

# SICILIACQUE S.p.A.

## DIGA DI PIANO DEL LEONE

COMUNE DI CASTRONUOVO DI SICILIA - PRIZZI ( PA )  
N° ARCH. R.I.D. 167

## PROGETTO DI GESTIONE INVASO

Titolo

DOCUMENTAZIONE INDAGINI  
Indagini Originarie 2006

All.

A2/a

Data


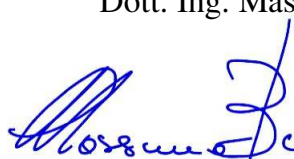
Gennaio 2021

Scala

Siciliacque S.p.A.

Il direttore operativo

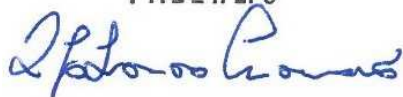
Dott. Ing. Massimo Burruano



Ingegnere Responsabile della Sicurezza

Dott. Ing. Alphonso Cusmano

*ing. Alphonso Cusmano*  
n. 5248 Albo degli Ingegneri  
PALERMO



I progettisti

Dott. Ing. Giancarlo Madoni



Dott. Ing. Poul Erik Nielsen



**s.i.a.** studio ingegneri associati

Milano

**A2/a1-RILIEVO BATIMETRICO 2006**

## **Rilievo Batimetrico 2006**

### **1 - Modalità operative**

Il rilevamento del fondale é stato eseguito con acquisizione automatica dei dati di posizione e profondità mediante strumentazione GPS in modalità RTK ed ecoscandaglio di precisione.

Allo scopo si é adottato un percorso di navigazione su griglia precedentemente prefissata a maglie 20 x 20 m, con infittimento a 10 x 10 m nella zona adiacente alla diga, ove sono situati gli imbocchi dello scarico di fondo e dell'opera di derivazione.

È stata utilizzata una imbarcazione, fornita direttamente dal Gestore e in dotazione permanente al serbatoio in esame, appositamente attrezzata con un sistema di sincronizzazione dei dati di rilevamento.

All'inizio e alla fine di ogni giornata lavorativa é stata eseguita una taratura dell'ecoscandaglio, con riscontro su almeno due aste graduate, al fine di verificare l'esattezza delle misure e di tener conto della torbidità dell'acqua da cui dipende la velocità dell'impulso sonoro.

Per l'esecuzione del rilievo batimetrico generale sono stati utilizzati n°2 ricevitori geodetici GPS a 12 canali e doppia frequenza con sistema RTK e radio modem con frequenza autorizzata.

Per l'esecuzione della rete di rinfitimento sono stati utilizzati n°3 ricevitori geodetici GPS a 12 canali e doppia frequenza.

In tal modo è stato possibile ricostruire un modello tridimensionale del fondale, correttamente georeferenziato, di notevole precisione.

Le principali fasi del lavoro possono essere dettagliate come segue.

- Materializzazione dei capisaldi stabili da utilizzare per l'inquadramento cartografico del rilievo batimetrico.
- Ricerca e reperimento presso l'Istituto Geografico Militare delle monografie dei vertici planimetrici ed altimetrici necessari per l'inquadramento della rete nel sistema nazionale

Gauss Boaga.

- Esecuzione delle misure GPS per la determinazione delle coordinate piano altimetriche dei vertici materializzati.
- Eventuale compensazione rigorosa della rete.
- Calcolo dei parametri di trasformazione per il passaggio delle coordinate dal sistema WGS84 al sistema Gauss Boaga.
- Progettazione delle rotte (sezioni batimetriche da rilevare).
- Taratura dell'ecoscandaglio.
- Esecuzione del rilievo batimetrico.
- Scarico ed elaborazione dei dati.
- Elaborati finali di consegna.

È stato utilizzato un ecoscandaglio idrografico con le seguenti caratteristiche tecniche:

- stampante grafica termica da 8.5" su modulo continuo
- display LCD
- tastierino ermetico
- comando di fix mark manuale e remoto
- funzione di scala automatica
- ingresso per GPS NMEA 183
- ingresso per compensatore d'onda
- annotazioni alfanumeriche sul tracciato carta
- regolazione automatica di durata dell'impulso, AGC e TVG
- uscite: NMEA, Echotrac, Deso 20
- Errore strumentale < 0.1 % della lettura
- Velocità di misura: min 200 kHz

- Potenza: min 500 Watt
- Interfacce: almeno 2 porte RS 232

Si precisa inoltre che, al fine di convalidare pienamente il rilevamento eseguito, è stato eseguito uno scandaglio a mano, in presenza di personale tecnico del Gestore, dal coronamento diga, che ha dato una profondità del piano dell'interrimento pari a 15.00 m, corrispondente alla quota 816.00 m s.m. (coronamento diga alla 831.10 m s.m.), confermando pienamente le misure batimetriche.

## 2 – Creazione del modello tridimensionale

Dall'indagine eseguita è stato ottenuto il modello tridimensionale del tetto del deposito sedimentario, che è stato georeferenziato rispetto alla planimetria della zona d'invaso ed in esso inserito.

Al riguardo va precisato che la planimetria della zona d'invaso, con il fondo valle nella situazione naturale prima della realizzazione dell'invaso stesso, non è stata reperita nella documentazione del progetto originario, disponibile presso il Gestore, né presso l'archivio del R.I.D..

L'unica planimetria disponibile, che interessa parte dell'invaso ma in misura molto marginale, è quella relativa alle opere di sbarramento (in scala 1/200), riportata in progetto nel disegno B2.

Pertanto il rilievo batimetrico (in scala 1:2000) è stato inquadrato nel rilievo regionale 1:10000, allo scopo adeguatamente ingrandito, e la relativa planimetria è riportata nel disegno di progetto B3.

## **A2/a2 – ANALISI CHIMICHE**

### **Modalità Operative e Certificati Laboratorio**

## **RAPPORTO SULLE ANALISI CHIMICHE**

### **1 – Materiali di sedimentazione nell’Invaso**

#### **1.1 – Modalità operative**

Per la caratterizzazione del materiale di sedimentazione sono stati prelevati specifici campioni integrali, che sono stati sottoposti alle necessarie prove di laboratorio.

Il prelievo è stato eseguito da natante in dotazione al serbatoio in oggetto, mediante immersione di tecnico specializzato in lavori subacquei, appositamente attrezzato per il prelievo anche in profondità nell'ammasso sedimentario.

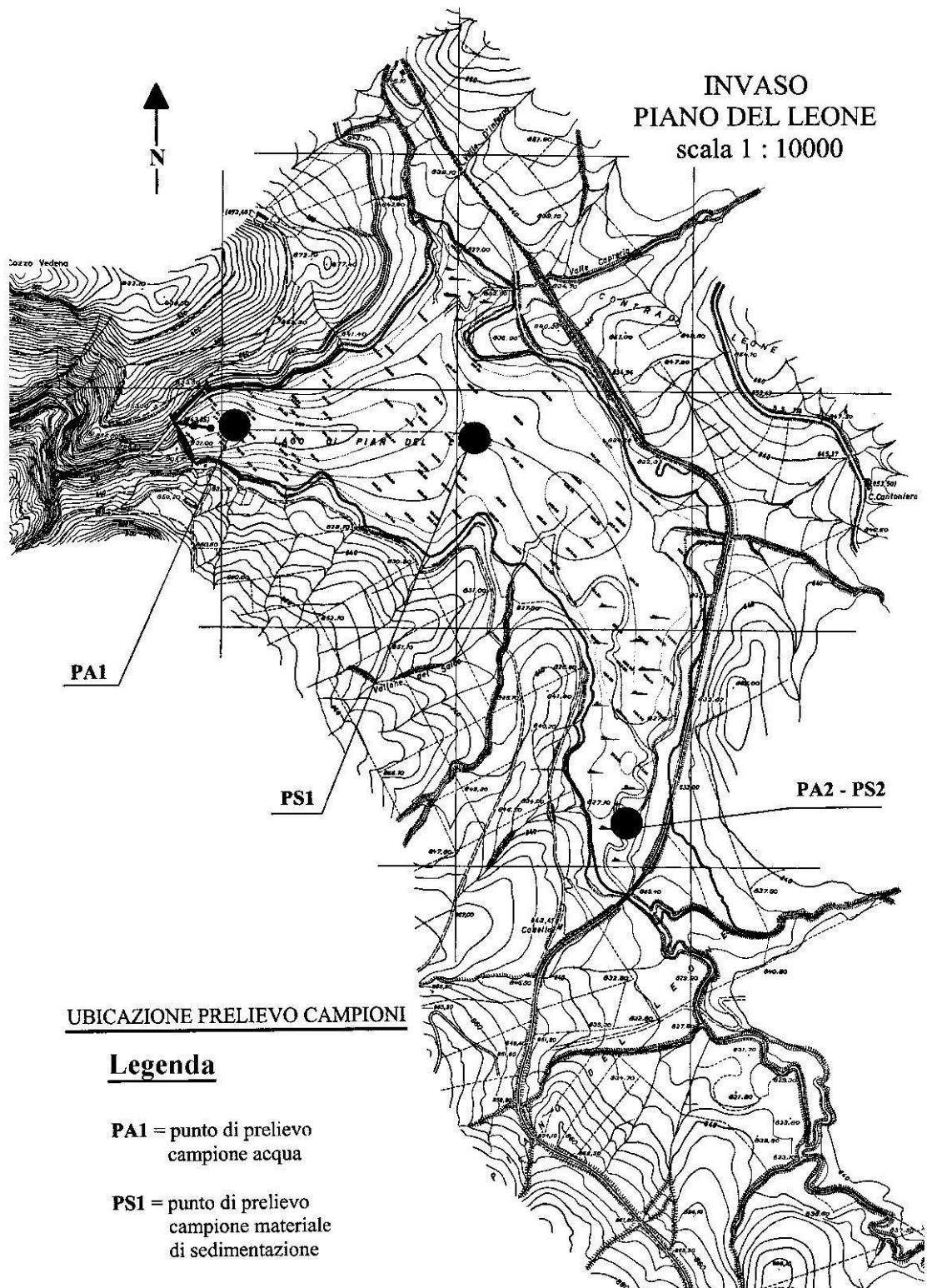
In programma era stato previsto il prelievo di n°6 campioni, distinti in due serie di tre campioni, di cui la prima ubicata nelle vicinanze della diga, ove lo spessore del deposito sedimentario è più elevato, e la seconda in coda al serbatoio.

All'atto pratico però nel primo punto di prelievo è stato possibile realizzare solo n°2 prelievi, denominati LS1.1 e LS1.2, a causa della elevata consistenza del sedimento e delle difficoltà operative connesse con la notevole profondità dell'invaso, pari a 25 m. Per la seconda serie è stato invece possibile realizzare tutti i prelievi preventivati, denominati rispettivamente LS1.1, LS2.2, LS2.3 e disposti uno al centro, lungo la linea di scorrimento degli afflussi naturali afferenti al serbatoio, e due lateralmente in destra e sinistra. Le operazioni di prelievo si sono svolte con l'assistenza del personale di sorveglianza della diga e di tecnici della Siciliacque.

In via preliminare si sono svolte le seguenti operazioni:

- installazione e messa a punto delle attrezzature del sistema GPS, per il rilevamento della posizione di prelievo, da parte di tecnico topografo;
- messa in acqua del natante fuoribordo degli addetti alla sorveglianza;
- collocamento delle attrezzature per il campionamento e di tutto il materiale

occorrente da parte di due tecnici sommozzatori.



Il prelievo dal fondale è stato fatto mediante tubo campionatore, appositamente attrezzato.

I campioni prelevati, come sopra indicato, sono poi stati ulteriormente suddivisi in due



sottoserie, contrassegnate rispettivamente con l'aggiunta della lettera C, destinata alle prove chimiche, e G, destinata alle prove geotecniche.

Pertanto la lista completa dei campioni risulta dal seguente prospetto, mentre la rispettiva posizione planimetrica di prelievo è indicata nello stralcio planimetrico riportato nella figura sopra riportata.

n° Campione	Zona prelievo	Profondità prelievo (m)	
		livello invaso	tetto sedimento
LS1.1/LSG1.1	antistante diga	8.00	0.30
LS1.2/LSG1.2	antistante diga	8.00	0.60
LS2.1/LSG2.1	coda serbatoio	1.00	0.30
LS2.2/LSG2.2	coda serbatoio	1.00	0.30
LS2.3/LSG2.3	coda serbatoio	1.00	0.30

Sui campioni prelevati sono state eseguite analisi chimiche, al fine di definire le caratteristiche granulometriche e fisiche dei materiali sedimentari, accertare la presenza di eventuali elementi tossici e individuare le caratteristiche pedoagronomiche, al fine di valutarne un eventuale impiego come materiale di emendamento di suoli agricoli.

In pratica sono state eseguite le seguenti analisi.

#### Prove geotecniche

- G1 - Analisi granulometrica completa.
- G2 - Prove d'identificazione, comprendente la determinazione dei seguenti parametri:  
 peso di volume allo stato naturale ( $\gamma$ ), contenuto d'acqua allo stato naturale ( $W_n$ ),  
 peso specifico dei grani  $\gamma_s$ .
- S1 - Analisi per la valutazione dei parametri relativi agli inquinanti, come previsto dal D.L. [1].
- S2 - Analisi chimiche per la valutazione dei parametri per una classifica pedoagronomica.

Nel sottostante prospetto sono precisate il numero e il tipo di prove eseguite e i campioni utilizzati per la rispettiva prova.

<b>Tipi di analisi</b>	<b>n° delle analisi</b>	<b>Campioni utilizzati</b>
G1 – Analisi granulometrica	5	LSG1.1, LSG1.2, LSG2.1, LSG2.2, LSG2.3
G2 – Prove d'identificazione	5	LSG1.1, LSG1.2, LSG2.1, LSG2.2, LSG2.3
S1 – Parametri relativi agli inquinanti	1	LSC2.1 + LSC2.2 <sup>1)</sup>
S2 – Parametri pedoagronomici	2	LSC1.1, LSC1.2

## **1.2 – Risultati**

I certificati di tutte le analisi sono riportati in prosieguo in questo stesso elaborato.

Tutti i risultati ottenuti, come specificati dai certificati allegati, sono riportati schematicamente nei sottostanti prospetti.

### **- Composizione granulometrica**

<b>Valori Medi</b>	<b>Componenti granulometrici in %</b>			
	<b>argilla</b>	<b>limo</b>	<b>sabbia</b>	<b>ghiaia</b>
Indagini Precedenti	53	38	7	2

### **- Parametri fisici**

<b>Valori Medi</b>	<b>Campione</b>	<b>Peso di volume allo stato naturale <math>\gamma</math> (t/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Contenuto d'acqua naturale w (%)</b>	<b>Peso specifico dei grani <math>\gamma_s</math> (t/m<sup>3</sup>)</b>
Indagini Precedenti	LSG1.1	1.57	71	2.61

---

<sup>1)</sup> Miscelati

**- Parametri relativi agli inquinanti**

Sostanze	Unità di misura	Valori Rilevati	Valori limiti accettabili (*)
Antimonio	mg/kg	< 3	10
Arsenico	mg/kg	< 5	20
Berillo	mg/kg	< 2	2
Cadmio	mg/kg	< 1	2
Cianuri Liberi	mg/kg	< 0.2	1
Cobalto	mg/kg	10	20
Cromo esavalente	mg/kg	<2	2
Cromo totale	mg/kg	42	150
Fluoruri	mg/kg	6.0	100
Mercurio	mg/kg	< 0.3	1
Nichel	mg/kg	34	120
Piombo	mg/kg	13	100
Rame	mg/kg	31	120
Selenio	mg/kg	< 5	3
Stagno	mg/kg	< 5	1
Tallio	mg/kg	< 2	1
Vanadio	mg/kg	41	90
Zinco	mg/kg	80	150
a-esacloroesano	mg/kg	< 0.001	0.01
Alactor	mg/kg	< 0.001	0.01
Aldrin	mg/kg	< 0.001	0.01
Atrazina	mg/kg	< 0.001	0.01
b-esacloroesano	mg/kg	< 0.001	0.01
Clordano	mg/kg	< 0.001	0.01
DDD.DDT.DDE	mg/kg	< 0.001	0.01
Dieldrin	mg/kg	< 0.001	0.01
Endrin	mg/kg	< 0.001	0.01
g-esacloroesano (lindano)	mg/kg	< 0.001	0.01
Idrocarburi pesanti >12	mg/kg	< 50	50
PCB	mg/kg	< 0.005	0.001

**- Parametri per classifica pedoagronomica**

Parametri	Unità di misura	Campioni		Media
		LSC1.1	LSC1.2	
<b>pH</b>				
pH (in kC3)		7.71	7.94	7.83
pH (metodo VII.3)		7.65	7.61	7.63
<b>Calcare</b>				
totale	%	37	42	39.50
attivo	%	16	17	16.50
<b>Cationi scambiabili</b>				
Ca	meq/100	63	57	60
Mg	meq/100	8.7	16	12.35
K	meq/100	6.4	5.6	6.0
Na	meq/100	3.6	7.9	5.75
Capacità Scambio Cationico C.S.C.	meq/100	16	8	12
Grado Saturaz. (GSB)	%	52	> 85	68.50
<b>Sostanza Organica</b>				
S.O.	%	2.16	2.58	2.37
Carbonio	%	1.25	1.50	1.38
rapporto C/N		8.75	8.22	8.49
<b>Macroelementi</b>				
N	g/kg	1.40	1.80	1.60
PO (fosforo assimilabile)	mg/kg	20	20	20
<b>Microelementi</b>				
Fe	mg/kg	0.60	3.45	2.03
Conducibilità elettrica	µs/cm	286	262	274
Cloruri (Na Cl)	g/kg	0.13	0.12	0.125

## **2. – Acque dell’Invaso nell’Invaso**

### **2.1 – Modalità operative**

Per la caratterizzazione dell'acqua dell'invaso sono stati prelevati specifici campioni, che sono stati sottoposti alle necessarie analisi di laboratorio.

Il prelievo è stato eseguito da natante in dotazione al serbatoio in oggetto, mediante apposito campionatore.

Nel complesso sono stati prelevati n°6 campioni, distinti in due serie di tre campioni ciascuna.

La prima serie è stata prelevata in un punto a massima profondità d'invaso, lungo la stessa verticale, ma posizionando i tre campioni a profondità diverse, come richiesto dalla normativa [2], e precisamente:

- un campione in superficie;
- un campione a metà della calma d'acqua;
- un campione al fondo.

La seconda serie è stata prelevata all'incile dal serbatoio e precisamente: un campione in corrispondenza del corso d'acqua immissario e due campioni lateralmente.

La posizione planimetrica dei prelievi è indicata nello stralcio planimetrico della già citata Tav. 8, mentre la lista dei campioni e la rispettiva sigla risulta dal seguente prospetto.

n° campione	zona di prelievo	profondità di prelievo (m)
LA1.1	centro lago	10.00
LA1.2	centro lago	5.00
LA1.3	centro lago	1.00
LA2.1	coda lago	1.00
LA2.2	coda lago	1.00
LA2.3	coda lago	1.00

Sui campioni prelevati sono state eseguite analisi chimiche, al fine di definire le loro caratteristiche richieste per individuare la loro classe di qualità e accertare la presenza di eventuali elementi tossici.

In pratica sono state eseguite le seguenti analisi.

A/1 - Analisi per la determinazione dei "Parametri chimico-fisici " dell'acqua d'invaso, ai fini della determinazione dello stato ecologico dell'invaso stesso, secondo i macrodescrittori precisati nel D.L. n°152 [4] tabella 10 – Allegato 1.

A/2- Analisi per la determinazione degli inquinanti, come indicato alla Tabella 1 della normativa sopra citata, al fine della determinazione dello stato ambientale dell'invaso.

Nel sottostante prospetto sono precisati il numero e il tipo delle prove eseguite, con indicazione dei relativi campioni utilizzati.

TIPO DI ANALISI	N° DELLE ANALISI	CAMPIONI UTILIZZATI
A/1 – Analisi parametri base	3	LA1.1, LA1.2, LA1.3
A/2 – Analisi inquinanti	1	LA2.1, LA2.2, LA2.3

## **2.2 – Risultati**

I certificati di tutte le analisi sono riportati in prosieguo in questo stesso elaborato.

Tutti i risultati ottenuti, come specificati dai certificati allegati, sono riportati schematicamente nei sottostanti prospetti.

Tutti i risultati acquisiti, come specificati nei certificati allegati, sono riportati schematicamente nei sottostanti prospetti.

Parametri	Unità di misura	Medie valori misurati			Medie valori misurati
		Campioni			
		LA1.1	LA1.2	LA1.3	
temperatura (++)	C°	4	4	4	4
PH		7.9	7.9	8.0	7.9
clorofilla "a"	µg/L	16	13	40	23
trasparenza (+) (+++)	m	2.00	/	/	2.00
ossigeno ipolimnico (% di saturazione) (+)	%	70	70	82	74
fosforo totale (P) (+)	µg/L	< 50	< 50	< 50	< 50
(+) parametri macrodescrittori utilizzati per la classificazione Tabella10 – All.1 – DL [1]					
(++) misurata in sito all’atto del prelievo					
(+++)					
valutata in sito alla superficie					

- Parametri relativi agli inquinanti

Sostanze	Unità di misura	Valori massimi determinati		Valori limite accettabili (+)
		Indagini Precedenti	Nuove Indagini	
<b><i>Inorganici</i></b>				
Cadmio	mg/L	< 0.0005	<0.0005	≤ 0.02
Cromo Totale	mg/L	< 0.001	0.0025	≤ 0.2
Mercurio	mg/L	< 0.0004	<0.0001	≤ 0.005
Nichel	mg/L	0.003	0.0037	≤ 2
Piombo	mg/L	< 0.005	<0.0005	≤ 0.2
Rame	mg/L	< 0.005	<0.005	≤ 0.1
Zinco	mg/L	< 0.073	<0.01	≤ 0.5
<b><i>Organici</i></b>				
Aldrin	µg/L	< 0.01		≤ 10
Dieldrin	µg/L	< 0.01		≤ 10
Endrin	µg/L	< 0.01		≤ 2
Isodrin	µg/L	< 0.01		≤ 2
DDT	µg/L	< 0.01		≤ 0.10
Esaclorobenzene	µg/L	< 0.01		≤ 0.01 (++)
Esaclorocicloesano	µg/L	< 0.01		≤ 0.01 (++)
	+) Limiti relativi alle acque di scarico in corsi d'acqua superficiali - Tabella 3 – Allegato 1 del D.L. [1]			
	(++) Limiti relativi alle acque sotterranee – Tabella 3 – Allegato 1 del D.L. [3]			

### **3. – Documentazione indagini**

Premessa.

Le Analisi Chimiche, documentate dai certificati qui allegati, sono state commissionate dal S.I.A. – Studio Ingegneri Associati, titolare dell’incarico di progettazione, al laboratorio specializzato CEPA di Palermo.

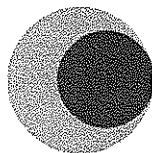
Il laboratorio ha eseguito le analisi programmate in modo contemporaneo sui campioni relativi ai due distinti invasi di Fanaco e Piano del Leone, ambedue in progetto.

Pertanto alcuni certificati sono risultati comuni a campioni di ambedue gli invasi.

Tuttavia, per maggior chiarezza, nei certificati qui allegati sono state obliterate con retino grigio le parti non pertinenti allo specifico progetto.

Si fa inoltre presente che alcune specifiche sono state intestate all’Ing. Giancarlo Madoni, solo in quanto rappresentante del S.I.A.





**CEPA S.r.l**

*Centro per la protezione Ambientale e l'Analisi dei Materiali*

Spett.le S.I.A.  
Studio Ingegneri Associati  
Via Garian,64  
20148 Milano

Palermo 18/07/2006

Prot. 152/MA/06

Alla cortese attenzione della Ing. Madoni

**Oggetto: Rapporto di analisi su campioni di acqua e sedimento eseguiti in outsourcing**

In allegato si trasmettono i risultati delle determinazioni da voi richieste, con incarico del 11/04/2006 sotto il coordinamento del Prof. Alaimo su n°12 campioni pervenuti in laboratorio in data 07/04/2006.

In particolare:

	Campioni					
	FA 1.1	FA 1.2	FA 1.3	LA 1.1	LA 1.2	LA 1.3
Acque	LA 2.1+ LA 2.2+LA 2.3	FA 2.1	FA 2.2+FA 2.3			
Sedimento	LSC 2.1+LSC.2.2	LSC1	LSC1,2			

Distinti saluti

Dott Mauro Tantillo

## Rapporto di prova n° 427/6-F

	<p><b>Cliente</b> <b>Prof. Rosario Alaimo</b></p> <p><b>Indirizzo</b> <b>Via Fonderia Oreetea, 12</b> <b>90139 - PALERMO</b> <b>fax 091.6112206</b></p>
--	---

**Pratica/Anno: 427/6**

**Area/UO: SA/CHM**

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE/I DI PROVA			
<p>Codice ISRIM 64271001</p>	<p>Codice esterno LSC 2.1 + LSC 2.2</p>	<p>Data prelievo n.a.</p>	<p>Data accettazione 13/04/06</p>

Il rapporto di prova riguarda esclusivamente il campione/i sottoposto/i a prova e non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta dell'ISRIM.

Il numero totale di pagine, inclusa la presente ed eventuali allegati, è: 3

Data: 22.06.06

**Il Responsabile Commerciale**  
*(Dr.ssa Anna Rita Pellegrini)*



Pag. 1

## Rapporto di prova n° 427/6\_F

<b>Pratica/Anno:</b>	<b>427/6</b>
<b>Prova:</b>	<b>Analisi chimiche su un campione di sedimento.</b>
<b>Metodo di prova:</b>	EPA 3051b "MCROWAVE ASSISTED ACID DIGESTION OF SEDIMENTS, SLUDGES, SOILS AND OILS" EPA 3545 "PRESSURIZED FLUID EXTRACTION" EPA 3630C "SILICA GEL CLEAN UP" EPA 6010C "INDUCTIVELY COUPLED PLASMA-ATOMIC EMISSION" EPA 7196A "CHROMIUM HEXVALENT (COLORIMETRIC)" METODI ANALITICI PER I FANGHI IRSA-CNR _ METODO 17
<b>Data inizio/fine prova:</b>	<b>12.06.06 / 20.06.06</b>
<b>Data emissione rapporto di prova:</b>	<b>22.06.06</b>

<b>CAMPIONI</b>	
<b>Codice ISRIM</b>	<b>Descrizione</b>
<b>64271001</b>	<b>Sedimento _ vs cod. LSC 2.1 + LSC 2.2</b>

## Rapporto di prova n° 427/6\_F

### RISULTATI

PARAMETRO	UNITÀ DI MISURA	RISULTATO
Antimonio	mg/Kg	< 3
Arsenico	mg/Kg	< 5
Berillio	mg/Kg	< 2
Cadmio	mg/Kg	< 1
Cianuri liberi	mg/Kg	< 0.2
Cobalto	mg/Kg	10
Cromo totale	mg/Kg	42
Cromo VI	mg/Kg	< 2
Mercurio	mg/Kg	< 0.3
Nichel	mg/Kg	34
Piombo	mg/Kg	13
Rame	mg/Kg	31
Selenio	mg/Kg	< 5
Stagno	mg/Kg	< 5
Tallio	mg/Kg	< 2
Vanadio	mg/Kg	41
Zinco	mg/Kg	80
Floruri	mg/Kg	6.0
a-esacloroesano	mg/Kg	< 0.001
Alaclor	mg/Kg	< 0.001
Aldrin	mg/Kg	< 0.001
Atrazina	mg/Kg	< 0.001
b-esacloroesano	mg/Kg	< 0.001
Clordano	mg/Kg	< 0.001
DDD	mg/Kg	< 0.001
DDT	mg/Kg	< 0.001
DDE	mg/Kg	< 0.001
Dieldrin	mg/Kg	< 0.001
Endrin	mg/Kg	< 0.001
g-esacloroesano (lindano)	mg/Kg	< 0.001
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/Kg	< 50
PCB	µg/Kg	< 5

I risultati si riferiscono al campione secco.

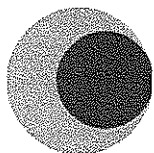
-----Fine del rapporto di prova-----

Responsabile Unità Operativa  
(Dr.ssa Eva Giontella)

*E. Giontella*

Responsabile Area  
(Dr.ssa Antonella Peraio)

*A. Peraio*



**CEPA S.r.l**

*Centro per la protezione Ambientale e l'Analisi dei Materiali*

Data di emissione 04/05/2006

Spett.le S.I.A.  
Studio Ingegneri Associati  
Via Garian, 64  
20148 Milano

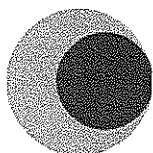
Prot. 148/MA/06

Alla cortese attenzione della Ing. Madoni

**Oggetto: Rapporto di analisi su campioni di sedimento**

Il campione è stato prelevato a cura del richiedente ed è pervenuto in laboratorio successivamente.  
Il campione si riferisce al progetto per la gestione del serbatoio "piano del Leone" sul fiume Sosio.  
Campione con sigla LSC1 centro lago profondità (metri dal piano di sedimentazione) 0,60 m  
profondità dal pelo dell'acqua 8 m.



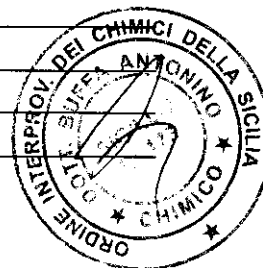
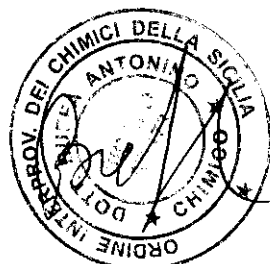
**CEPA S.r.l**

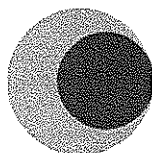
Centro per la protezione Ambientale e l'Analisi dei Materiali

Tabella 5 Caratteristiche fisico-chimiche dei sedimenti ai fini della caratterizzazione pedoagronomica (Supp.Ord. G.U. n°248 del 21.10.1999).

	Campioni
	LSC1
Parametri	
pH (in KCl)	7,71
pH (Metodo VII.3)	7,65
Conducibilità elettrica (1:5) metodo XIII.2	286 $\mu$ S/cm
Sostanza organica (Metodo VII.3)	2,16 %
Carbonio organico (Metodo VII.3)	1,25%
Calcare totale (Metodo V.1)	37%
Calcare attivo (Metodo V.2)	16%
Fosforo ass. (Metodo V.3)	0,02 g/Kg
Azoto totale (Metodo Kjeldhal)	1,4 g/Kg
Cloruri (NaCl) (Metodo IV.2)	0,13 g/Kg
Ferro (Metodo IX.3)	0,6b mg/Kg
Capacità di scambio cationico (Metodo XIII.2)	16 meq/100
Potassio scambiabile (Metodo XIII.5)	6,4 meq/100
Magnesio scambiabile (Metodo XIII.5)	8,7 meq/100
Calcio scambiabile (Metodo XIII.5)	63 meq/100
Sodio scambiabile (Metodo XIII.5)	3,6 meq/100
<b>Analisi fisico -meccanica</b>	
Sabbia (Metodo II.5)	41,1%
Limo (Metodo II.5)	8,4%
Argilla (Metodo II.5)	50,5%
C/N	8,75
gsb	51,6

Dott. Antonino Buffa





**CEPA S.r.l**

*Centro per la protezione Ambientale e l'Analisi dei Materiali*

Data di emissione 04/05/2006

Spett.le S.I.A.  
Studio Ingegneri Associati  
Via Garian, 64  
20148 Milano

Prot. 149/MA/06

Alla cortese attenzione della Ing. Madoni

**Oggetto: Rapporto di analisi su campioni di sedimento**

Il campione è stato prelevato a cura del richiedente ed è pervenuto in laboratorio successivamente.  
Il campione si riferisce al progetto per la gestione del serbatoio "piano del Leone" sul fiume Sosio.  
Campione con sigla LSC1.2 centro lago profondità (metri dal piano di sedimentazione) 0,60 m  
profondità dal pelo dell'acqua 8 m.



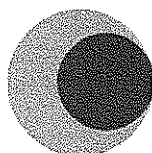
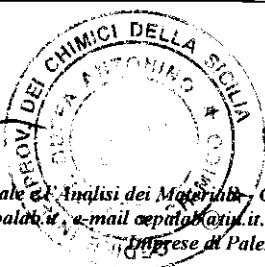
**CEPA S.r.l***Centro per la protezione Ambientale e l'Analisi dei Materiali*

Tabella 5 Caratteristiche fisico-chimiche dei sedimenti ai fini della caratterizzazione pedoagronomica (Supp.Ord. G.U. n°248 del 21.10.1999).

	Campioni
	LSC1,2
Parametri	
pH (in KCl)	7,94
pH (Metodo VII.3)	7,61
Conducibilità elettrica (1:5) metodo XIII.2	262 $\mu$ S/cm
Sostanza organica (Metodo VII.3)	2,58 %
Carbonio organico (Metodo VII.3)	1,5%
Calcare totale (Metodo V.1)	42%
Calcare attivo (Metodo V.2)	17%
Fosforo ass. (Metodo V.3)	0,02 g/Kg
Azoto totale (Metodo Kjeldhal)	1,8 g/Kg
Cloruri (NaCl) (Metodo IV.2)	0,12 g/Kg
Ferro (Metodo IX.3)	3.45 mg/Kg
Capacità di scambio cationico (Metodo XIII.2)	8 meq/100
Potassio scambiabile (Metodo XIII.5)	5,6 meq/100
Magnesio scambiabile (Metodo XIII.5)	16 meq/100
Calcio scambiabile (Metodo XIII.5)	57 meq/100
Sodio scambiabile (Metodo XIII.5)	7,9 meq/100
<b>Analisi fisico -meccanica</b>	
Sabbia (Metodo II.5)	44,7,1%
Limo (Metodo II.5)	36,,4%
Argilla (Metodo II.5)	18,9%
C/N	8,22
gsb	>85%

Dott. Antonino Bufo



Centro per la Protezione Ambientale e l'Analisi dei Materiali - CEPA S.r.l. - Via Fonderia Oretea, 23-90139 PALERMO - Tel. 091.6112205 - Fax 091.6112206. <http://www.cepalab.it> e-mail [cepalab@cepalab.it](mailto:cepalab@cepalab.it) C. F. e P. IVA 03464200827- Cap.Soc. sottoscritto e versato € 98800,00 Reg. Imprese di Palermo 29566 \* CCIAA 148606



## Rapporto di prova n° 424/6-F rev.1

	<p><b>Cliente</b> <b>Prof. Rosario Alaimo</b></p> <p><b>Indirizzo</b> <b>Via Fonderia Oreetea, 12</b> <b>90139 - PALERMO</b> <b>fax 091.6112206</b></p>
--	---

**Pratica/Anno: 424/6**

**Area/UO: SA/CHM**

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE/I DI PROVA			
Codice ISRIM	Codice esterno	Data prelievo	Data accettazione
64241001	FA 1.1	n.a.	13/04/06
64241002	FA 1.2	n.a.	13/04/06
64241003	FA 1.3	n.a.	13/04/06
64241004	LA 1.1	n.a.	13/04/06
64241005	LA 1.2	n.a.	13/04/06
64241006	LA 1.3	n.a.	13/04/06

Il rapporto di prova riguarda esclusivamente il campione/i sottoposto/i a prova e non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta dell'ISRIM.

Il numero totale di pagine, inclusa la presente ed eventuali allegati, è: 3

Data: 22.06.06

**Il Responsabile Commerciale**  
*(Dr.ssa Anna Rita Pellegrini)*



## Rapporto di prova n° 424/6\_F rev.1

<b>Pratica/Anno:</b>	<b>424/6</b>
<b>Prova:</b>	<b>Determinazione di parametri chimico-fisici su campioni di acqua.</b>
<b>Metodo di prova:</b>	<b>n.a.</b>
<b>Data inizio/fine prova:</b>	<b>n.a.</b>
<b>Data emissione rapporto di prova:</b>	<b>22.06.06</b>

<b>CAMPIONI</b>	
<b>Codice ISRIM</b>	<b>Descrizione</b>
64241001	Acqua vs codice "FA 1.1"
64241002	Acqua vs codice "FA 1.2"
64241003	Acqua vs codice "FA 1.3"
64241004	Acqua vs codice "LA 1.1"
64241005	Acqua vs codice "LA 1.2"
64241006	Acqua vs codice "LA 1.3"

## Rapporto di prova n° 424/6\_F rev.1

### RISULTATI

campione	Clorofilla a (µg/L)	Ossigeno disciolto (% sat)	Fosforo totale (µg/L P)	pH	Aspetto
64241001 (FA 1.1)	2	82.0	< 50	7.9	Limpido Assenza di sedimento
64241002 (FA 1.2)	2	76.0	< 50	7.8	Limpido Assenza di sedimento
64241003 (FA 1.3)	3	78.0	< 50	8.0	Limpido Assenza di sedimento
64241004 (LA 1.1)	16	70.0	< 50	7.9	Limpido Assenza di sedimento
64241005 (LA 1.2)	13	70.0	< 50	7.9	Limpido Assenza di sedimento
64241006 (LA 1.3)	40	82.0	< 50	8.0	Limpido Assenza di sedimento

-----Fine del rapporto di prova-----

Responsabile Unità Operativa  
(Dr.ssa Eva Giontella)

*E. Giontella*

Responsabile Area  
(Dr.ssa Antonella Peraio)

*A. Peraio*

# ISRIM

ISTITUTO SUPERIORE DI RICERCA E FORMAZIONE  
SUI MATERIALI SPECIALI PER TECNOLOGIE AVANZATE

ISRIM Società Consortile a r.l.  
05100 Termini Imerese, Pantano Bassa 21  
Tel. 0744 - 547801  
Fax. 0744 - 470174

## Rapporto di prova n° 425/6-F2

PA/R. 2008

<b>Cliente</b> Prof. Rosario Alaimo
<b>Indirizzo</b> Via Fonderia Oreste, 12 90139 - PALERMO fax 091.6112206

Pratica/Anno: 425/6

Area/UO: SA/CHM

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE/I DI PROVA			
Codice ISRIM 64251002	Codice esterno LA 2.1 + LA 2.2 + LA 2.3	Data prelievo n.a.	Data accettazione 13/04/06

Il rapporto di prova riguarda esclusivamente il campione/i sottoposto/i a prova e non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta dell'ISRIM.

Il numero totale di pagine, inclusa la presente ed eventuali allegati, è: 2

Data: 12.06.06

Il Responsabile Commerciale  
(Dr.ssa Anna Rita Pellegrini)



Pag. 1

Mod. G\_GQ\_19\_09 Rev. 0.0

## Rapporto di prova n° 425/6\_F2

Pratica/Anno:	425/6
Prova:	Analisi chimiche su un campione di acqua.
Metodo di prova:	APAT IRSA-CNR Metodo 3020 "Determinazione di elementi chimici mediante spettroscopia di emissione con sorgente al plasma (ICP-OES)".
Data inizio/fine prova:	07.06.06 / 09.06.06
Data emissione rapporto di prova:	12.06.06

CAMPIONI	
Codice ISIRIM	Descrizione
64251002	Acqua _ vs cod. LA 2.1 + LA 2.2 + LA 2.3

## RISULTATI

PARAMETRO	UNITÀ DI MISURA	RISULTATO
Cadmio	mg/L	< 0.0005
Cromo totale	mg/L	< 0.001
Mercurio	mg/L	< 0.0004
Nichel	mg/L	0.003
Piombo	mg/L	< 0.005
Rame	mg/L	< 0.005
zinc	mg/L	0.073
Esaclorobenzene	µg/L	< 0.01
Isodrin	µg/L	< 0.01
Al drin	µg/L	< 0.01
Alfa-esaclorocisano	µg/L	< 0.01
Beta-esaclorocisano	µg/L	< 0.01
Gamma-esaclorocisano (lindano)	µg/L	< 0.01
DDT	µg/L	< 0.01
Dieldrin	µg/L	< 0.01
Endrin	µg/L	< 0.01

-----Fine del rapporto di prova-----

Responsabile Unità Operativa  
(Dr.ssa Eva Giontella)

*Eva Giontella*

Responsabile Area  
(Dr.ssa Antonella Paraiso)

*Antonella Paraiso*

**A2/a3 – Prove Geotecniche**

## PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI DI TERRENO

*Richiedente* S.I.A. - Studio Ingegneri Associati

*Consulente* Dott. Geol. Lorenzo Veronese

*Lavoro* Indagini Piano del Leone

*Lettera di incarico* Palermo, 10/3/2006

Palermo, 27 marzo 2006

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale



## Indagini Piano del Leone

### Prove di laboratorio

Nel presente elaborato si riportano i risultati delle prove di laboratorio effettuate su 9 campioni rimaneggiati di terreno, prelevati nel corso delle indagini Piano del Leone.

Le prove sono state effettuate su incarico del S.I.A. - Studio Ingegneri Associati.

I campioni sono pervenuti in laboratorio il giorno 10 marzo 2006.

Sono state effettuate prove di identificazione consistenti nella determinazione del contenuto d'acqua  $w$ , della composizione granulometrica, del peso specifico dei grani  $\gamma_s$  e del peso dell'unità di volume  $\gamma$ .

In particolare, la determinazione del contenuto d'acqua  $w$  è stata effettuata con il metodo della doppia pesata, secondo quanto prescritto dalla Normativa ASTM D-2216 (1998).

La determinazione della composizione granulometrica è stata effettuata per stacciatura e sedimentazione, secondo la Normativa ASTM D-422 (1998). In particolare, la quantità di materiale da utilizzare è stata determinata in dipendenza delle dimensioni massime dell'elemento più grosso.

La stacciatura è stata eseguita utilizzando la serie di setacci ASTM aventi apertura delle maglie 3", 2" $\frac{1}{2}$ , 2", 1" $\frac{1}{2}$ , 1", 3/4", 3/8" e la serie di setacci ASTM n. 4, 8, 16, 20, 40, 80, 120, 200.

La composizione granulometrica della frazione passante al n. 200 ASTM è stata determinata, mediante sedimentazione, con il metodo dell'areometro, impiegando cilindri della capacità di 1 l; le letture ai cilindri sono state effettuate dopo 0,5, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 1440 minuti dall'inizio della prova.

I risultati sono diagrammati in grafici che forniscono la percentuale in peso del materiale in funzione del diametro; vengono inoltre riportati la composizione granulometrica del terreno secondo la classificazione A.G.I. e la percentuale in peso della frazione argillosa, corrispondente al diametro  $d = 0,002$  mm.

Il peso specifico dei grani  $\gamma_s$  è stato determinato per mezzo del volumetro come media di due determinazioni, su materiale preliminarmente essiccato in stufa, passante al setaccio ASTM n. 40.

Il peso dell'unità di volume  $\gamma$  è stato determinato mediante fustella tarata.

Nelle pagine seguenti sono riportati, nell'ordine, l'elenco dei simboli adottati, il riepilogo di tutte le analisi e prove eseguite sui campioni e delle caratteristiche fisiche determinate; seguono quindi le schede relative alle analisi eseguite sui singoli campioni.

Palermo, 27 marzo 2006

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale



Rif. verbale di accettazione 08/2006



## ELENCO DEI SIMBOLI

$\gamma$	Peso dell'unità di volume	$w_s$	Limite di ritiro
$\gamma_f$	Peso dell'unità di volume alla fine della prova	$\sigma$	Pressione effettiva
$w$	Contenuto d'acqua	$\sigma_v$	Tensione normale
$w_i$	Contenuto d'acqua all'inizio della prova	$\sigma_f$	Tensione normale a rottura
$G$	Analisi granulometrica	$\tau$	Tensione tangenziale
$U$	Coefficiente di uniformità	$\tau_f$	Tensione tangenziale a rottura
$d$	Dimensione del grano	$\varepsilon$	Deformazione
$l_o$	Altezza del campione all'inizio della prova	$\varepsilon_f$	Deformazione a rottura
$\gamma_d$	Peso secco dell'unità di volume	$\delta$	Spostamento orizzontale assoluto
$\gamma_s$	Peso specifico dei grani	$\delta_o, \delta_v$	Spostamenti orizzontali e verticali
$e$	Indice dei vuoti	$\delta_{of}$	Spostamento orizzontale a rottura
$n$	Porosità	$c_v$	Coefficiente di consolidazione
$S$	Grado di saturazione	$E_{ed}$	Modulo di compressione edometrica
$w_p$	Limite di plasticità	$k$	Coefficiente di permeabilità
$w_l$	Limite di liquidità	$CS$	Prova di compressione semplice
$I_p$	Indice di plasticità	$CE$	Prova di compressione edometrica
$I_c$	Indice di consistenza	$TD$	Prova di taglio diretto

## NORMATIVE SEGUITE PER L'ESECUZIONE DELLE PROVE

ASTM American Society for Testing Materials  
 BSI British Standard Institution  
 CNR Consiglio Nazionale delle Ricerche  
 ISRM International Society for Rock Mechanics  
 UNI Unificazione Nazionale Italiana

Rif. verbale di accettazione 08/2006

Richiedente: S.I.A. - Studio Ingegneri Associati

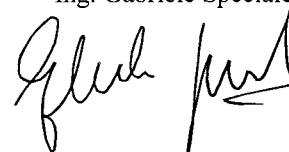
Lavoro: Indagini Piano del Leone

**RIEPILOGO PROVE ESEGUITE SUI CAMPIONI DI TERRENO**

Sondaggio	LSG1.1	LSG1.2	LSG2.1	LSG2.2	LSG2.3					
Campione										
Profondità da m a m	0.30	0.60	0.30	0.30	0.30					
Riconoscimento e descrizione										
Data										
<b>CARATTERISTICHE FISICHE</b>										
$\gamma$	●	●	●	●	●					
Data	15/3/06	15/3/06	15/3/06	15/3/06	15/3/06					
$\gamma_d$										
Data										
$\gamma_s$	●	●	●	●	●					
Data	21/3/06	22/3/06	22/3/06	22/3/06	22/3/06					
<b>G</b>	●	●	●	●	●					
Data	17/3/06	17/3/06	17/3/06	17/3/06	17/3/06					
<b>w</b>	●	●	●	●	●					
Data	15/3/06	15/3/06	15/3/06	15/3/06	15/3/06					
<b>w<sub>p</sub></b>										
Data										
<b>w<sub>l</sub></b>										
Data										
<b>w<sub>s</sub></b>										
Data										
<b>PROVE MECCANICHE</b>										
<b>C E</b>										
Data										
<b>C S</b>										
Data										
<b>TD (CD)</b>										
Data										
<b>TR (UU)</b>										
Data										
<b>TR (CU)</b>										
Data										
<b>COST</b>										
Data										

Il Direttore del laboratorio

Ing. Gabriele Speciale



Rif. verbale di accettazione 08/2006

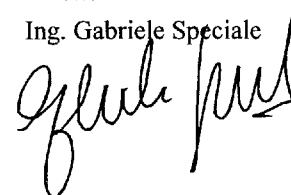
Richiedente: S.I.A. - Studio Ingegneri Associati

Lavoro: Indagini Piano del Leone

**RIEPILOGO CARATTERISTICHE FISICHE DEI TERRENI**

Sondaggio	LSG1.1	LSG1.2	LSG2.1	LSG2.2	LSG2.3					
Campione										
Profondità da m a m	0.30	0.60	0.30	0.30	0.30					
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	12.9	15.8	16.6	15.2	15.3					
$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]										
$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	27.2	25.8	25.4	26.0	27.1					
w	1.86	0.67	0.52	0.80	0.86					
w <sub>p</sub>										
w <sub>L</sub>										
w <sub>S</sub>										
I <sub>p</sub>										
I <sub>c</sub>										
n										
S										
U										
% < d = 0,002 mm	53	51	59	54	47					
SO [%]										
CaCO <sub>3</sub> [%]										
k [cm/sec]										

 Il Direttore del laboratorio  
 Ing. Gabriele Speciale



Verbale di accettazione 08/2006

Certificato n° -

Richiedente S.I.A. - Studio Ingegneri Associati

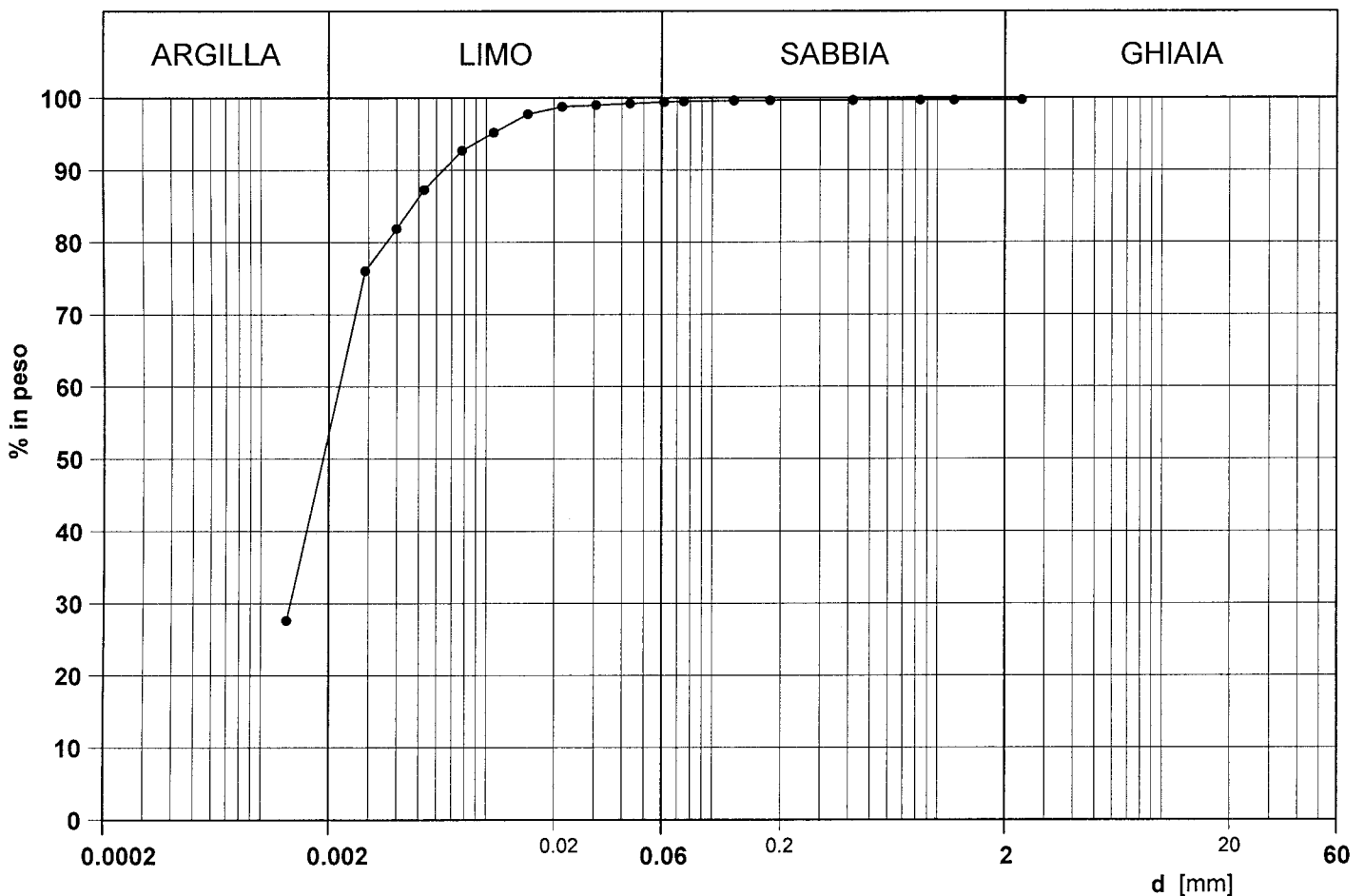
Lavoro Indagini Piano del Leone

Sondaggio LSG1.1 Campione

Profondità da m 0.30 a m

Data inizio prova 17/3/2006

Data fine prova 24/3/2006

**ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)**

Composizione granulometrica Argilla con limo

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \quad \quad \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 53$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore Febo

Il Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 08/2006

Certificato n° -

Richiedente S.I.A. - Studio Ingegneri Associati

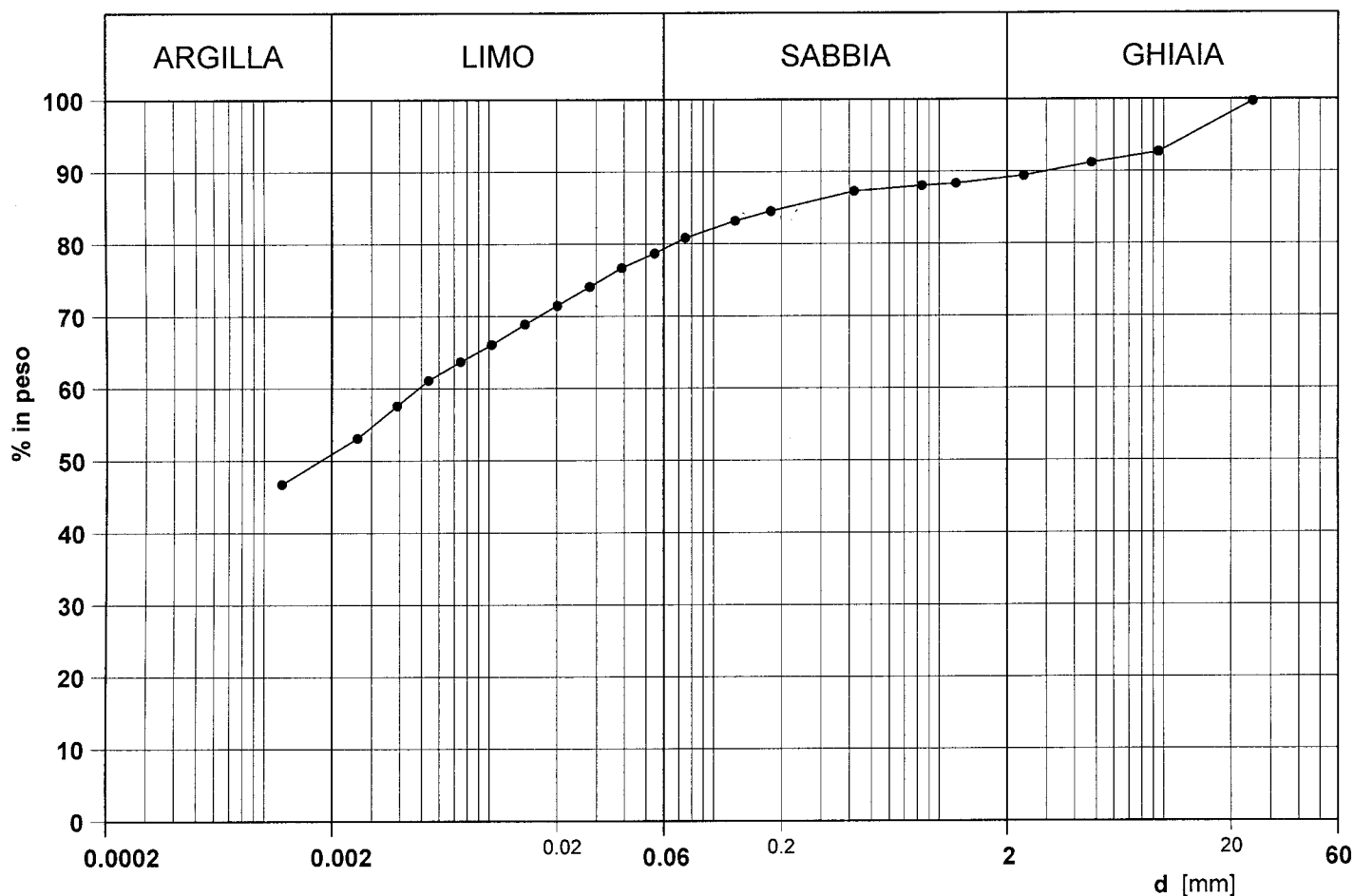
Lavoro Indagini Piano del Leone

Sondaggio LSG1.2 Campione Profondità da m 0.60 a m

Data inizio prova 17/3/2006

Data fine prova 8/4/2006


## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



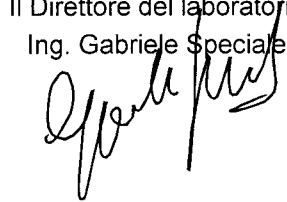
Composizione granulometrica Argilla con limo ghiaiosa deb. sabbiosa

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 51$$

Note



Lo Sperimentatore  
Salvatore Febo



Il Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 08/2006

Certificato n° -

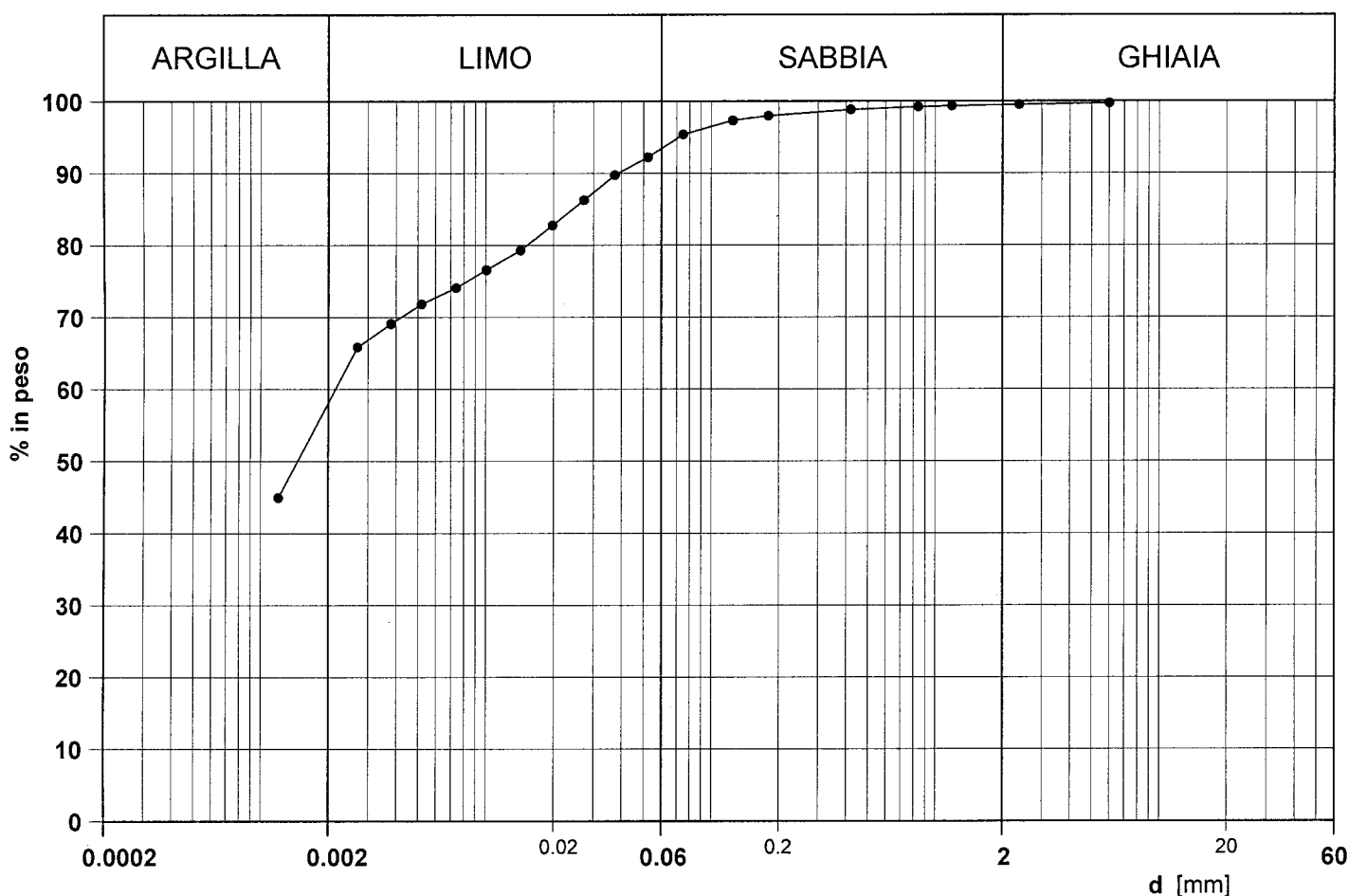
Richiedente S.I.A. - Studio Ingegneri Associati

Lavoro Indagini Piano del Leone

Sondaggio LSG2.1 Campione Profondità da m 0.30 a m

Data inizio prova 17/3/2006


Data fine prova 24/3/2006

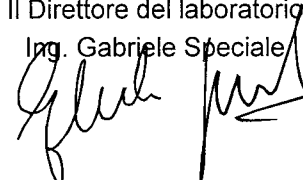
**ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)**

Composizione granulometrica Argilla con limo deb. sabbiosa

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \quad \quad \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 59$$

Note


 Lo Sperimentatore  
 Salvatore Febo


 Il Direttore del laboratorio  
 Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 08/2006

Certificato n° -

Richiedente S.I.A. - Studio Ingegneri Associati

Lavoro Indagini Piano del Leone

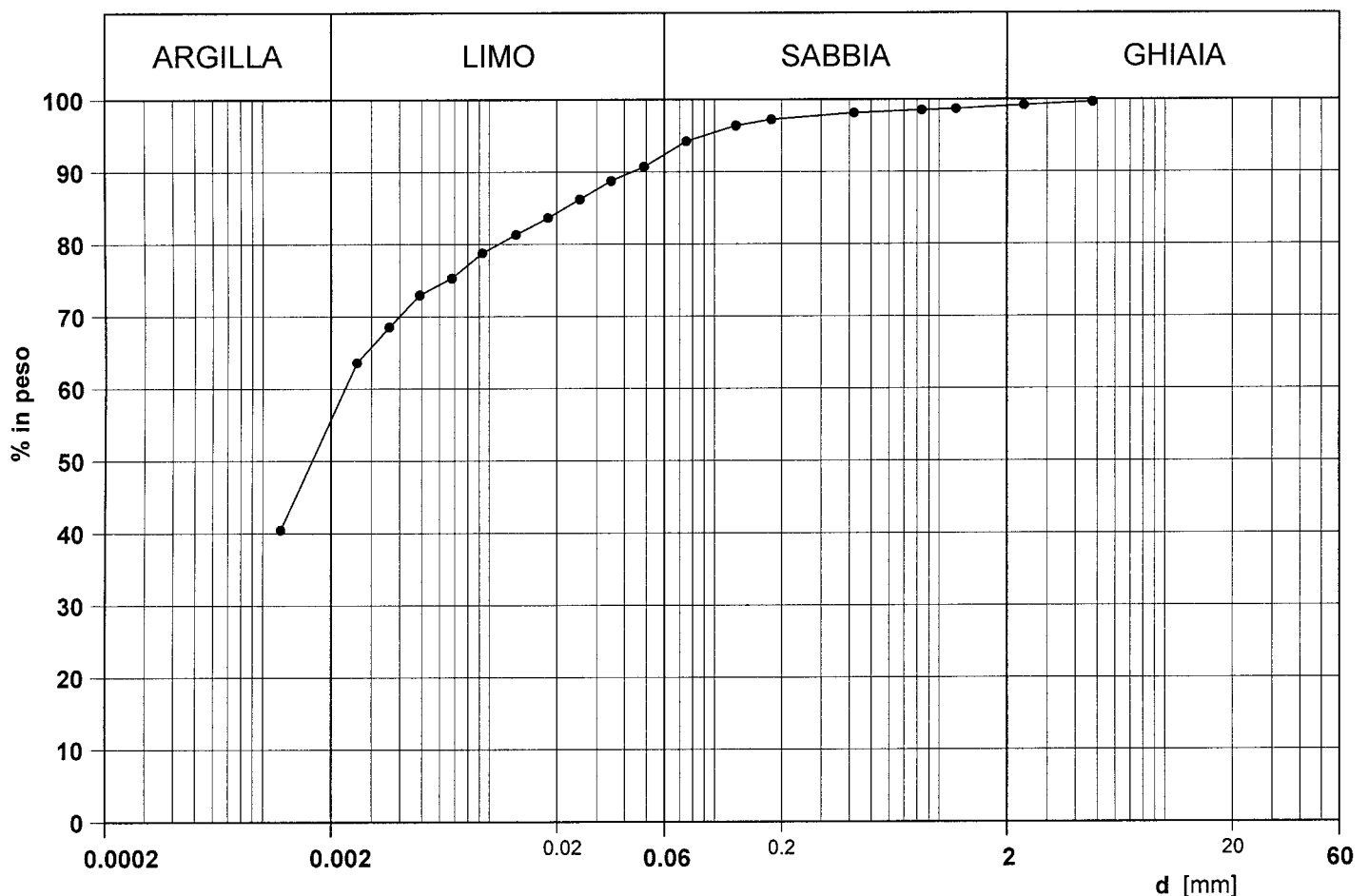
Sondaggio LSG2.2 Campione

Profondità da m 0.30 a m

Data inizio prova 17/3/2006

Data fine prova 7/4/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Argilla con limo deb. sabbiosa

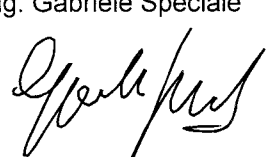
$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 54$$

Note



Lo Sperimentatore  
Salvatore Febo

Il Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale



Verbale di accettazione 08/2006

Certificato n° -

Richiedente S.I.A. - Studio Ingegneri Associati

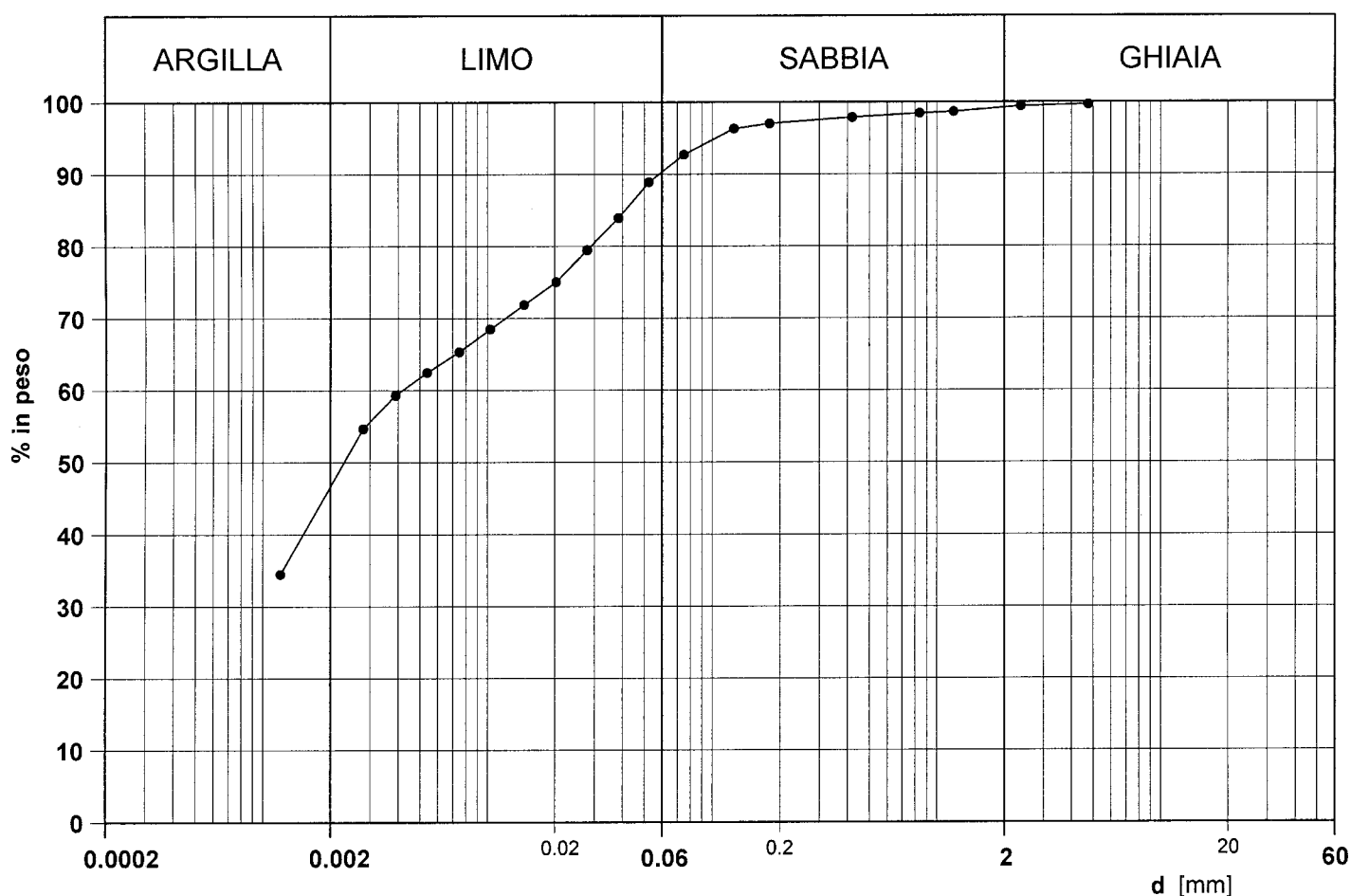
Lavoro Indagini Piano del Leone

Sondaggio LSG2.3 Campione

Profondità da m 0.30 a m

Data inizio prova 17/3/2006

Data fine prova 24/3/2006

**ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)**

Composizione granulometrica Argilla con limo deb. sabbiosa

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \quad \quad \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 47$$

Note

 Lo Sperimentatore  
 Salvatore Febo

 Il Direttore del laboratorio  
 Ing. Gabriele Speciale



**A2/a4 – Valutazione Potenzialità Agronomica**

**Valutazione della potenzialità agronomica del materiale di sedimentazione**

**1.0 – RIFERIMENTI**

La presente valutazione fa riferimento a tutto quanto esposto nella Relazione Tecnica e in particolare alle caratteristiche fisiche e chimiche del materiale in esame, come indicato nella citata Relazione e qui riportata per comodità nei successivi prospetti.

- **Composizione granulometrica**

Campione	Componenti granulometrici in %			
	argilla	limo	sabbia	ghiaia
LSG1.1	53	46	1	/
LSG1.2	51	29	10	10
LSG2.1	58	35	6	1
LSG2.2	56	36	7	1
LSG2.3	48	42	9	1
media	53	38	7	2

- **Parametri relativi agli inquinanti**

Sostanze	Unità di misura	Valori massimi determinanti	Valori limiti accettabili (*)
Antimonio	mg/kg		10
Arsenico	mg/kg		20
Berillo	mg/kg		2
Cadmio	mg/kg		2
cianuri Liberi	mg/kg		1
Cobalto	mg/kg		20
Cromo esavalente	mg/kg		2
Cromo totale	mg/kg		150
Fluoruri	mg/kg		100
Mercurio	mg/kg		1
Nichel	mg/kg		120
Piombo	mg/kg		100
Rame	mg/kg		120
Selenio	mg/kg		3
Stagno	mg/kg		1
Tallio	mg/kg		1
Vanadio	mg/kg		90
Zinco	mg/kg		150
a-esacloroesano	mg/kg		0.01
Alactor	mg/kg	< 0.001	0.01
Aldrin	mg/kg	< 0.001	0.01
Atrazina	mg/kg	< 0.001	0.01
b-esacloroesano	mg/kg	< 0.001	0.01
Clordano	mg/kg	< 0.001	0.01
DDD.DDT.DDE	mg/kg	< 0.001	0.01
Dicldrin	mg/kg	< 0.001	0.01
Endrin	mg/kg	< 0.001	0.01
g-esacloroesano (lindano)	mg/kg	< 0.001	0.01
Idrocarburi Pesanti > 12	mg/kg	< 0.001	0.50
PCB	mg/kg		0.001
Da: DM 25 ottobre 1999 n°471 – Allegato 1 – Tabella 1 con valori limite (*) validi per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (mg/kg espressi come ss)			

- **Parametri per classifica pedoagronomica**

Parametri	Unità di misura	Campioni		Media
		LSC1.1	LSC1.2	
<b>pH</b>				
pH (in kC3)		7.71	7.94	7.83
pH (metodo VII.3)		7.65	7.61	7.63
<b>Calcare</b>				
totale	%	37	42	39.50
attivo	%	16	17	16.50
<b>Cationi scambiabili</b>				
Ca	meq/100	63	57	60
Mg	meq/100	8.7	16	12.35
K	meq/100	6.4	5.6	6.0
Na	meq/100	3.6	7.9	5.75
Capacità Scambio Cationico C.S.C.	meq/100	16	8	12
Grado Saturaz. (GSB)	%	52	85	68.50
<b>Sostanza Organica</b>				
S.O.	%	2.16	2.58	2.37
Carbonio	%	1.25	1.50	1.38
rapporto C/N		8.75	8.22	8.49
<b>Macroelementi</b>				
N	g/kg	1.40	1.80	1.60
PO (fosforo assimilabile)	mg/kg	20	20	20
<b>Microelementi</b>				
Fe	mg/kg	0.60	3.45	2.03
Conducibilità elettrica	µs/cm	286	262	274
Cloruri (Na Cl)	g/kg	0.13	0.12	0.125

## **2.0 – ESAME DEI DATI DISPONIBILI**

Con riferimento ai prospetti riesaminativi dei dati acquisiti con le prove geotecniche e le analisi acquisiti con le prove geotecniche e le analisi chimiche, sono stati esaminati i seguenti fattori.

+ **Granulometria**

Per quanto riguarda la tessitura, che è la distribuzione per classi granulometriche delle particelle elementari, il materiale allo studio può essere definito, come già precedentemente indicato: argilla con limo debolmente sabbioso.

In questo caso la potenzialità agronomica è in stretta correlazione con la dotazione di calcare e di sostanza organica.

+ **Concentrazione idrogenionica PH**

Normalmente il PH dei suoli varia da 4.0 a 8.50; nel caso in esame sono stati determinati valori compresi nell'intervallo 7.70÷8.00, con media pari a 7.83; pertanto il materiale allo studio come : mediamente alcalino.

Rilevanti sono gli effetti del pH su alcune attività biologiche dei suolo. La reazione acida riduce o inibisce numerose attività batteriche, per cui risultano sensibilmente ridotti i processi di azotofissazione, di nitrosazione e di nitrificazione, e favorisce lo sviluppo e le attività dei funghi

Non meno importanti sono gli effetti del pH sulle caratteristiche chimico-fisiche del suolo: la dispersione dei costituenti la frazione argillosa, la distruzione degli aggregati del suolo, la riduzione della permeabilità all'acqua, la contrazione del volume per essiccamento

risultano influenzati dal grado di reazione. In tal senso le condizioni ottimali si accertano nei suoli debolmente acidi o neutri.

Pertanto la concentrazione idrogenionica (PH) del materiale in esame può essere considerata non ottimale, ma pienamente adeguata per uso agrario.

+ **Contenuto di calcare**

La conoscenza del contenuto di carbonati totali del suolo, definito per convenzione "calcare totale", è utile per la corretta interpretazione del pH, per valutare l'incidenza del calcare nel volume del suolo, e quindi la proporzione della frazione più direttamente interessata alla nutrizione vegetale, e per il calcolo dei fabbisogni idrici.

Il "calcare attivo" definisce la quantità di calcare che reagisce, in condizioni standardizzate, con una soluzione di ossalato ammonico e rappresenta l'aliquota del calcare dotata di maggiore reattività, in relazione alla dimensione dei cristalli ed alla loro struttura.

La valutazione agronomica può essere definita in base alle seguenti classifiche.

<b><u>Valutazione calcare totale [g/kg]</u></b>		
inferiore a 25	=	poveri
tra 25 e 100	=	mediamente dotati
tra 100 e 150	=	ben dotati
tra 150 e 250	=	ricchi
superiore a 250	=	eccessivamente dotati

<b><u>Valutazione calcare attivo [g/kg]</u></b>		
inferiore a 50	=	basso
tra 50 e 150	=	medio
superiore a 150	=	elevato

Pertanto, in base ai valori medi ottenuti nelle analisi, il materiale in esame può essere classificato come segue.

Calcare	Valore medio rilevato (espresso in g/kg)	Valutazione
totale	395	eccessivamente dotati
attivo	165	elevato

+ **Cationi scambiabili e C.S.C.**

La conoscenza della capacità di scambio cationico (C.S.C.) è di notevole importanza per tutti i suoli: essa infatti fornisce un'indicazione sulla fertilità potenziale e sulla natura dei minerali argillosi. L'assorbimento per scambio ionico rappresenta infatti il meccanismo più importante di trattenimento degli ioni e coinvolge quasi esclusivamente i cationi tra cui quelli utili alla nutrizione vegetale ovvero calcio ( $\text{Ca}_{2+}$ ), magnesio ( $\text{Mg}_{2+}$ ), potassio ( $\text{K}^+$ ) e sodio ( $\text{Na}^+$ ) che, fissati solo temporaneamente sui minerali argillosi e le sostanze umiche, sono facilmente sostituiti da altri cationi al mutare della composizione ionica della soluzione del suolo. La C.S.C., da un punto di vista agronomico, può essere considerata come un magazzino in cui sono "riposti" i cationi di scambio (calcio, magnesio, sodio, potassio) in una forma prontamente utilizzabile dalle colture.

Essa è correlata al contenuto di argilla e di sostanza organica. Nei suoli coltivati oscilla da un minimo di 5 ad un massimo di 50 meq/100 g di suolo.

La C.S.C. può essere valutata secondo la seguente classifica:

<b><u>Valutazione C.S.C. [meq/100 di suolo]</u></b>		
inferiore a 5	=	molto bassa
tra 5 e 10	=	bassa
tra 10 e 20	=	media
superiore a 20	=	alta

Il valori rilevati nelle analisi variano nell'intervallo  $8\div 16$ ; pertanto la C.S.C. del materiale può essere considerata: medio alta

+ **Sostanza organica**

La sostanza organica (S.O.) nel suolo è costituita principalmente da cellule di microrganismi, residui animali e vegetali a diverso stadio di trasformazione e sostanze umiche di diversa età e composizione.

La sostanza organica esplica una serie di azioni chimico-fisiche positive che influenzano numerose proprietà nel suolo. Essa per altro svolge un ruolo positivo nella formazione e conservazione della struttura del suolo, rendendo ottimali i rapporti tra fasi solida, liquida e gassosa.

I valori rilevati, espressi in g/kg, variano nell'intervallo  $21.6\div 25.8$ , indicando che la dotazione di S.O. può considerarsi: molto buona

+ **Rapporto C/N**

Questo elemento è dato dal rapporto in peso tra la quantità di carbonio organico (C) e la quantità di azoto totale (N) presenti in un suolo o nel materiale organico. Tale rapporto qualifica il tipo di humus presente nel terreno. Nei terreni ricchi di sostanza organica ben umificata, tale rapporto è compreso tra 8 e 12 mentre sale oltre 15 nei terreni biologicamente meno attivi e con mineralizzazione più lenta.

Il rilascio di azoto dai residui colturali è legato al rapporto C/N. Se il rapporto è inferiore a 20 una certa quantità di azoto che viene liberato dai residui è ceduto al terreno (mineralizzazione dell'azoto). Se il rapporto è compreso tra 20 e  $30\div 35$



l'azoto presente nei residui viene totalmente utilizzato nel processo di umificazione ed in genere non si ha né rilascio né immobilizzazione.

Se il rapporto è superiore a  $30 \div 35$  non si ha un rilascio, ma al contrario i microrganismi utilizzano l'azoto inorganico presente nel terreno (immobilizzazione dell'azoto).

Nel caso in esame il rapporto risulta compreso nell'intervallo  $8.22 \div 8.75$ , indicando che la S.O. è ben umificata.

+ **Macroelementi**

L'analisi dei tre macroelementi (Azoto, Fosforo e Potassio) rappresenta, congiuntamente al valore relativo alla S.O. un elemento determinante per la valutazione agronomica dei suoli.

L'azoto nel suolo è presente in varie forme, due sole delle quali assimilabili dalle piante: quella nitrica, libera nella fase liquida e prontamente disponibile, e quella ammoniacale, più lentamente disponibile ed adsorbita sul complesso di scambio ed in equilibrio con una piccola parte presente in soluzione. Le riserve sono costituite dall'azoto organico e dall'azoto ammoniacale fissato.

L'azoto organico, che rappresenta la quasi totalità dell'azoto nel terreno (dal 95 al 99%), è potenzialmente mineralizzabile (essenzialmente per attività biochimiche) e quindi in grado di cedere naturalmente azoto alla vegetazione: di solito però la messa a disposizione per le colture è assai limitata.

Poiché il contenuto di azoto è, almeno in linea generale, in relazione con il contenuto di sostanza organica, la valutazione agronomica prende in considerazione i livelli di azoto e sostanza organica, secondo il sottostante prospetto.

Sostanza organica [g/kg]	Azoto totale [g/kg]	Valutazione agronomica
inferiore a 10	inferiore a 0.5	molto basso
tra 10 e 10	tra 0.5 e 1	basso
tra 20 e 30	tra 1 e 1.5	mediamente fornito
superiore a 30	superiore a 1.5	ben fornito

Nel caso in esame si sono rilevati i seguenti valori medi:

S.O. = 23.70 g/kg

Azoto totale = 1.60 g/kg

Pertanto il tenore in azoto può essere classificato come: mediamente fornito o ben fornito.

La valutazione della frazione del fosforo assimilabile risulta essere molto delicata e pertanto l'analisi ha lo scopo di valutare il comportamento del suolo nei confronti dell'asporto o dell'aggiunta di fosforo, piuttosto che fornire indicazioni dirette sullo stato di fertilità fosfatica.

Bisogna considerare inoltre che la maggior parte delle colture rispondono alla fertilizzazione fosfatica, mentre una dotazione superiore è da considerarsi normale ed in grado di assicurare il pieno sviluppo di gran parte delle colture.

La valutazione pedoagronomica del fosforo può essere fatta in base al seguente prospetto.

<b><u>Valutazione P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> [mg/kg]</u></b>		
inferiore a 34	=	molto basso
tra 34 e 69	=	basso
tra 69 e 103	=	medio
tra 103 e 160	=	alto
superiore a 160	=	molto alto

Nel caso in esame i valori rilevati sono risultati compresi nell'intervallo pari a 20 mg/kg e quindi il tenore del fosfato può essere classificato: molto basso

+ **Microelementi**

I valori riscontrati per i microelementi, costituiti da: rame (Cu), zinco (Zn), ferro (Fe) e manganese (Mn), sono da considerare: ben adeguati

- **Valutazione agronomica complessiva**

Il complesso dei risultati delle analisi chimiche mostrano la buona predisposizione del materiale sedimentario alle normali tecniche agricole.

Nell'insieme la potenzialità agronomica del materiale esaminato risulta essere mediamente discreta, con possibilità di reimpiego sia per ammendamento di terreni particolarmente deficitari, sia direttamente per colture di tipo seminativo, arborato o boschivo.

Un quadro sintetico della valutazione agronomica è riportato nel prospetto sottostante.

<b>Analisi</b>	<b>Valutazione</b>
Granulometria	argillo-limoso
pH	mediamente alcalino
Calcare totale	eccessivamente dotato
Calcare attivo	elevato
Capacità scambio cationico C.S.C.	medio-alta
Grado saturaz. basi (GSB)	medio-alta
Sostanza organica (S.O.)	molto buona
Rapporto C/N	S.O. ben umificata
Azoto	bene o mediamente fornito
Fosforo assimilabile	molto basso
Microelementi	ben adeguati

Considerando anche le risultanze delle prove sugli inquinanti già precedentemente presentate e commentate si può dire che non si sono rilevate concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti accettabili, secondo la normativa vigente.

Considerato tutto quanto precedentemente esposto, si ritiene che il materiale sedimentato nell'invaso possa essere considerato pienamente utilizzabile a scopi agricoli e privo di sostanze inquinanti.