,6	1 gen	29,4
1974	6 apr	28,4	18 set	35,0	5 apr	44,6	5 apr	51,6	5 apr	55,8
1975	11 set	36,4	11 set	41,6	11 set	43,4	11 set	43,4	11 set	45,6
1976	18 nov	43,6	18 nov	60,0	18 nov	72,6	18 nov	98,0	18 nov	137,0
1977	18 set	25,6	18 set	27,0	18 set	31,0	18 set	31,0	9 dic	45,2
1978	15 apr	11,6	20 gen	18,2	20 gen	21,0	5 dic	27,2	5 dic	31,8
1979	15 mag	33,6	15 mag	35,4	5 nov	39,4	4 nov	50,0	5 nov	71,4
1980	12 ott	32,0	12 ott	50,8	12 ott	50,8	12 ott	51,0	15 mar	62,0
1981	5 set	34,4	5 set	35,2	5 set	35,8	5 set	35,8	5 set	40,4
1982	9 ago	51,2	9 ago	55,4	9 ago	55,6	9 ago	55,6	9 ago	93,6

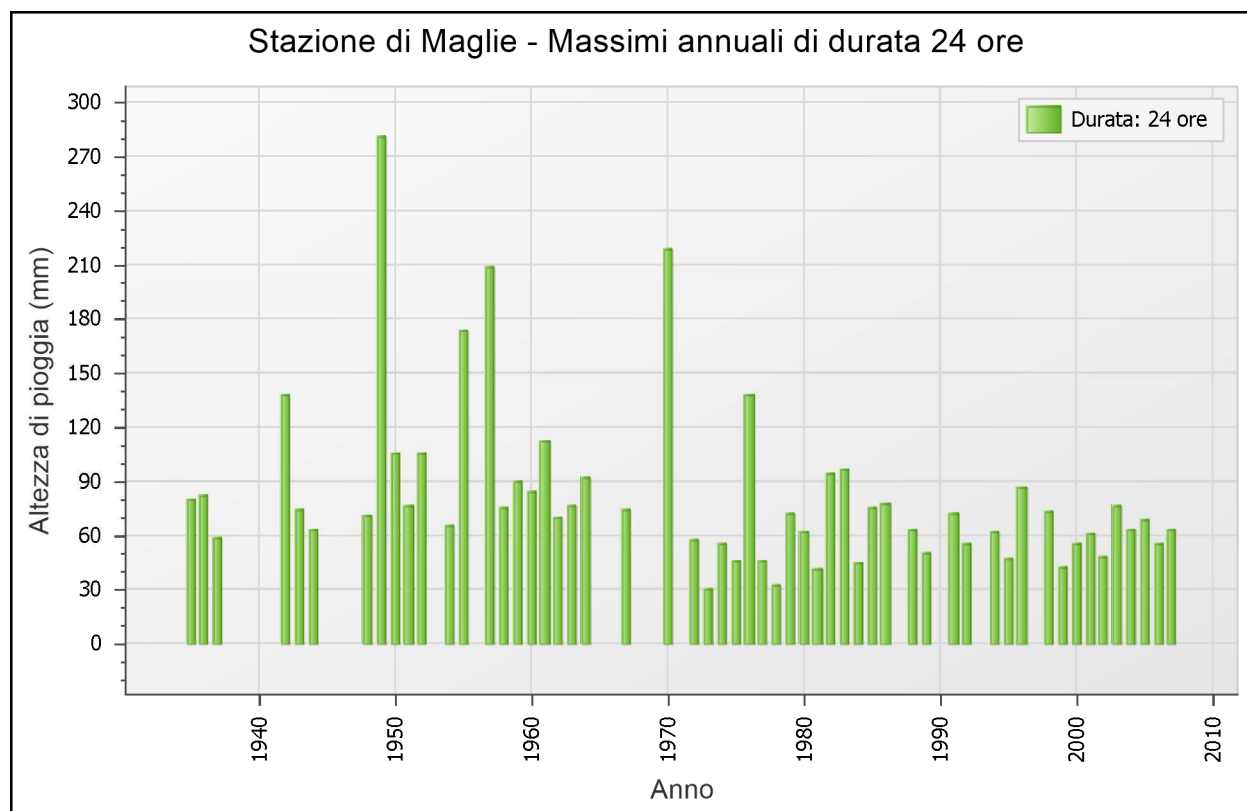
Anno	1 ora		3 ore		6 ore		12 ore		24 ore	
	Data	Valore	Data	Valore	Data	Valore	Data	Valore	Data	Valore
1983	19 ago	24,0	19 ago	44,6	19 ott	65,6	19 ott	68,4	18 ott	95,8
1984	28 nov	18,4	28 nov	26,4	28 nov	26,4	15 nov	32,4	15 nov	44,6
1985	28 giu	25,4	23 ott	32,8	23 ott	39,8	21 ott	44,8	21 ott	75,2
1986	4 gen	22,0	27 mar	35,8	27 mar	47,0	6 feb	59,0	5 feb	77,6
1988	15 set	23,4	15 set	37,8	8 gen	39,6	26 feb	47,6	8 gen	63,2
1989	27 set	31,2	27 set	38,4	27 set	44,0	27 set	44,0	27 set	49,6
1991	15 ago	63,0	15 ago	72,0	15 ago	72,0	15 ago	72,0	15 ago	72,0
1992	25 set	31,2	25 set	34,2	4 ott	41,4	14 ott	53,6	8 dic	55,0
1994	26 ago	32,8	19 gen	33,6	11 apr	40,6	26 apr	46,8	26 ago	62,2
1995	25 ago	27,2	19 ago	46,8	19 ago	46,8	19 ago	46,8	19 ago	46,8
1996	28 mag	26,2	3 ott	46,6	3 ott	60,4	3 ott	66,2	26 set	86,4
1998	18 ago	32,2	19 ago	35,8	27 nov	44,4	22 nov	59,0	22 nov	72,8
1999	10 dic	19,4	7 nov	19,8	7 nov	28,0	6 nov	42,2	6 nov	42,2
2000	8 ott	23,6	5 nov	25,4	8 ott	36,2	8 ott	42,8	8 ott	55,4
2001	22 ago	26,4	22 ago	28,2	22 ago	28,2	30 mar	46,2	30 mar	60,6
2002	27 lug	28,0	27 lug	30,4	5 dic	33,8	5 dic	38,2	1 dic	47,2
2003	29 set	44,4	29 set	48,0	29 set	50,4	26 nov	60,0	26 nov	75,8
2004	14 ott	32,4	14 ott	56,0	13 ott	58,2	4 giu	62,4	4 giu	63,2
2005	23 ott	40,6	23 ott	48,4	23 ott	68,0	23 ott	69,0	23 ott	69,0
2006	6 ago	29,2	6 ago	29,6	6 ago	54,8	6 ago	55,4	6 ago	55,4
2007	8 giu	32,6	26 set	36,4	26 set	48,2	25 set	63,0	25 set	63,2

Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	55	55	55	55	55
Somma dei dati	1942,0	2545,0	3064,2	3622,6	4474,1
Valore minimo	11,6	18,2	21,0	27,2	29,4
Valore massimo	88,0	122,0	148,4	185,8	280,4
Valore medio	35,31	46,27	55,71	65,87	81,35
Dev. standard	13,29	19,76	25,25	32,23	46,14
Coeff. variazione	0,376	0,427	0,453	0,489	0,567
Coeff. asimmetria	1,736	1,657	1,814	1,953	2,521







Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Distribuzione di Gumbel stazione di Maglie

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Maglie

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

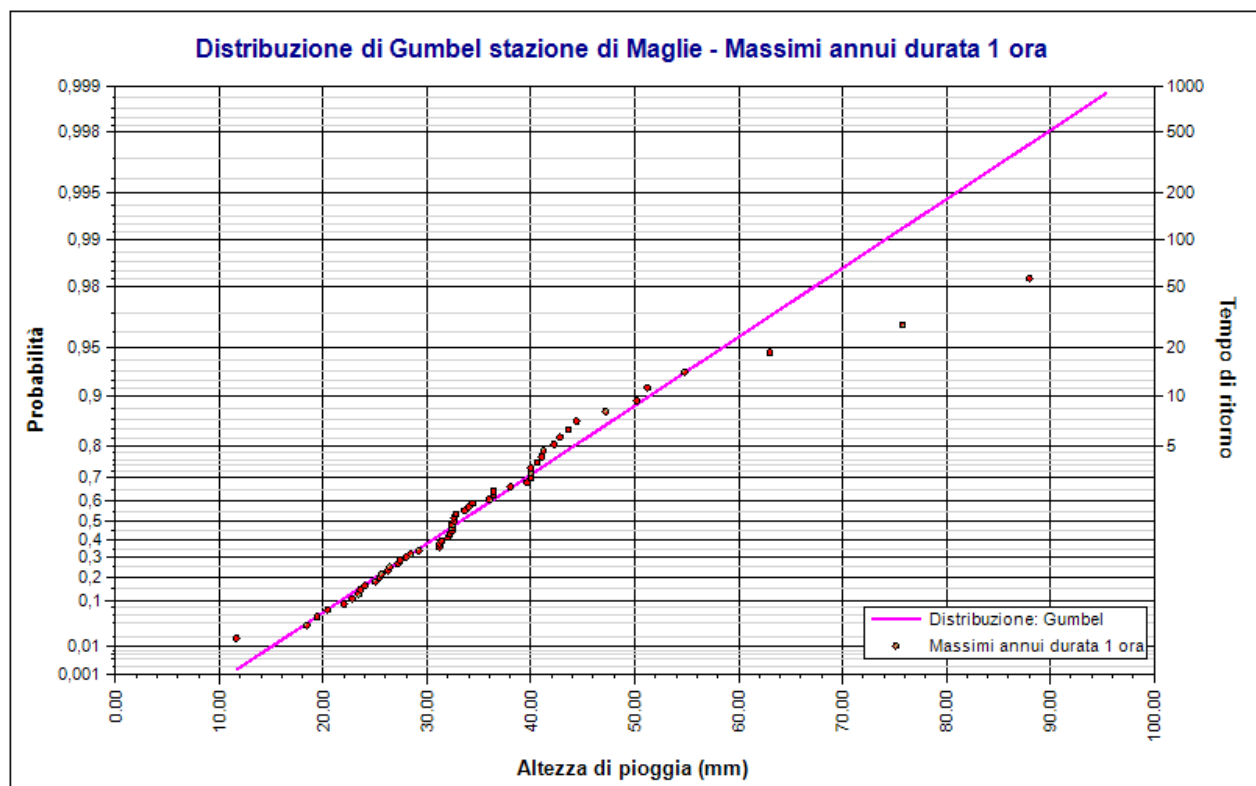
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	55	55	55	55	55
Valore medio	35,31	46,27	55,71	65,87	81,35
Dev. standard	13,29	19,76	25,25	32,23	46,14
Alfa	0,1035	0,0747	0,0604	0,0503	0,0392
Epsilon	29,716	38,031	45,414	53,086	64,342

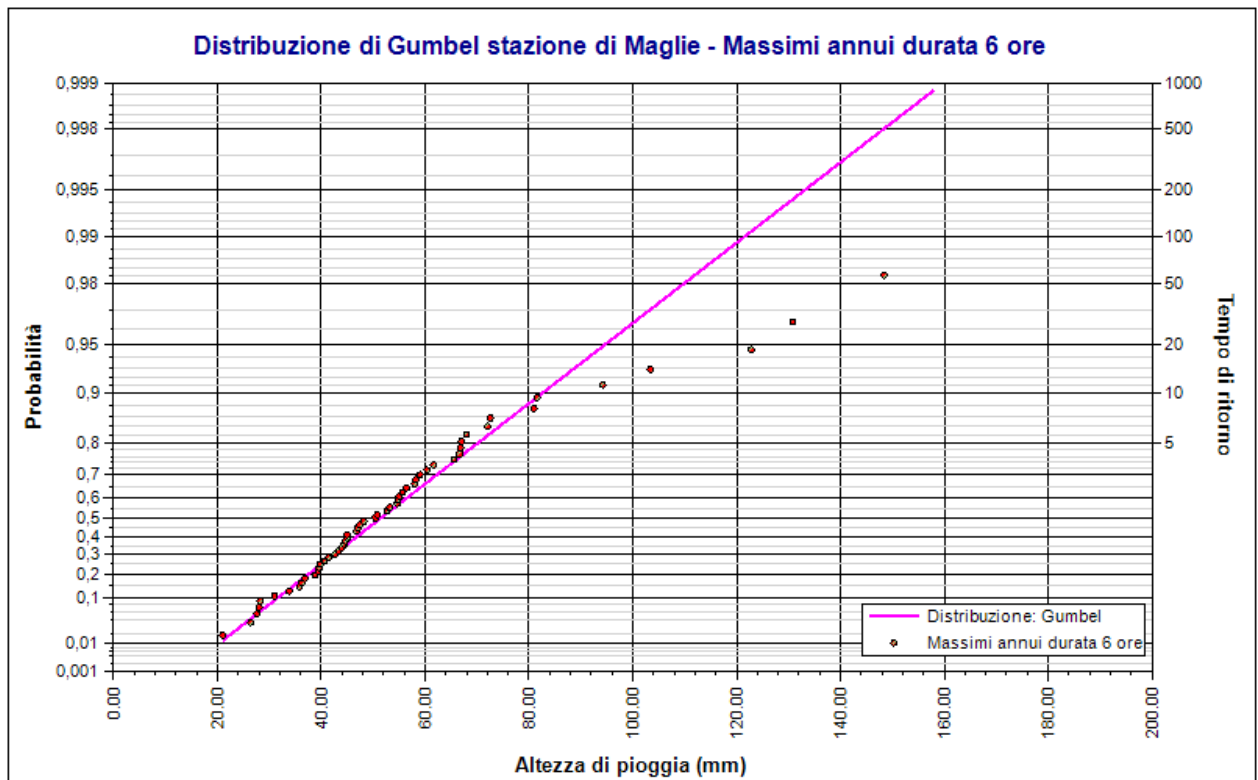
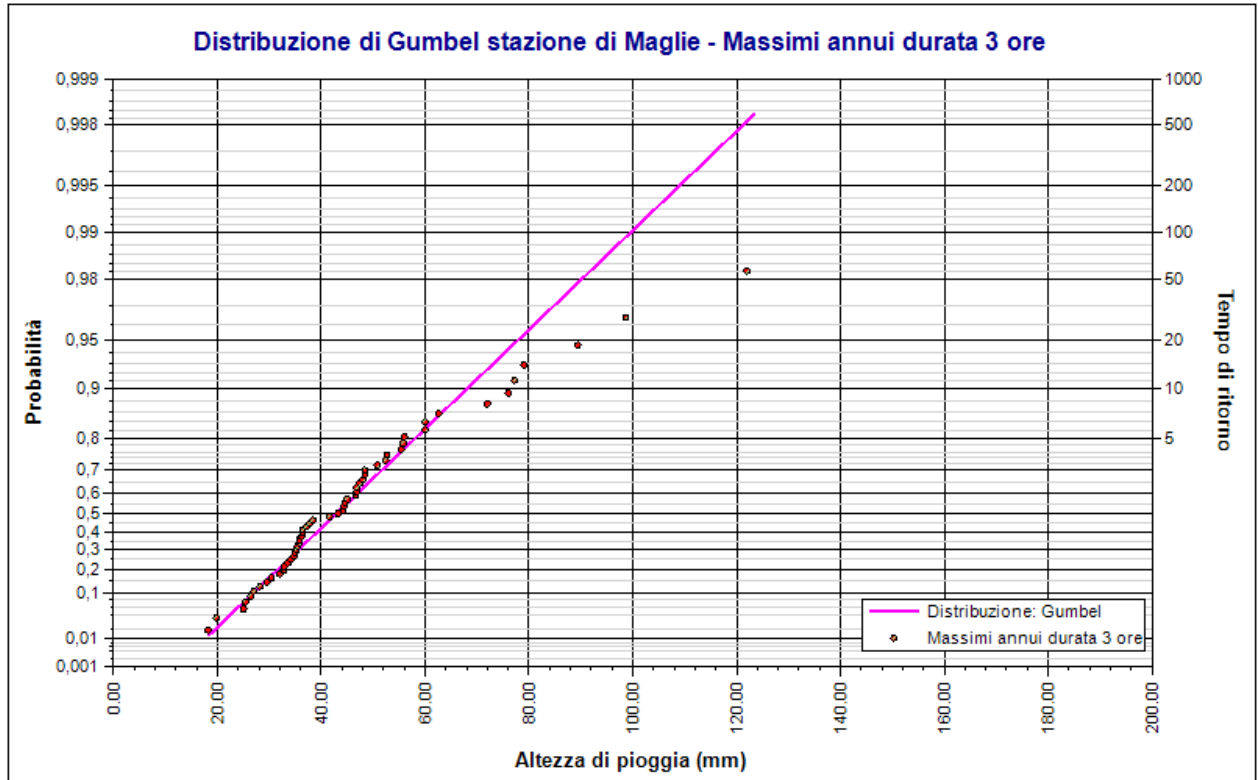
Espressioni delle CDF della distribuzione

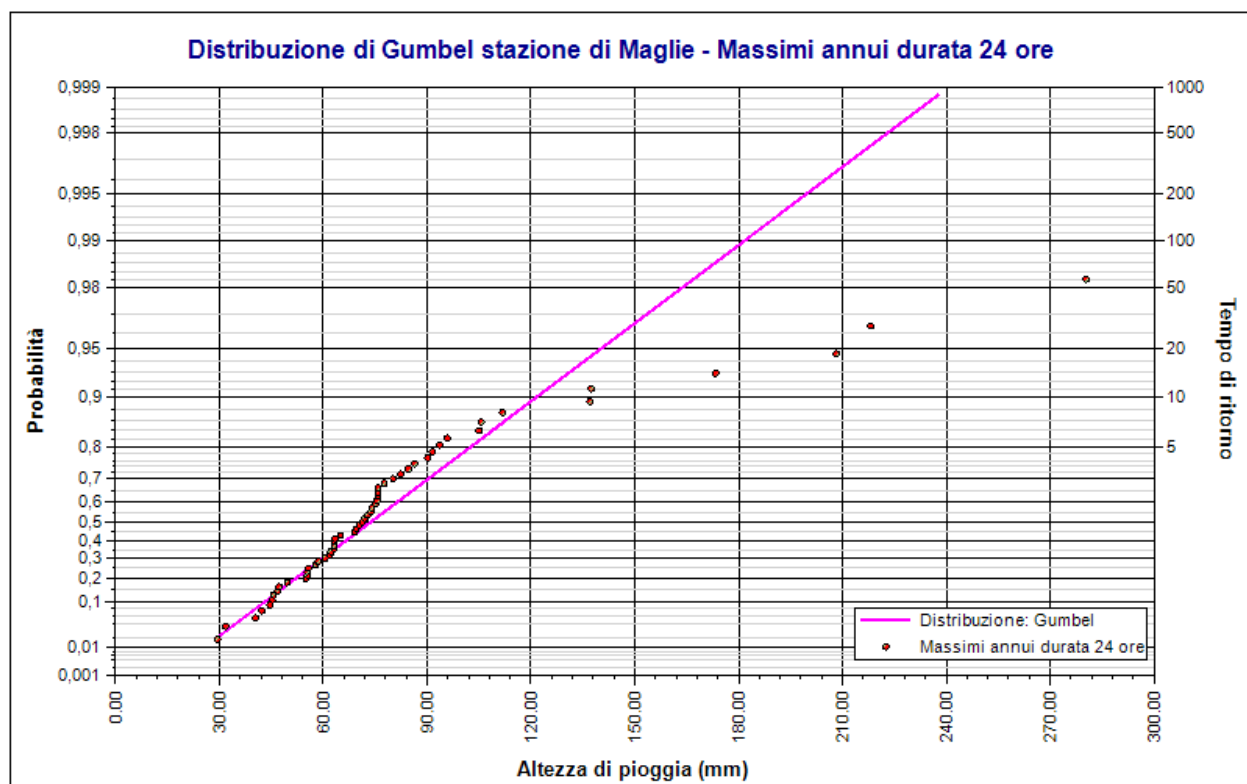
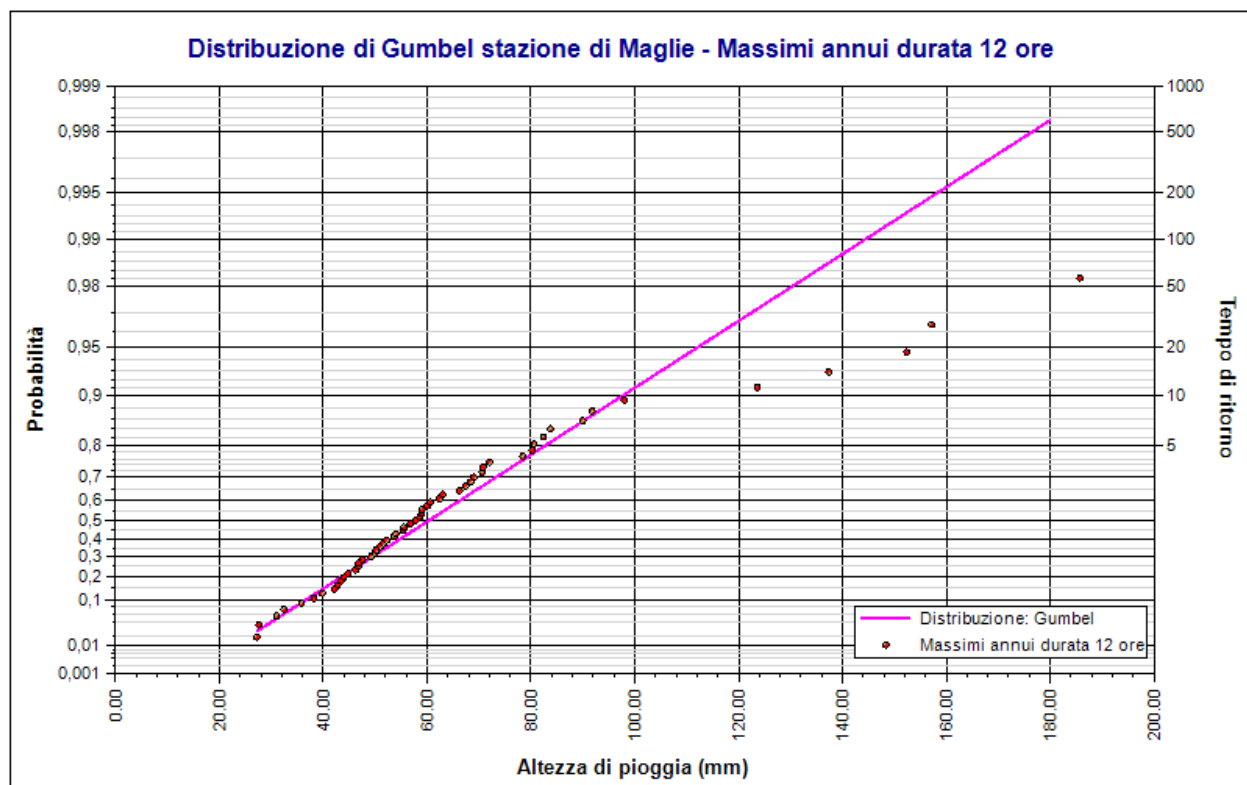
Gumbel: 1 ora	$F_x(t) = \exp \left[-\exp \left(-0,103 (x - 29,716) \right) \right]$
Gumbel: 3 ore	$F_x(t) = \exp \left[-\exp \left(-0,075 (x - 38,031) \right) \right]$
Gumbel: 6 ore	$F_x(t) = \exp \left[-\exp \left(-0,060 (x - 45,414) \right) \right]$
Gumbel: 12 ore	$F_x(t) = \exp \left[-\exp \left(-0,050 (x - 53,086) \right) \right]$
Gumbel: 24 ore	$F_x(t) = \exp \left[-\exp \left(-0,039 (x - 64,342) \right) \right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2 anni	33,26	42,94	51,48	60,37	73,70
5 anni	44,21	58,12	70,25	82,88	102,64
10 anni	51,46	68,17	82,67	97,78	121,80
20 anni	58,42	77,81	94,59	112,08	140,18
50 anni	67,42	90,29	110,02	130,58	163,96
100 anni	74,17	99,65	121,58	144,45	181,79
200 anni	80,89	108,96	133,10	158,27	199,55
500 anni	89,76	121,26	148,29	176,50	222,98
1000 anni	96,47	130,55	159,78	190,27	240,69







Rapporto sulla curva di pioggia:

Stazione di Maglie. Curva di pioggia Tr 100 anni

Dati Curva di pioggia

Elaborazione probabilistica: Distribuzione di Gumbel stazione di Maglie

Tempo di ritorno: 100 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

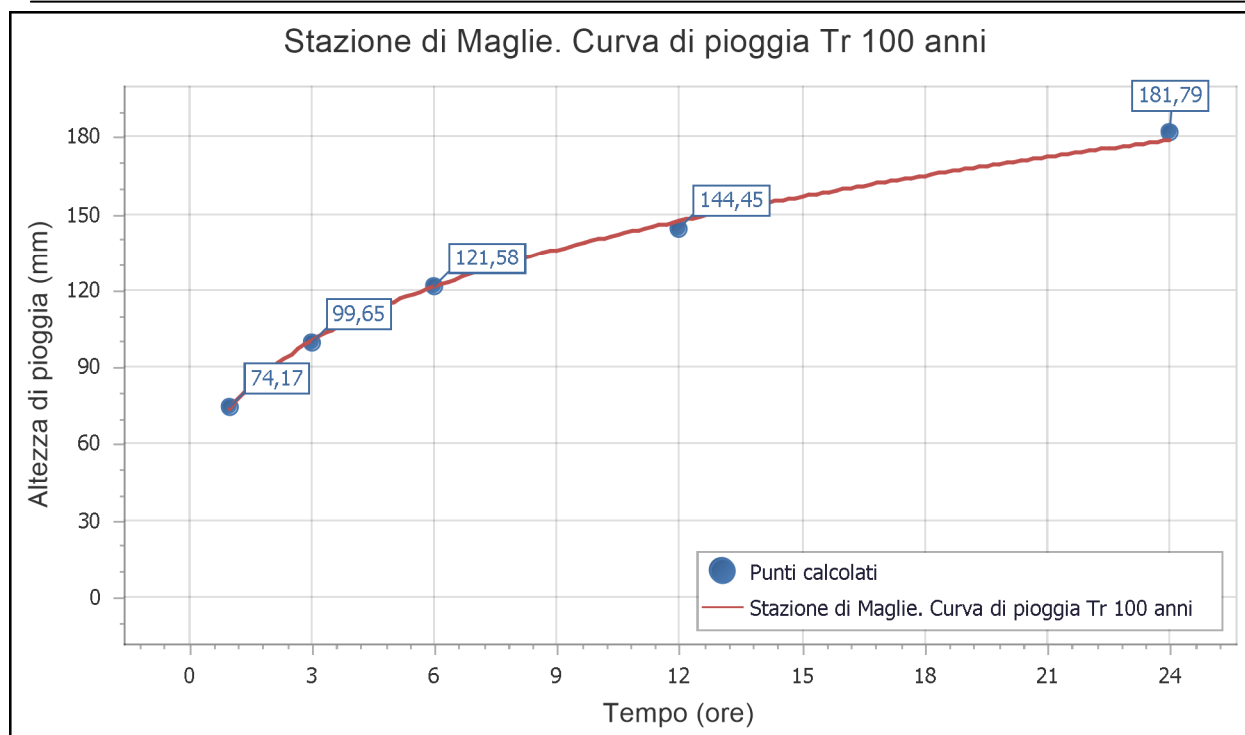
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1,000	60	74,170
2	3,000	180	99,646
3	6,000	360	121,580
4	12,000	720	144,452
5	24,000	1440	181,790

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
73,67	0,279	0,999	$h(t) = 73,7 t^{0,279}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)
1	73,667	9	135,997	17	162,404
2	89,385	10	140,054	18	165,015
3	100,092	11	143,829	19	167,524
4	108,458	12	147,364	20	169,938
5	115,426	13	150,692	21	172,268
6	121,449	14	153,840	22	174,518
7	126,787	15	156,831	23	176,696
8	131,600	16	159,680	24	178,807



3.1. Reticolo idrografico

Il sito di progetto ricade all'interno di un vasto bacino endoreico che si estende su di una superficie compresa tra i centri abitati di Corigliano d'Otranto, Melpignano, Cursi, Castrignano dei Greci. In tale contesto, l'elevata permeabilità delle formazioni affioranti permette una rapida infiltrazione delle acque pluviali nel sottosuolo, dove esse vanno ad alimentare la falda di fondo a prossimità del l.m.m. , pertanto, e del tutto assente un reticolato idrografico di superficie. Scorrimenti significativi possono verificarsi solo lungo le scarpate che delimitano i settori altimetricamente più alti della "Serra", a causa delle pendenze localmente più elevate: in questo caso le direttrici di deflusso si indirizzano verso le adiacenti zone topograficamente più depresse, dove le acque vengono rapidamente assorbite dal terreno. Lungo la scarpata nord-occidentale della "Serra di Corigliano d'Otranto" sono presenti modestissimi solchi di ruscellamento che rappresentano sostanzialmente una testimonianza di antiche situazioni paleogeografiche in cui i rilievi delle "Serre" si elevavano con dislivelli molto superiori a quelli attuali. Detti solchi si interrompono bruscamente al piede della "serra", il che testimonia il fatto che si tratta di elementi geomorfologici "relitti",

originatisi ed evolutisi in condizioni paleoambientali diverse da quelle attuali. A tale proposito, è opportuno evidenziare che le superfici afferenti a tali incisioni sono peraltro pressochè irriskorie, a causa della forma stretta ed allungata che assume localmente la “Serra”. Non è, inoltre, presente alcun corpo idrico superficiale (oft. Estratto dalla Carta Idrogeomorfologica deli ‘AdB Puglia).²²

3.1.1. Acque sotterranee

Le caratteristiche litologiche e di permeabilità delle formazioni presenti nell’area, unitamente alla distribuzione spaziale delle stesse ed all’assetto strutturale, condizionano significativamente la circolazione idrica sotterranea.

Nell’ambito del più vasto contesto territoriale in cui ricade il sito di progetto, nell’ambito della roccia calcaenitica della Pietra Accese, si possono distinguere due distinte falde acquifere sotterranee ospitate in altrettanti acquiferi, e precisamente:

- falda “miocenica e localizzata all’interno dei litotipi calcarenitico-marnosi della “Pietra Leccese” e circola in pressione essendo ospitata all’interno di un orizzonte concrezionato e carsificato posto al di sotto della quota del livello marino. Si rinviene a nord-est del sito di progetto e non nel sottosuolo di quest’ultimo;
- falda “profonda “; e ospitata all’interno dalle rocce calcareo-dolomitiche del basamento mesozoico permeabili per fessurazione e carsismo. È l’unico corpo idrico sotterraneo presente nel sottosuolo del sito di progetto.

3.1.2. Falda miocenica

Tale falda circola in pressione nell’ambito di un orizzonte vacuolare, fratturato e carsificato della Pietra Leccese spesso circa 30 metri e che si rinviene ad una quota di circa -10÷-20 metri sotto il l.m.m.. Tale falda presenta caratteristiche idrauliche del tutto simili a quelle della “falda profonda” contenuta nell’ambito della successione calcareo-dolomitica mesozoica. Un livello impermeabile di calcareniti marnose la confina in pressione al di sotto del l.m.. Questa falda, oltre a presentare di norma una

produttività discreta, contiene acque dolci di buon livello qualitativo e con basso contenuto salino. Inoltre essa, grazie alla copertura impermeabile che la sormonta, risulta anche ben protetta da potenziali rischi di inquinamento. In virtù di tali requisiti essa si presta in maniera quasi ottimale per il prelievo di acque per usi irrigui e domestici. Detta falda però si rinviene a nord-est di Lecce, ma non nel sottosuolo del sito di ns. interesse come risulta evidente anche dalla consultazione del web gis Risorse Idriche del SIT Puglia che conferma qui la presenza della sola falda profonda del Salento centro-meridionale. I carichi piezometrici di tale falda sono compresi tra 2,5-3 metri s.l.m. e il suo deflusso è diretto da sud-ovest verso nord-est.

3.1.3. Falda profonda

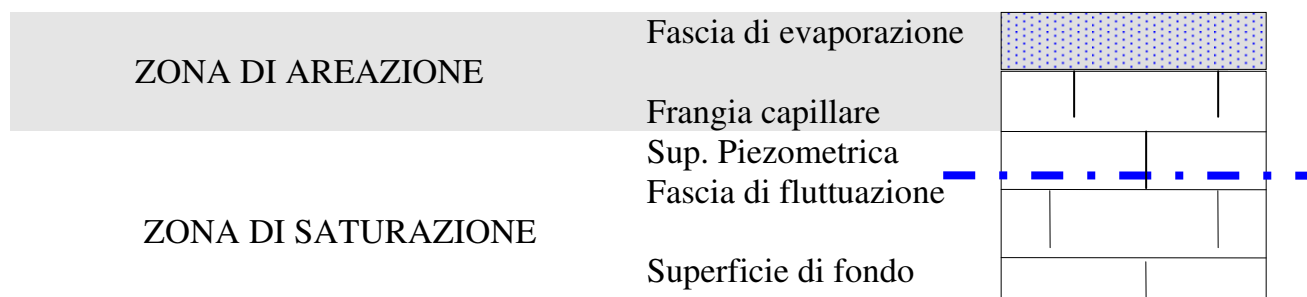
All'assenza d'idrografia superficiale si contrappone la presenza, nel sottosuolo del territorio comunale, di un importantissimo livello idrico dalle elevate potenzialità di sfruttamento: si tratta della cosiddetta falda profonda (detta anche carsica o principale) ospitata all'interno delle rocce calcareo-dolomitiche del basamento mesozoico, permeabili per fessurazione e carsismo. Le acque di precipitazione meteorica tendono infatti ad infiltrarsi rapidamente nel sottosuolo, in maniera diffusa o concentrata, saturando in profondità l'acquifero carbonatico mesozoico e costituendo tale falda.

La falda profonda è presente in maniera continua in tutto il territorio salentino, e caratterizzata molto spesso da acque aventi ottime caratteristiche qualitative e rappresenta per la popolazione e le comunità salentine una risorsa idrica di fondamentale importanza, in grado di fornire un contributo cospicuo al soddisfacimento del fabbisogno idrico per gli usi potabile, irriguo e industriale. La formazione mesozoica, ha un grado di permeabilità che si presenta in genere, abbastanza elevato ($k=10^{-1} \div 10^{-3}$ m/s) a causa dell'intenso stato di fratturazione delle rocce che la costituiscono, conseguenza questa delle varie fasi tettoniche cui è stata sottoposta durante il succedersi delle ere geologiche. A questo si accompagna in più luoghi ed a vari livelli, un diffuso stato di carsificazione che ha determinato la

formazione di orizzonti particolarmente permeabili. Detta falda che è presente nel sottosuolo di gran parte del Salento, assume un aspetto lenticolare, con spessori che vanno assottigliandosi procedendo dalla parte centrale della penisola Salentina verso la costa.

In corrispondenza dell'area di nostro interesse, il deflusso avviene, per grandi linee, in direzione ovest con cadenti piezometriche bassissime, dell'ordine del 2% e carichi idraulici medi dell'ordine di 3,0 m s.l.m.m. Nell'area in esame, si rinviene a notevole profondità attestando la propria quota piezometrica a circa 82 mt. di profondità dal piano campagna. L'acquifero in oggetto è del tipo "fessurato" costituito da calcari (con $\text{CaCO}_3 = 95\%$) e/o dolomie (con $\text{MgCO}_3 = 40\%$). Esso presenta sia microfratture (0.1 - 1mm) sia veri e propri canali naturali con elevata trasmissività. La porosità primaria (dovuta ai meati nati con la roccia) è scarsa mentre quella secondaria (dovuta a fessurazioni, fratturazioni, ecc.) è assai elevata. Le vie preferenziali di deflusso delle acque sono i giunti di strato o i contatti tra rocce a differente porosità.

Il sottosuolo è diviso in due principali zone:



Nel nostro caso la prima zona (di aerazione) a causa della profondità della superficie piezometrica e a causa del piccolo spessore della fascia di evaporazione (suolo agrario) la possiamo ritenere inesistente.

La seconda zona (di saturazione) è particolare in quanto:

- *la zona di fluttuazione presenta variazioni di livello stagionale, periodiche e occasionali (ricordiamo come ad esempio le forti piovosità generano fronti saturi che, durante il movimento verso il basso, comprimono l'aria presente nella roccia. Questa esercita una pressione sulla superficie piezometrica la quale in alcuni punti risale di alcuni metri);*

- *la superficie di fondo è del tipo definita variabile, in quanto l'acqua dolce galleggia su quella salata, comprimendola e costringendola verso il basso creando una particolare forma a lente.*

L'equilibrio tra le due acque è regolato dalla relazione idrostatica di **Ghyben e Herzberg** che lega il carico idraulico della falda alla quota di rinvenimento dell'interfaccia acqua dolce – acqua salata, secondo un fattore, che riferito ad una densità teorica per l'acqua dolce pari 1,0027 g/cm³ e di 1,028 g/cm³ per l'acqua salata, sarebbe pari a 33 – 40.

$$H_i = [(F / (m - F))] H_p$$

Dove:

- **H_i**= Spessore della lente di acqua dolce.
- **F** = Densità media dell'acqua dolce (0-30)g/l = 1,0027
- **m** = Densità dell'acqua di mare = 1,028
- **H_p**= Carico piezometrico = 3,0 mt. s.l.m.m.

Per cui:

$$H_i \approx 37H_p \text{ (valore medio tra 33 e 40)}$$

Sulla base delle presenti considerazioni ed in virtù che nell'area in esame il carico idraulico è di circa **3,0 mt.** (*V. Elaborato grafico n,2 - andamento della superficie piezometrica della falda dal P.R.A. scala 1:100.000*) lo spessore totale della lente, risulta pari a **111 mt.** La profondità sino la quale si spinge la lente è di **-195,5 mt.** La salinità dell'acqua di falda, minima nei primi metri (circa **0.5 g/l**) cresce con la profondità anche se conserva, entro i 4/5 del suo spessore, un tenore salino inferiore a **5 g/l**. Nel quinto successivo la salinità cresce rapidamente fino a raggiungere i valori tipici dell'acqua marina. Il deflusso delle acque di falda avviene prevalentemente in direzione SE verso il mare Adriatico, con cadenti piezometriche piuttosto basse (**≈ 0.1 ‰**).

3.2. Valore del coefficiente di conducibilità idraulica (k)

Le formazioni affioranti nell'area in esame e costituenti anche gli acquiferi sotterranei presentano caratteristiche di permeabilità diverse, in base delle quali possono essere suddivisi in tre principali categorie:

1. terreni permeabili per porosità interstiziale;
2. terreni permeabili per fessurazione e carsismo;
3. terreni poco permeabili;
4. terreni praticamente impermeabili.

Alla prima categoria vanno riferiti i terreni sabbioso-calcarenitici pliocenici appartenenti alla “Formazione di “Uggiano la Chiesa” l'elevata porosità efficace conferisce a tali depositi una discreta permeabilità, che può esprimersi con un coefficiente di permeabilità k dell'ordine di 10^{-3} cm/s nel caso delle calcareniti (“tufi calcarei”) e di 10^{-4} cm/s per le sabbie. A tali depositi può farsi corrispondere un coefficiente di permeabilità medio dell'ordine di $2,6 \cdot 10^{-3}$ cm/s.

Un comportamento idrogeologico particolare e invece quello manifestato dalle litofacies calcarenitiche ascrivibili alla formazione della “Pietra Leccese” esse infatti, pur essendo caratterizzate da una permeabilità intrinseca piuttosto bassa ($k = 10^{-5}$ cm/s), localmente si può denotare una elevata permeabilità in grande, legata sia all'esistenza di sistemi di fratture di origine tettonica che alla presenza di manifestazioni e strutture carsiche.

Si registrano, inoltre, rilevanti differenze tra le facies prettamente calcarenitico-marnose, poco permeabili ($k = 10^{-5}$ cm/s) e quelle detritico-organogene, assai più permeabili ($k = 10^{-3}$ o 10^{-4} cm/s), situate soprattutto nella parte medio inferiore della successione. Nell'area di specifico interesse, predominano in affioramento litofacies calcarenitico-marnose, a grana fine, particolarmente compatte.

Le rocce calcareo-dolomitiche del basamento mesozoico (“Calcare di Altamura”) sono invece caratterizzate da un'elevata permeabilità di tipo “secondario”, cioè non direttamente legata alle caratteristiche sedimentologiche dei materiali, ma piuttosto acquisita, in un secondo momento, per il concorso di cause esterne (tettonica,

carsismo): esse infatti risultano interessate da un diffuso stato di fessurazione che, associato ad un carsismo a luoghi piuttosto spinto, conferisce loro una permeabilità media assai elevata ($k = 10^{-2}$ cm/s).

Alla categoria dei terreni impermeabili vanno infine ascritte gran parte delle litofacies che costituiscono il pacchetto basale della successione miocenica, nonché le terre rosse (argillose e fortemente consolidate dal carico litostatico), che si rinvencono al contatto stratigrafico tra la “Pietra Leccese” ed il substrato calcarenitico.

3.3. Caratteristiche di permeabilità dei terreni

Si è proceduto a determinare il coefficiente di permeabilità (K) dei terreni che saranno interessati dall’opera progettuale. Per la valutazione in termini numerici (quantitativi) di (K), sono state effettuate n° 2 prove. In sostanza sono stati realizzati n° 2 pozzetti saggio le cui dimensioni (cm. 100 x 50 x 50) hanno consentito una corretta verifica dei volumi d’acqua immessi all’interno degli stessi. In ciascun pozzetto si sono immessi quantitativi di acqua per un’altezza di 61 cm. nel pozzetto n° 1 e di 50 cm. nel pozzetto n° 2, misurata a partire dal fondo degli stessi; di seguito si è proceduto alla misurazione degli abbassamenti di livello in funzione del tempo e quindi al calcolo del coefficiente di permeabilità (K), tenuto conto del coefficiente di forma, secondo la relazione:

$$K = (h_2 - h_1) / (t_2 - t_1) \times [(1 + 2h_m/b) / (27h_m/b) + 3] \text{ (A.G.I. 1977)}$$

Dove:

- H_m = altezza media dell’acqua nel pozzetto (cm);
- b = lato della base del pozzetto a base quadrata (cm);
- $t_2 - t_1$ = intervallo di tempo (s);
- $h_1 - h_2$ = variazione del livello d’acqua (cm);

Sostituendo nella suddetta formula i dati misurati, ovvero:

- b (lato) = 100 cm. h_1 = 67 cm. h_2 = 56 cm.
- h_m = 61,5 cm. $t_2 - t_1$ cm/sec.

Le misure dell’altezza d’acqua all’interno dei pozzetti sono state misurate per vari intervalli di tempo, in fase di calcolo si è verificato, tramite metodi statistici, che i

valori della velocità di infiltrazione sono assolutamente paragonabili procedendo anche con una o due letture per ciascun pozzetto. I diagrammi seguenti riportano i valori di permeabilità per ogni tratto misurato e la cui media risulta rispettivamente:

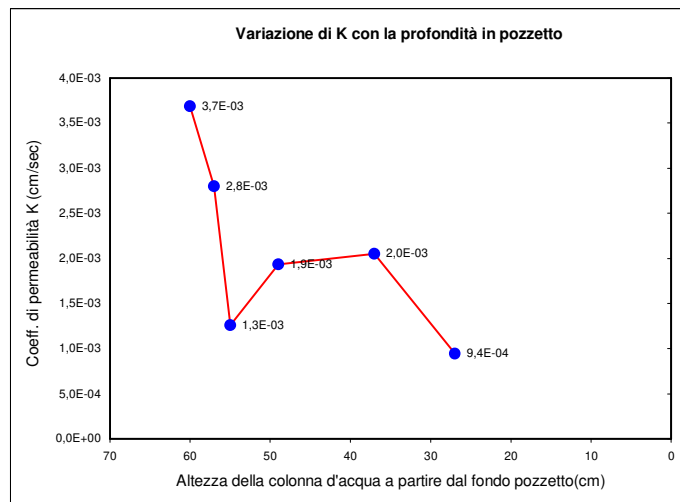
- **$K = 2,4 \times 10^{-3}$ cm/sec. (Pozzetto 1);**
- **$K = 2,1 \times 10^{-3}$ cm/sec. (Pozzetto 2).**

In base ai valori di permeabilità ottenuti, il valore medio di **K è di 2,25 cm/sec.**

Prova di permeabilità in pozzetto superficiale eseguita a carico variabile (A.G.I. 1977)

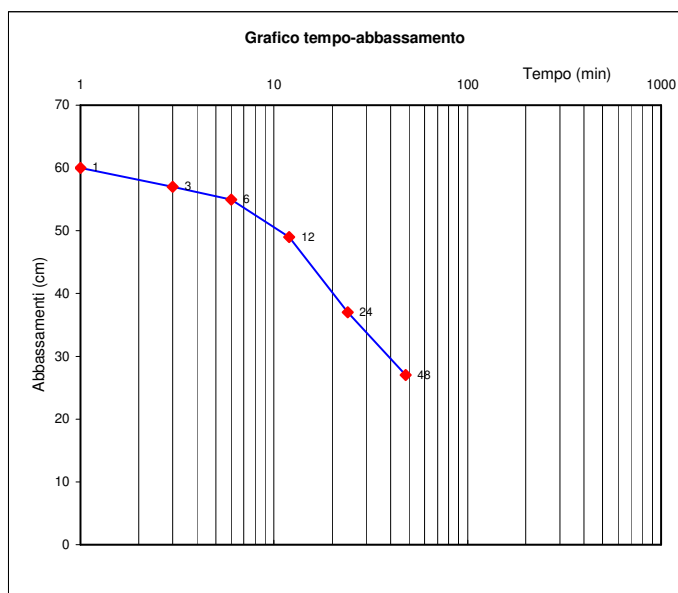
$$(h_1 - h_2) / (t_2 - t_1) * (1 + 2h_m/b) / ((27(h_m/b) + 3))$$

Altezza della colonna d'acqua all'interno del pozzetto	Coeff. di permeabilità K (cm/sec)	media
60	3,7E-03	2,1E-03
57	2,8E-03	
55	1,3E-03	
49	1,9E-03	
37	2,0E-03	
27	9,4E-04	



Totale tempo trascorso (min)	Altezza del livello dell'acqua (cm)
1	60
3	57
6	55
12	49
24	37
48	27

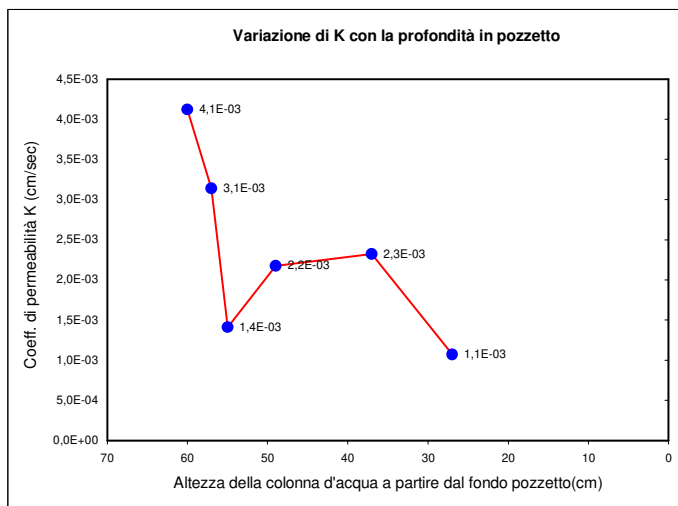
Grado di permeabilità	K (cm/sec)
Alto	$>10^{-1}$
Medio	$10^{-1} - 10^{-3}$
Basso	$10^{-3} - 10^{-5}$
Molto basso	$10^{-5} - 10^{-7}$
Impermeabile	$<10^{-7}$



Prova di permeabilità in pozzetto superficiale eseguita a carico variabile (A.G.I. 1977)

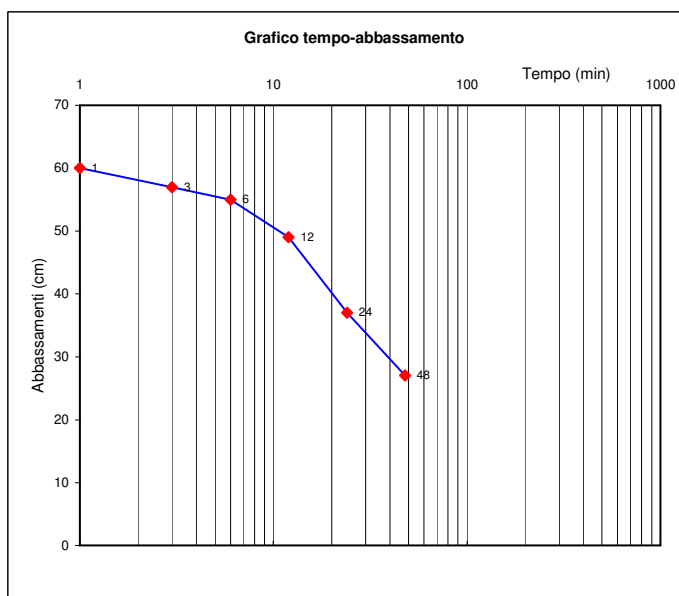
$$(h_1-h_2)/t_2-t_1) * (1+2h_m/b)/((27(h_m/b) +3))$$

Altezza della colonna d'acqua all'interno del pozzetto	Coeff. di permeabilità K (cm/sec)	media
60	4,1E-03	2,4E-03
57	3,1E-03	
55	1,4E-03	
49	2,2E-03	
37	2,3E-03	
27	1,1E-03	



Totale tempo trascorso (min)	Altezza del livello dell'acqua (cm)
1	60
3	57
6	55
12	49
24	37
48	27

Grado di permeabilità	K (cm/sec)
Alto	$>10^{-1}$
Medio	$10^{-1}-10^{-3}$
Basso	$10^{-3}-10^{-5}$
Molto basso	$10^{-5}-10^{-7}$
Impermeabile	$<10^{-7}$



4.0. VULNERABILITÀ DELL'ACQUIFERO

La valutazione della vulnerabilità di un acquifero permette di individuare le zone in cui maggiore é la facilità di contaminazione delle acque sotterranee da parte di un focolaio inquinante. I fattori da prendere in considerazione nella valutazione del grado di vulnerabilità degli acquiferi, come noto legata alle possibilità di penetrazione e di propagazione di un inquinante nell'acquifero stesso, risultano:

- *la capacità di penetrazione, legata allo spessore, alla litologia e permeabilità del non saturo;*
- *la capacità di propagazione, legata essenzialmente alle caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero.*

Le metodologie proposte per la valutazione del grado di vulnerabilità prendono in considerazione separatamente l'uno o l'altro dei fattori menzionati o, con diverso peso, entrambi. Ritenendosi, nel caso di specie, prioritari gli aspetti connessi alla facilità con cui l'acquifero può essere raggiunto da inquinanti immessi dalla superficie del suolo, il problema é stato affrontato in termini di vulnerabilità verticale. In questa fase la penetrazione avviene mediante un tragitto prevalentemente verticale attraverso la zona non satura. La vulnerabilità verticale così definita é legata essenzialmente alla litologia, allo spessore ed alla permeabilità della zona non satura; il parametro più adatto a quantificarne il grado rappresentato dal tempo teorico di arrivo di un eventuale inquinante dalla superficie del suolo all'acquifero. Esso è stato calcolato in funzione delle permeabilità misurate della zona non satura, come rapporto tra i valori di soggiacenza e la velocità di infiltrazione, con la relazione:

$$t_a = S/V_i$$

dove:

- t_a è il tempo di arrivo;
- S è la soggiacenza;
- V_i è la velocità di infiltrazione

Nell'ipotesi che il terreno interposto fra superficie del suolo e livello statico della falda sia in condizioni di completa saturazione (gradiente idraulico pari a 1) la velocità di infiltrazione può essere assunta pari al coefficiente di permeabilità.

Seguendo tale approccio De Luca e Verga, hanno distinto, in base al tempo teorico di arrivo in falda di un inquinante, le seguenti sei diverse classi di vulnerabilità verticale crescente

Tempo di arrivo	Vulnerabilità verticale
> 20 anni	Molto bassa
20 ÷ 10 anni	Bassa
10 anni ÷ 1 anno	Media
1 anno ÷ 1 settimana	Alta
1 settimana ÷ 24 ore	Elevata
< 24 ore	Molto elevata

Per la soluzione progettuale proposta, assumendo che i 62 metri (fondo cava al netto dei 20 metri della coltivazione) circa di franco roccioso interposto tra il livello di applicazione dello scarico e pelo libero della falda abbiamo per circa 62 mt. una permeabilità media $k=2,3 \times 10^{-3-4}$ cm/s, che contraddistingue una Pietra Leccese con una maggiore componente detritica, per cui, a valle dei relativi calcoli matematici si ottiene un'area che appartiene alla classe caratterizzata da un alto grado di vulnerabilità. É opportuno sottolineare che il risultato è stato ottenuto sulla base di ipotesi conservative, atteso che il terreno tra la superficie del suolo e la falda é stato considerato completamente saturo.

5.0. SONDAGGI SISMICI A RIFRAZIONE - PERICOLOSITA' SISMICA - CALCOLO DELLA VS 30E

Al fine di valutare la pericolosità sismica del sito, sono stati effettuati n. 2 sondaggi sismici,. In particolare è stata eseguita un'indagine di sismica a rifrazione.

Con l'entrata in vigore del **D.M. 14/01/2008** così come modificato dal **Decreto 17 gennaio 2018** in aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni, la pericolosità sismica viene stabilita sulla base di un approccio "sito dipendente" e non più "zona dipendente" partendo dai valori sul sito di riferimento orizzontale con accelerazione massima orizzontale (a_g) in condizioni di campo libero su suolo rigido di Tipo A ($V_{s30} > 800$ m/sec) e superficie topografica orizzontale (T_i) nonché in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$ per prefissate probabilità di eccedenza nel periodo (PVR) nel periodo di riferimento (VR).

La misurazione effettuata ha permesso di determinare:

- *la stratigrafia sismica con la velocità delle onde di taglio V_{s30} ;*
- *la frequenza di risonanza fondamentale del sottosuolo;*
- *la classificazione del terreno in base al D.M. 14/01/2008 (tab.3.2.11);*

La conoscenza della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo permette di esplicitare un confronto con la frequenza fondamentale dell'edificio di progetto al fine di evitare il deleterio fenomeno della doppia risonanza. I sondaggi sismici a rifrazione sono stati eseguiti mediante sismografo PASI mod. 16S24-U a 24 canali, generando le onde sismiche con una mazza da 8 Kg. La successione litostratigrafica di dettaglio è quella ricostruita nel modello di sottosuolo del profilo sismico (v. istogramma allegato). Le prospezioni hanno avuto lunghezza di stendimento pari a 32,5 m (distanza di offset 5 m). Sia le fasi sperimentali di acquisizione del segnale sismico, sia quelle di elaborazione, sono state effettuate mediante l'ausilio di computer e di uno specifico programma di calcolo (winMASW - EliaSoft).

La sismica a rifrazione utilizza i fronti d'onda generati da superfici di

discontinuità e rilevati da sensori (geofoni), opportunamente disposti lungo un allineamento prestabilito (linea di stendimento). Lo stendimento ha avuto un unico scoppio esterno (offset 5 m), rilevato con geofoni verticali di frequenza propria pari 4,5 Hz, posizionati in superficie con equidistanze di 2,5 m, in funzione della lunghezza di stendimento. Al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame è stata effettuata un'acquisizione MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves), con analisi della dispersione delle onde di Rayleigh (sismica attiva), utili a definire il profilo verticale della VS (velocità di propagazione delle onde di taglio).

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del **Decreto 17.1.2017**. Queste, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (VS).

La classificazione dei terreni è stata svolta sulla base del valore della VsE30 (il valore medio ponderato della VSE nei primi 30 m di profondità), definita dalla relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum h_i/V_i}$$

in cui V_{si} e h_i sono rispettivamente la velocità delle onde di taglio e lo spessore dell' i -esimo strato. I dati sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (VS). L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della VS (e del modulo di taglio) e, di conseguenza, del parametro Vs30.

Conoscendo la velocità delle onde sismiche del materiale è stato possibile ricostruire la litologia dell'immediato sottosuolo, schematizzata nelle colonne stratigrafiche (Subsurface model), e valutare i parametri geotecnici dei terreni investigati (peso di volume, modulo di Young, modulo di Poisson, modulo di taglio, modulo di compressione, ecc.), mediante correlazioni tratte dalla bibliografia ed

ampiamente riconosciute.

Per ricavare il profilo verticale della VS (velocità delle onde di taglio) è stato utilizzato il software winMASW della EliaSoft, che attraverso la modellazione o inversione delle curve di dispersione ed attenuazione delle onde di superficie (Rayleigh), determinate tramite la tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), consente di determinare la VS30 misurata in sito col profilo sismico eseguito.

I risultati dell'indagine e dell'interpretazione sismica sono allegati di seguito (risultati winMASW). La prospezione sismica, al netto del terreno agrario, ha individuato 1 "mezzo" sismico (v. colonne sismostratigrafiche "Subsurface model" allegata):

- Il primo avente velocità delle onde di taglio compreso tra 434 e 872 m/s e spessore di circa 50 cm., costituito da terreno agrario;
- Il secondo avente velocità delle onde di taglio pari tra 1.006 e 1.315 m/s e spessore superiore a 30 mt. costituito interamente da Pietra leccese;

La suddetta successione sismostratigrafica fornisce la Vs30,s equivalente (VsE) pari a;

VsE =1.160 m/s (valore medio tra i due sondaggi)

Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (**DM 14.1.08**) il sito in esame rientra nella categoria A: "Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi: caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/sec.;

Si esplicita che le categorie di suolo sono quelle individuate dall'**OPCM 3.274/03**, che per un'immediata lettura si riportano nel seguito:

- *Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi: caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/sec.;*
- *Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti: con spessori di diverse centinaia di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 e 800 m/sec.;*
- *Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza: con spessori variabili da diverse decine di metri a centinaia di*

metri, caratterizzati da valori di VS30 compresi tra 180 e 360 m/sec.;

- *Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti: caratterizzati da valori di Vs30 (180 m/sec.;*
- *Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali: con valori di Vs30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 metri, giacenti ad un substrato di materiale più rigido con Vs30 (800 m/sec.*

in cui V_{Si} e h_i sono rispettivamente la velocità delle onde di taglio e lo spessore dell'i-esimo strato.

I dati sono stati elaborati (*determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime*) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (V_S).

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della V_S (e del modulo di taglio) e, di conseguenza, del parametro Vs30.

Conoscendo la velocità delle onde sismiche del materiale è stato possibile ricostruire la litologia dell'immediato sottosuolo, schematizzata nella *colonna stratigrafica (Subsurface model)*, e valutare i *parametri geotecnici* dei terreni investigati (*peso di volume, modulo di Young, modulo di Poisson, modulo di taglio, modulo di compressione, ecc.*), mediante correlazioni tratte dalla bibliografia ed ampiamente riconosciute.

Per ricavare il profilo verticale della V_S (velocità delle onde di taglio) è stato utilizzato il software winMASW della EliaSoft, che attraverso la modellazione o inversione delle curve di dispersione ed attenuazione delle onde di superficie (Rayleigh), determinate tramite la tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), consente di determinare la V_{S30} misurata in sito col profilo sismico eseguito.

I risultati dell'indagine e dell'interpretazione sismica sono allegati alla presente relazione (**risultati winMASW**).

La prospezione ha individuato 2 “mezzi” sismici (v. colonna sismostratigrafica “**Subsurface model**” allegata):

- *Il primo avente velocità delle onde di taglio pari a **415 m/s** e spessore di circa 50 cm., costituito da terreno agrario, (valore medio);*
- *Il secondo avente velocità delle onde di taglio pari a **1.160 m/s** e spessore superiore a 30 mt. costituito da calcareniti , (valore medio).*

La suddetta successione sismostratigrafica fornisce la V_{s30} , e la V_s equivalente (V_{sE}) che in questo caso coincidono e risultano pari a;

$$V_{s30} \text{ e } V_{sE} = 1.160 \text{ m/s (valore medio)}$$

Rispetto le norme tecniche per le costruzioni (DM 14.1.08) il sito in esame rientra nella **categoria A**: *“Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi: caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/sec.;*

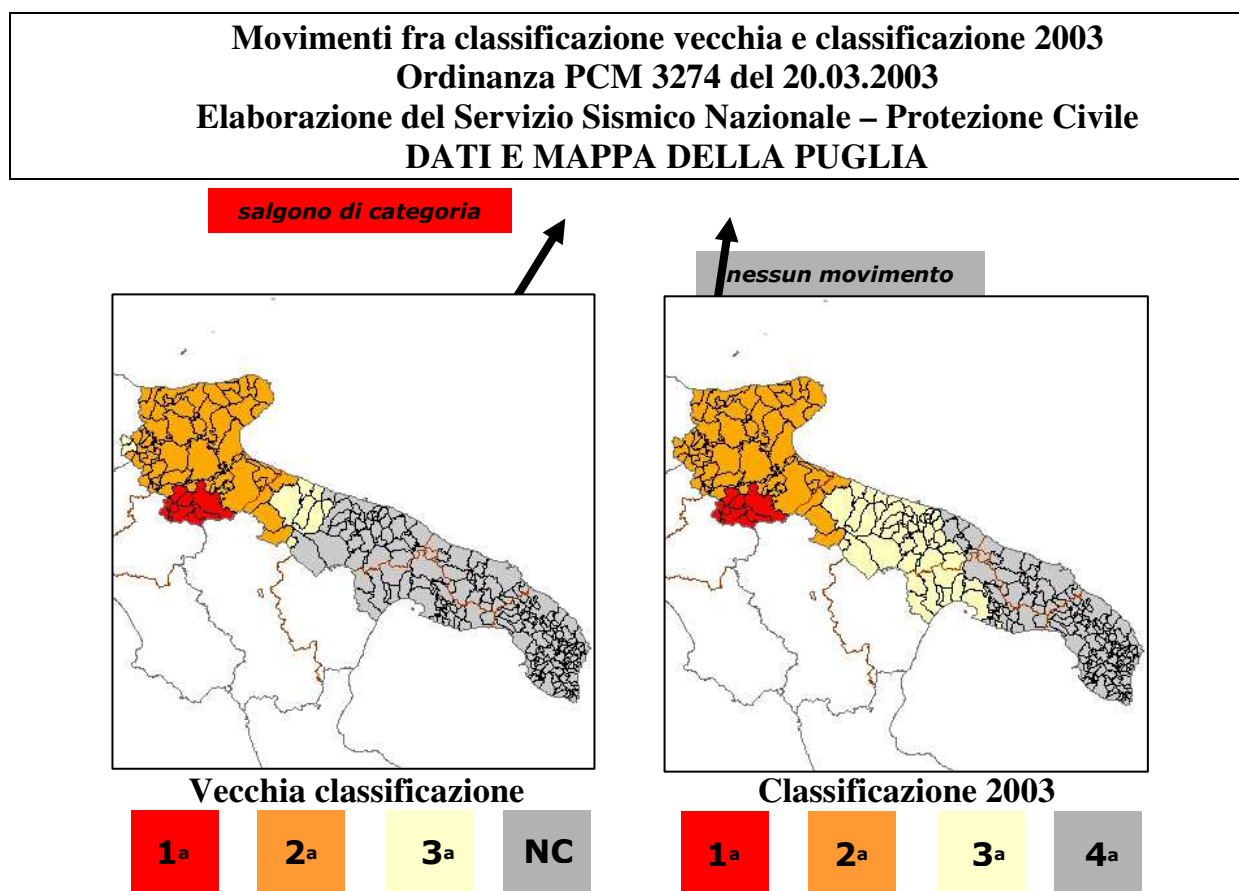
6.0. CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA

Per quanto concerne il rischio sismico il Salento può considerarsi come area stabile ed in pratica asismica. La zona di progetto non è inoltre interessata da fenomeni di dissesto in atto o potenziali.

La totalità dei comuni salentini non risultano infatti classificati dalla normativa vigente in materia sismica.

L'Ordinanza **PCM n° 3.274 del 20/3/2003** introduce la 4^a categoria per le zone a bassa sismicità, cioè quelle precedentemente N.C. La nuova zonizzazione non comporta alcun movimento per i comuni del Salento, che pertanto da non classificato diventa di 4^a categoria.

A tal proposito si allega la mappa sismica indicativa della zonizzazione 2003 per la Puglia, realizzata dal Servizio Sismico Nazionale del Dipartimento della Protezione Civile.



7.0. MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

Ai sensi della **O.P.C.M. 3.274/03** il territorio comunale di Melpignano afferisce alla zona sismica 4.

In relazione alla tipologia dell'opera in progetto si definiscono i seguenti parametri:

Vita nominale in anni – V_N	50
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso	1
Vita di riferimento in anni - V_R	50

Per la definizione dell'azione sismica di progetto per ciascuno degli stati limite considerati, si determina la pericolosità sismica di base, che è descritta dalla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} .

I corrispondenti periodi di ritorno in anni (T_R) relativi a ciascuno stato limite sono i seguenti:

Stati Limite	T_R
SLO- $P_{VR}=81\%$	30
SLD- $P_{VR}=63\%$	50
SLV- $P_{VR}=10\%$	475
SLC- $P_{VR}=5\%$	975

- *SLO = stato limite di immediata operatività;*
- *SLD = stato limite di danno;*
- *SLV = stato limite di salvaguardia della vita;*
- *SLC = stato limite di prevenzione collasso;*
- *P_{VR} = probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R .*

Lo **spettro di risposta sismica** per i periodi di ritorno associati a ciascuno SL è definito dai valori dei parametri a_g , F_0 e T_C :

Stati Limite	T_R (anni)	a_g (g)	F_0	T_C (s)
SLO	30	0,016	2,397	0,161
SLD	50	0,021	2,39	0.219
SLV	475	0,058	2,55	0,436
SLC	975	0,077	2,596	0,488

- a_g = *accelerazione massima del sito*;
- F_0 = *valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale*;
- T_C = *periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale*.

Lo **spettro di progetto elastico**, relativo a ciascuno SL e riferito ad uno smorzamento pari a $\xi = 5\%$, risulta quindi determinato dai coefficienti sismici S_S , C_C e S_T , relativi rispettivamente alla categoria A di sottosuolo (S_S , C_C) e alla categoria topografica T1 (S_T) definite in precedenza:

Coefficiente	SLO	SLD	SLV	SLC
S_S	1.00	1.00	1.00	1.00
C_C	1.00	1.00	1.00	1.00
S_T	1.00	1.00	1.00	1.00

S_S = *amplificazione stratigrafica*;

C_C = *coefficiente funzione categoria*;

S_T = *amplificazione topografica*.

8.0. PROPRIETA' GEOTECNICHE E STABILITA DELLE SCARPATE

8.1. Considerazioni preliminari

La previsione delle problematiche inerenti la stabilità delle scarpate perimetrali delle aree di cava costituisce un capitolo assai importante nell'ambito della gestione tecnica dell'attività estrattiva, sia in fase di coltivazione che in fase di sistemazione e di recupero ambientale finale. Le tipologie di dissesti potenzialmente realizzabili in terreni sciolti ed in rocce lapidee presentano differenze sostanziali: mentre il comportamento meccanico dei terreni sciolti risulta regolato principalmente dalle loro caratteristiche mineralogiche, granulometriche e tessiturali (meccanica delle terre), la stabilità di un pendio roccioso è invece fortemente condizionata più che dalle proprietà intrinseche dei materiali lapidei da fattori di ordine strutturale e da fenomeni di alterazione e degradazione (meccanica delle rocce). Nel caso di scarpate in roccia particolare importanza assumono i piani di discontinuità presenti in seno all'ammasso roccioso (superfici di stratificazione, giunti di fratturazione, faglie, ecc.): il numero, la densità, l'orientazione, la spaziatura, la giacitura e le caratteristiche (rugosità, continuità, apertura, ecc..) di tali discontinuità, nonché la presenza di materiale fine di riempimento o di acqua, sono tutti parametri che influiscono in vario modo sulla stabilità della scarpata. Superfici di stratificazione e giunti di fratturazione suddividono infatti l'ammasso roccioso in elementi volumetrici di forma e dimensioni variabili: in base ai rapporti giaciture dei suddetti piani di discontinuità ed all'orientazione delle pareti di scavo si possono creare le condizioni di isolamento di blocchi potenzialmente instabili ed in grado di originare fenomeni di "crollo", di "ribaltamento" e di "scivolamento. I crolli interessano massi e frammenti di varie dimensioni che, superata la condizione di equilibrio, divengono instabili e scorrono verso il basso con estrema rapidità, Fig. 3(a). Il fenomeno comprende la caduta libera, il movimento a salti e rinbalzi ed il rotolamento di frammenti di roccia. I distacchi di blocchi per ribaltamento, Fig. 3(b), assai pericolosi e frequenti lungo il fronte di abbattimento delle cave, sono movimenti dovuti a forze che causano un momento ribaltante attorno ad un punto di rotazione situato al di sotto del baricentro della massa interessata. Sono

di norma collegati alla presenza di sistemi di fratture sub-verticali e si verificano preferenzialmente in corrispondenza del ciglio superiore delle scarpate, ove la roccia risulta sensibilmente alterata (“cappellaccio” di alterazione) e le fessure aperte e riempite di materiale fine (terreno vegetale, terra rossa).

I movimenti di scivolamento o di scorrimento, comportano uno spostamento per taglio lungo una o più superfici oppure dentro un livello abbastanza sottile. Gli scorrimenti che interessano gli ammassi rocciosi sono di tipo traslativo. Il movimento del materiale si verifica lungo una superficie più o meno piana o debolmente ondulata corrispondente a discontinuità strutturali, quali giunti di fratturazione o faglie, oppure a superfici di stratificazione. In tale tipo di situazione la giacitura dei piani di stratificazione assume infatti un'importanza notevole ai fini della stabilità della scarpata. Strati sub-orizzontali o con giacitura a “reggipoggio” determinano situazioni favorevoli alla stabilità; al contrario, un assetto a “franapoggio” (strati inclinati verso il fronte di scavo) può innescare, in presenza di giaciture sufficientemente inclinate (pendenza degli Strati $\geq 20^\circ$), movimenti di scivolamento di blocchi sia su piccola che su grande scala.

In linea generale, nella pendenza degli Strati $\geq 20^\circ$, movimenti di scivolamento di blocchi sia su piccola che su grande scala.

In linea generale, nell'ambito dell'intero territorio pugliese le cave attestate in roccia calcarea o calcarenitica non presentano di norma situazioni o fenomeni di particolare instabilità: ciò è in prevalenza legato alla presenza di giaciture quasi sempre sub-orizzontali, o comunque debolmente inclinate. Dissesti di minore entità (distacco, ribaltamento o scorrimento di blocchi di modeste dimensioni volumetriche) sono, al contrario, possibili e frequenti essendo legati sia allo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso che al rinvenimento di strutture e fenomenologie carsiche (cavità, sacche di terra rossa) o alla presenza di irregolarità del grado di cementazione della roccia (nel caso di ammassi calcarenitici). Le verifiche di stabilità di scarpate in roccia non possono dunque prescindere dalla disponibilità di dati precisi relativi alle condizioni strutturali dell'ammasso roccioso e, in particolare, di quei parametri

giaciture e descrittivi (direzione, immersione, inclinazione, spaziatura, apertura, continuità, riempimento, ecc.) in grado di caratterizzare i principali piani di discontinuità che lo interessano (superfici di stratificazione e giunti di fratturazione).

8.2. Caratteri fisici e meccanici della “pietra leccese”

La “Pietra Leccese” è una calcarenite marnosa, a grana fine o medio-fine, di colore prevalentemente giallo-chiaro, talora grigiastro o biancastro e a stratificazione poco pronunciata, con strati piuttosto potenti che danno all’ammasso roccioso un aspetto massivo. L’ammasso roccioso risulta talora interessato da una o più serie di discontinuità, ad andamento subverticale, ben visibili sulle pareti e sui piani di coltivazione delle cave. Esse sono sicuramente riconducibili ad eventi tettonici dal momento che le loro direzioni principali coincidono con la direzione appenninica (N 60 W) e antiappenninica (N 30 E). Lungo tali linee di discontinuità, che rappresentano evidentemente zone di debolezza della roccia, si sono impostati, in ambiente subaereo, fenomeni di dissoluzione che hanno prodotto un allargamento e un approfondimento delle fratture.

Queste fratture, localmente denominate “filimastri” o “ventarole”, possono essere larghe da pochi cm fino a diversi metri e profonde anche 10 mt. La “Pietra leccese” rappresenta uno dei principali materiali da costruzione coltivati nella Penisola salentina. Dal punto di vista petrografico essa è una biocalcarenite formata da grani bioclastici e granuli di glauconite di forma subsferica o ellissoidale immersi in una matrice micritica e cementati da calcite. Presso i coltivatori locali sono note diverse varietà, che differiscono fra loro per colore, granulometria e struttura. I principali centri di estrazione sono rappresentati dal distretto di Lecce che si estende fino a Cavallino e a San Donato e dal distretto di Cursi che comprende i comuni di Melpignano, Castrignano dei Greci, Martano, Bagnolo e Palmariaggi. Data la sua importanza economica essa è stata oggetto di diverse ed approfondite ricerche da parte di vari autori, in particolare P. Nicotra per il distretto di Lecce e F. Zezza per il distretto di Cursi. In letteratura sono disponibili numerosi dati scientifici sulle

caratteristiche fisiche e meccaniche di questo materiale lapideo. In particolare per quanto riguarda il distretto di Cursi F. Zezza (1974) ha distinto, dall'alto verso il basso, le seguenti varietà:

- mazzara (di spessore variabile da 3 a 4 metri),
- piromafo (1,35 metri), cucuzzara (1,90 metri),
- dura (5,40 metri),
- bianca (0,50 metri),
- dolce (5,40 metri),
- gagginara sup. (0,60 metri),
- saponara (0,30 metri),
- gagginara inf (10,80 metri),
- nera (3-4 metri).

Nelle tabelle seguenti sono riportati i valori medi delle principali caratteristiche fisiche e meccaniche relativi alle diverse varietà sfruttate commercialmente della “Pietra leccese” su campioni provenienti dal bacino di Cursi (da F. Zezza - Le Pietre da costruzione e ornamentali della Puglia- 1974).

Tab. Caratteristiche fisiche delle varietà di Pietra Leccese coltivate nel distretto di Cursi

Nelle tabelle seguenti sono riportati i valori medi delle principali caratteristiche fisiche e meccaniche relativi alle diverse varietà sfruttate commercialmente della “Pietra leccese”

Tab. I Caratteristiche fisiche delle varietà di Pietra Leccese coltivate nel distretto di Cursi

Varietà	P.S. reale g/cm	P.S. apparente g/cm ³	Grado compattezza	Coeff. porosità	Coeff. imbibizione
Piromafo	2,75	1,617	0,59	0,412	20,3
Cucuzzara	2,76	1,780	0,54	0,355	12,1
Bianca	2,71	1,861	0,69	0,313	11,6
Dura	2,75	1,738	0,63	0,368	14,4
Dolce	2,71	1,660	0,61	0,387	16,2
Saponara	2,77	1,572	0,55	0,448	20,7
Gagginara	2,73	1,572	0,57	0,424	19,1

Tab. 2 Caratteristiche meccaniche varietà Pietra Leccese coltivate nel distretto di Cursi

Varietà	Resistenza a compressione Kg/cm ²	Resistenza a flessione Kg/cm ²
Piromafo	153,0	28,12
Cucuzzara	170,4	71,6
Bianca	202,6	63,8
Dura	245,3	54,4
Dolce	127,7	49,6
Saponara	168,6	48,9
Gagginara	166,1	56,8

Ad eccezione delle varietà *mazzara* e *nera* tutte le altre sono sfruttate commercialmente.

Tra le varietà coltivate il *piromafo* è particolarmente ricco di granuli glauconitici che gli conferiscono un colore verdastro.

Nelle restanti varietà la quantità di glauconite è sensibilmente ridotta ed il colore varia dal giallo paglierino al grigio chiaro.

Alle **calcareniti organogene** che costituiscono i piani di approfondamento è possibile attribuire i seguenti **parametri geotecnici**:

- *peso di volume* = $1.9 - 2.2 \text{ t/m}^3$
- *coesione* = $2,0 - 5,0 \text{ Kg/cm}^2$
- *angolo di attrito* = 36°
- $Q_a = 3,6 \text{ Kg/cm}^2$
- $K \text{ (Winkler)} = 15 \text{ Kg/cm}^3$
- *Modulo di Young* = 3.596 MPa
- *Modulo di Poisson* = $0,35$
- $RQD = 75 \%$
- *Peso Specifico* = $1,7 - 1,8 \text{ kg/cm}^2$
- *Resistenza a compressione* = 80 kg/cm^2

Per la caratterizzazione geotecnica dell'ammasso roccioso sono state utilizzate le prove sismiche e la classificazione di Bieniawski (1974).

L'indice globale **RMR (Rock Mass Rating)**, è pari a **55**, ottenuto dalla somma dei 6 indici riportati in **Tab.2**, così come individuati nella **Tab.1**.

Tab 1- INDICI PER LA DETERMINAZIONE DI RMR (*Bieniawski*)

PARAMETRI			CAMPO VALORI						
1	RESISTENZA ROCCIA INTATTA	Carico puntuale	> 80 Kg/cm ²	40-80 Kg/cm ²	20-40 Kg/cm ²	10-20 Kg/cm ²	Non applicabile		
		Compressione uniassiale	> 2000 Kg/cm ²	1000- 2000 Kg/cm ²	500-1000 Kg/cm ²	250-500 Kg/cm ²	100-250 Kg/cm ²	30-100	10-30 Kg/cm ²
	INDICE		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	< 25%		
	INDICE		20	17	13	8	3		
3	SPAZIATURE GIUNTI		> 3 m	1-3 m	0.3-1 m	50-300 mm	< 50 mm		
	INDICE		30	25	20	10	5		
4	CONDIZIONE GIUNTI		Superfici molto scabre non continue Pareti roccia dura	Superfici scabre Apertura < 1 mm Pareti roccia dura	Superfici scabre Apertura < 1 mm Pareti roccia dura	Superfici lisce o lamine o riempimento < 5 mm o apertura 1-5 mm Giunti continui	Riempimento tenero spessore > 5 mm o giunti aperti > 5 mm Giunti continui		
	INDICE		25	20	12	6	0		
5	CONDIZIONI IDRAULICHE	Afflusso per 10 m lunghezza tunnel	Assente		< 25 litri/min	25-125 litri/min	> 125 litri/min		
		Rapp. Pressione acqua nei giunti Sott. Nat. in situ	0		0.0-0.2	0.2-0.5	< 0.5		
		Condizioni generali	Completamente asciutto		Solo umidità	Acqua in debole pressione	Severi problemi idraulici		
	INDICE		10		7	4	0		

RATING ADJUSTMENT FOR DISCONTINUITY ORIENTATIONS

Strike and Dip orientations of Discontinuities		Very favourable	Favourable	Fair	Unfavourable	Very unfavourable
Ratings	Tunnels and mines	0	- 2	- 5	- 10	- 12
	Foundations	0	- 2	- 7	- 15	- 25
	Slopes	0	- 5	- 25	- 50	- 60

Proprietà meccaniche e comportamento degli ammassi rocciosi

N = $\sum n_i$	0-25	25-50	50-70	70-90	90-100
CLASSE	V	IV	III	II	I
QUALITÀ DELL'AMMASSO	Molto scadente	Scadente	Discreta	Buona	Ottima
c Kg/cm ^q	> 1	1-1.5	1.5-2.0	2.0-3.0	> 3.0
ϕ	< 30°	30° - 35°	35° - 45°	40° - 45°	> 45°

Tab.2 - CLASSIFICAZIONE DI BIENIAWSKI

PARAMETRI	CAMPO VALORI	INDICE
Compressione uniassiale	Kg/cm ² .- 100 - 250	2
RQD	50- 75 %	13
Spaziatura giunti	50-300 m.	10
Condizione giunti	Superfici scabre	20
Condizioni idrauliche	Completamente asciutto	10
Correz. orientazione giunti	Non sfavorevole	0
INDICE GLOBALE – RMR		55

Dal valore di RMR calcolato si ottiene la classe di appartenenza dell'ammasso roccioso (**CLASSE III**, a cui corrisponde una discreta qualità dell'ammasso, con valori di coesione ed angolo di attrito pari a:

$$c = 1,5 - 2,0 \text{ kg/cm}^2 \qquad \varphi = 35^\circ - 45^\circ$$

Considerazione fondamentale è che la roccia, considerata globalmente, cioè in situ, è dotata di una buona coesione, per cui non potendo essere assimilata ad una roccia sciolta, non sono applicabili, per una valutazione della capacità portante e della pressione ammissibile, gli usuali calcoli derivanti dalle teorie della Meccanica delle Terre.

Nella generalità dei casi la **capacità portante** per una roccia lapidea si esprime:

$$Q_o = C \times q_u$$

dove C può essere solitamente dell'ordine di $0.2 \div 0.3$ e q_u è la resistenza a compressione uniassiale. Ciò non è valido qualora la roccia non sia integra. La presenza di frequenti fratture fa aumentare la compressibilità delle masse rocciose, inducendo in tal modo a ricercare, più che la capacità portante, la pressione ammissibile, intesa come massima pressione applicabile alla superficie rocciosa, compatibilmente con i cedimenti oltre che con l'equilibrio limite. Logicamente la compressibilità ed il cedimento aumentano con la maggiore frequenza delle discontinuità. Per tener conto della possibilità che la roccia portante non sia integra è pratica comune adottare coefficienti di sicurezza elevati rispetto alla resistenza a compressione uniassiale q_u .

Le calcareniti in oggetto possono essere assimilate a rocce litoidi fessurate, per cui assumendo un valore minimo di $q_u = 25 \text{ Kg/cm}^2$ (da prove di compressione eseguite in laboratorio su campioni di roccia simili), ed un

coefficiente di sicurezza $F=7$ (per tenere conto di eventuali alterazioni della roccia), si avrebbe:

$$Q_0 = 3,5 \text{ Kg/cm}^2$$

Per fondazioni superficiali su roccia il calcolo della portanza può essere fatto con il metodo di **Bowles**, secondo quanto riportato nell'allegato **certificato n.1**, da cui si ottiene un valore della **capacità portante**, pari a circa **3,6 Kg/cm²**, che conferma la precedente stima della portanza.

CALCOLO DELLA PORTANZA - METODO BOWLES –

Committente: F:LLI PITARDI S.r.l.

Località: Via Vicinale “Vore” Melpignano Fg 2 part.Ila 518 Descrizione:

Note: Sigla:

Calcolo della portanza di una fondazione superficiale su roccia

Phi(*)	C(MPa)	R.Q.D.%	C0(MPa)	Gamma (kN/mc)	Gamma ¹ (kN/mc)	B(m)	L(m)	D(m)	Fs	Qamm (MPa)
36	0,3	73	5	15,69	15,69	5	1	1	3	0,36

Metodo di calcolo: **Bowles (1977)**

Legenda

<i>Phi = angolo di attrito dell'ammasso roccioso</i>	<i>Gamma¹ = peso di volume sotto il piano di posa</i>
<i>C = coesione dell'ammasso roccioso</i>	<i>B = larghezza della fondazione</i>
<i>R.Q.D.% = Rock Quality Designation</i>	<i>L = lunghezza della fondazione</i>
<i>C0 = resistenza alla compressione monoassiale della roccia;</i>	<i>D = profondità di posa della fondazione</i>
<i>Gamma = peso di volume sopra il piano di posa</i>	<i>F = coefficiente di sicurezza</i>
<i>Qamm = portanza ammissibile della fondazione</i>	

La “Pietra leccese”, generalmente, rappresenta depositi, affidabili dal punto di vista geotecnico, e agli effetti della stabilità delle opere di fondazione, risultano influenzati negativamente, dallo stato di fratturazione o alterazione della roccia. Infatti in presenza di frequenti fenomeni fessurativi potrebbero aversi, nella roccia gravata dai carichi modesti e circoscritti cedimenti per serraggio dei giunti ed assestamento dei blocchi rocciosi disarticolati.

In altri termini queste presentano per volumi a scala reale, valori di compressibilità molto minori di quelli ottenuti da esperienze di laboratorio su

provini. La compressibilità ed il cedimento aumentano (e la pressione ammissibile diminuisce) con la maggiore frequenza delle discontinuità.

Di seguito si fornisce una valutazione di massima del cedimento immediato (s), calcolato secondo la teoria dell'elasticità tramite la formula seguente, che utilizza i parametri geotecnici ottenuti in sito mediante il sondaggio sismico:

$$s = Q \cdot B \cdot [(1 - \nu^2)/E] \cdot I \quad (1)$$

dove:

- Q = pressione esercitata dalla fondazione ($3,5 \text{ Kg/cm}^2$);
- B = larghezza della fondazione (es. plinti di $m. 1,0 \times 1,0$);
- V = coefficiente di Poisson ($0,33$);
- E = modulo di Young (2.682 MPa);
- I = fattore che dipende dalla posizione del punto e dalla forma della superficie (es. **max 1.12** per fondazioni quadrate, v. Tab. 3).

Tab. 3 – Valori di I per carichi uniformi su un corpo semi – infinito omogeneo, isotropo ed elastico

Forma	Centro	Angolo	Media
Quadrato	1.12	0.56	0.95
Rettangolo $L/B = 2$	1.52	0.76	1.30
$L/B = 5$	2.10	1.05	1.83
$L/B = 10$	2.54	1.27	2.20
Cerchio ($2R = B$)	1.00	0.64 (bordo)	0.85

Poiché i sondaggi sismici forniscono un modulo di Young dinamico, il valore di s dovrà preventivamente essere corretto adottando il seguente rapporto, che sussiste fra il modulo statico (E_s) ed il modulo dinamico (E_d) ed è funzione del rapporto fra la rigidità globale e la rigidità dei singoli elementi costituenti il terreno:

$$\underline{\underline{E_s/E_d=0.10}}$$

Sostituendo alla (1), si ottiene un valore del cedimento a breve termine del terreno di posa, sottoposto ai carichi di elevazione pari a:

$$s = 1,9 * 100 * (0,87 / 2.682) * 1.12 = 0,06 \text{ cm.}$$

Si evince come i cedimenti, considerando anche quelli a lungo termine saranno comunque molto modesti cedimenti differenziali, ottenendo in pratica una struttura di fondazione isostatica.

Per quanto concerne l'interazione terreno-struttura, trattandosi di roccia (sia pure fratturata ed anisotropa), potranno considerarsi valori di coefficiente di sottofondo statico di **Winkler (K)**, intorno a **15,0 Kg/cm³**.

Si esclude la presenza di acquiferi superficiali a carattere stagionale.

8.3. Condizioni di stabilità delle scarpate in roccia calcarenitica

La successione calcarenitica si presenta normalmente massiva, con vaghi cenni di stratificazione; l'assetto risulta, nel complesso, tabulare. Come si può osservare, si tratta di caratteristiche tecniche che, alla scala del campione di roccia, risultano generalmente di alto livello qualitativo. Anche assumendo per le calcareniti in esame un valore di resistenza a compressione semplice molto più basso dei valori consueti (pari a 70 kg/cmq si può ricavare il legame esistente tra coesione ed attrito:

$$c' = \sigma' r / 2 [1 / \operatorname{tg}(45^\circ + \varnothing / 2)] \quad (1)$$

Assumendo un valore di $\varnothing = 35^\circ$, si ottiene una coesione di:

$$c' \sim 18 \text{ kg/cmq}$$

Nel valutare la stabilità di pareti in roccia non si può prescindere, tuttavia, dal considerare anche l'influenza delle discontinuità strutturali quali i piani di strato e fratture. A tale aspetto è legata la difficoltà della non corrispondenza tra i valori della coesione "apparente" (c'), calcolati partendo dai risultati di prove di compressione uniassiale su campioni di roccia, e la coesione effettiva (c_r) attribuibile all'ammasso roccioso nel suo complesso.

Appare chiaro che la coesione ricavabile dai risultati di prove di laboratorio rappresenta, nella maggior parte dei casi, il valore di picco che è molto più elevato di quello residuo che in genere agisce lungo le discontinuità strutturali, vale a dire lungo i potenziali piani di rottura e mobilitazione delle masse rocciose instabili.

Secondo i risultati delle elaborazioni statistiche effettuate da MANEV e AVRAMOVA-TACHEVA (1970), il rapporto tra coesione effettiva e coesione apparente è legato al numero di discontinuità per metro lineare (i) dalla seguente relazione:

$$c_r / c' = 0,114 e^{-0,48(i-2)} + 0,02$$

In relazione al numero di superfici di discontinuità il rilievo geologico-strutturale condotto nei dintorni dell'area in esame ha evidenziato, tuttavia, la scarsissima presenza di giunti di strato netti ed evidenti: la roccia si presenta massiva e con solo vaghi cenni di stratificazione.

Sostituendo nella formula il valore di c' precedentemente calcolato ed assumendo, per la roccia calcarenitica in questione, un numero cautelativo di discontinuità per metro lineare $i = 4$ (roccia poco stratificata e poco fratturata), si ricava la coesione effettiva c_r che, nel caso specifico, risulta pari a 1,2 kg/cmq.

Secondo la trattazione di Terzaghi (1943) è possibile stimare il valore dell'altezza critica di una scarpata in un terreno omogeneo, dotato di coesione e attrito. Secondo la teoria di Rankine la condizione di sforzo massimo si produce secondo una superficie inclinata di un angolo pari a $45^\circ + \phi/2$ passante per il piede della parete di scavo.

La relazione per determinare l'altezza critica diventa: $h_c = 4c'/x \tan(45^\circ + \phi/2)$

Nel nostro caso avremo:

$$\gamma' = 1,7 \text{ t/mc}$$

$$c' = c_r = 12 \text{ t/mq}$$

$$\phi = 30^\circ \text{ (angolo di attrito lungo i giunti)}$$

sostituendo avremo:

$$h_c = 47 \text{ m}$$

9.0. CONCLUSIONI

A conclusione delle indagini svolte, possiamo sintetizzare quanto di seguito:

Il terreno nella disponibilità della ditta **"F.LLI PITARDI S.R.L."** da Corsi ascritto in Catasto Terreni del comune di Melpignano al F° 2 p.lla 518 di estensione pari a 7.858,00 m², da utilizzare quale apertura di una nuova cava di “Pietra Leccese” sono rappresentati da un livello perfettamente orizzontale di roccia, confinante, su tre lati (nord, est, ovest) con altre proprietà private e su un lato (sud) con la strada vicinale “Vore”;

- Dal punto di vista ambientale e territoriale, tale terreno è inserito in un contesto fortemente antropizzato, con presenza, nei dintorni, di numerose cave a cielo aperto, adibite in passato allo sfruttamento della roccia calcarenitica, caratterizzate, attualmente dalla massiccia presenza di materiali inerti in stato di abbandono;
- Il piano di coltivazione allegato alla presente pratica di autorizzazione prevede lo sfruttamento della roccia tramite l’apertura di una cava a cielo aperto con n. 2 gradoni di coltivazione profondi circa 10 mt, per un approfondimento totale di circa 20 mt dal livello p.c.(sino a 64,5 dal p.c.);
- L’indagine geologica tecnica effettuata, ci ha permesso di ricavare le informazioni inerenti le caratteristiche litologiche, la struttura e il grado di fratturazione della roccia da coltivare. In particolare, i valori riscontrati di Vp, Coefficiente di Poisson, Densità, Modulo di Young , contraddistinguono una roccia con le seguenti caratteristiche:
- Grado di carsificazione: III –IV; Qualità della roccia: “scadente- discreta”; RQD correlato (%): 25 – 75, Resistenza a compressione: 13 – 25 Kg./cm².
- L’idrogeologia del sito risulta esclusivamente caratterizzata dalla presenza della falda acquifera di fondo, per cui si escludono acquiferi superficiali tali da interferire con la futura attività estrattiva. L’unità geolitologica, innanzi descritta, è permeabile sia per porosità che per fessurazione. La prima è tipica delle calcareniti e depositi sciolti, la seconda si riscontra invece nei calcari

dolomitici sottostanti. Tale permeabilità, pertanto, favorisce la rapida infiltrazione delle acque piovane, dando origine alla ricca falda acquifera di fondo, che si mantiene in equilibrio idrodinamico sulle acque marine di intrusione continentale a quote intorno agli 82 mt.

- La zona in esame, inoltre è da considerare asismica (4° categoria OPCM 3274/2003).
- Per quanto precedentemente illustrato si esprime giudizio di idoneità del sito nei riguardi dell'esecuzione di quanto progettualmente previsto e contenuto nel piano di coltivazione allegato

La presente relazione è stata redatta in maniera conforme al D.M. 11.03.88. “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni”..... (Sentenze del Consiglio di Stato n° 164/91 e n° 701/95; Circolari: Assessorato LL.PP. Regione Puglia n° 9153 del 21.10.93 e Ministero LL.PP. n° 218/24/3 del 09.01.96).

- Tanto si doveva per l'incarico affidatomi

Melpignano, febbraio 2022

Il tecnico

dr. geol. Michele GRECOLINI