

## PROGETTO ESECUTIVO

### OPERE DI CONTENIMENTO DEI LIVELLI DI PIENA IN SPONDA SINISTRA DEL FIUME ADDA IN COMUNE DI LODI (LO)

#### II FASE DI INTERVENTO FUNZIONALE

CIG - 82254808D2  
CUP - B13H19000480002

DICEMBRE 2022

**Studio HYDRA s.r.l.**

Via Fermi 20 - 20057 ASSAGO (MI)  
tel: (02) 23185801 - e-mail: studiohydrasrl@studiohydra.it

I PROGETTISTI:

Dott. Ing. SILVIO ROSSETTI  
Dott. Ing. ALESSANDRA BERTOGLIO

REDAZIONE		Aspetti strutturali:	Aspetti ambientali e catastali:
VERIFICA		 <b>STUDIO MALERBA</b> STUDIO DI INGEGNERIA viale Abruzzi, 17 - 20131 MILANO - tel: (02) 29526561 fax: (02) 29526561 - e-mail: mail@studiomalerba.net	 <small>Sede operativa: via A. Diaz, 22 - 26845 Codogno (LO) tel: (+39) 0377.433021 fax (+39) 0377.402035 www.geolambda.eu - pec: geolambda@geolambda.viapec.it e-mail: laura.pezzoni@geolambda.it</small>
APPROVAZIONE		Prof. Ing. PIER GIORGIO MALERBA	Dott. Ing. LAURA PEZZONI

REVISIONI	N.	DESCRIZIONE	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
	1					
	2					
	3					

TITOLO:

**RELAZIONE SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE SULLA SPALLA  
SINISTRA DEL PONTE STORICO**  
(da PD dicembre 2021 - a cura di VICENZETTO Srl)

ELABORATO:

FASE

PE

TIPO

RIG

COMMESSA

250-06

NUMERO

A.02.03

REV

00

**OPERE DI CONTENIMENTO DEI LIVELLI IN  
SPONDA SINISTRA DEL FIUME ADDA  
COMUNE DI LODI**

---

**ESECUZIONE CAMPAGNA DI  
INDAGINI GEOGNOSTICHE  
(II FASE DI INTERVENTO FUNZIONALE)**

**COMMITTENTE:** *Agenzia Interregionale per il fiume Po*  
*Ufficio operativo di Cremona*  
*Via Carnevali n.7,*  
*26100, Cremona*

## INDICE

<b>ALLEGATI:</b>	<b>2</b>
<b>1. GENERALITÀ</b>	<b>3</b>
1.1. INTRODUZIONE	3
1.2. ELABORATI	6
<b>2. SONDAGGI GEOGNOSTICI</b>	<b>7</b>
2.1. GENERALITÀ	7
2.1. COMPLETAMENTO FORI	8
<b>3. CAMPIONAMENTO</b>	<b>9</b>
3.1. CAMPIONI RIMANEGGIATI	9
<b>4. PROVE GEOTECNICHE IN FORO</b>	<b>11</b>
4.1. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE S.P.T. (STANDARD PENETRATION TEST)	11
4.1.1. GENERALITÀ, MODALITÀ ESECUTIVE E RISULTATI	11
4.1.2. PARAMETRI GEOTECNICI DESUNTI DALLE PROVE SPT	14
<b>5. PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO</b>	<b>17</b>
<b>6. ATTIVITÀ DI CAMPIONAMENTO AMBIENTALE</b>	<b>18</b>
6.1. GENERALITÀ	18
6.2. PROGRAMMA ANALITICO	19
<b>7. INDAGINE GEOFISICA</b>	<b>20</b>
7.1. INTRODUZIONE	20
7.2. METODO MASW	20
7.2.1. METODOLOGIA DI INDAGINE	20
7.2.2. STRUMENTAZIONE	23
7.2.3. ELABORAZIONE	24
7.2.4. RISULTATI	26

## **ALLEGATI:**

**ALLEGATO N.1** – STRATIGRAFIE SONDAGGI

**ALLEGATO N.2** – RELAZIONE FOTOGRAFICA

**ALLEGATO N.3** – CERTIFICATI PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

**ALLEGATO N.4** – CERTIFICATI ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO



## **1. GENERALITÀ**

### **1.1. INTRODUZIONE**

La presente relazione si riferisce alla campagna di indagini geognostiche eseguite a supporto del progetto esecutivo relativo al progetto di “Opere di contenimento dei livelli in sponda sinistra del fiume Adda in Comune di Lodi (II FASE DI INTERVENTO FUNZIONALE)”.

Per la caratterizzazione geologico-geotecnica e geofisica del sottosuolo sono state svolte le seguenti indagini:

- n.3 sondaggi verticali, eseguiti a carotaggio continuo, spinti sino a profondità di -35.00 m da p.c;
- n.24 prove penetrometriche dinamiche in foro tipo SPT;
- prelievo di n.24 campioni di terreno rimaneggiato di tipo geotecnico, da sottoporre a prove di caratterizzazione fisica e meccanica di laboratorio;
- prove geotecniche di laboratorio sui campioni prelevati;

Per la caratterizzazione geofisica del sottosuolo sono state eseguite le seguenti indagini:

- n.1 prova sismica con metodo MASW.

Rilievi ed indagini sul terreno, unitamente ad informazioni di carattere bibliografico acquisite, dedotte dalla consultazione della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000, hanno permesso di chiarire la situazione geologica di superficie, di definire i caratteri geomorfologici dei settori oggetto di intervento e di programmare le modalità operative delle indagini di cui sopra.

Nelle tabelle successive sono sinteticamente riassunte le caratteristiche delle indagini eseguite.

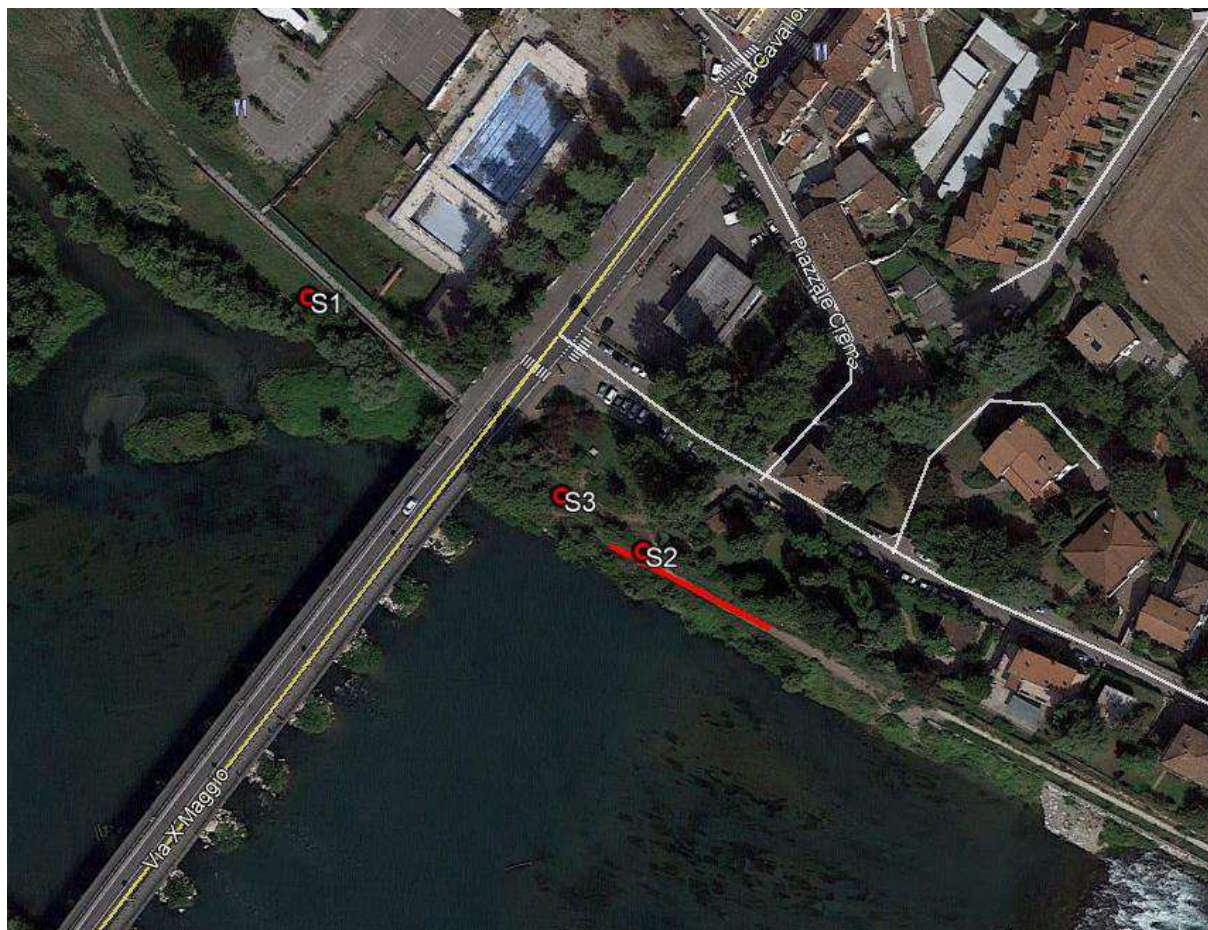
SONDAGGI GEOGNOSTICI					
Sigla	Profondità (m da p.c.)	Metodo di perforazione	n. prove SPT	n. prove Lefranc	n. campioni indisturbati
S1	35.00	Carotaggio continuo	8	0	0
S2	35.00	Carotaggio continuo	8	0	0
S3	35.00	Carotaggio continuo	8	0	0

*-Sintesi sondaggi geognostici eseguiti-*

INDAGINI GEOFISICHE		
Sigla	Località	Lunghezza stendimento (m)
MASW01	Lodi Sponda sinistra fiume Adda	46.00

*-Sintesi indagini geofisiche di tipo Masw-*

Nella figura seguente è riportata la planimetria di insieme del' area in esame con l'ubicazione dei punti di indagine.



*-Planimetria di ubicazione indagini (da Google Earth)-*

La relazione è redatta in conformità con quanto prescritto dalle norme del Decreto del Ministero LL. PP. 11-03-88 e successive integrazioni.

Nei capitoli successivi sono sinteticamente descritte le lavorazioni eseguite nell'ambito della campagna di indagini effettuata.

## 1.2. **ELABORATI**

Tutti i dati raccolti ed analizzati sono stati utilizzati per la stesura della presente relazione, corredata dai seguenti elaborati:

ALLEGATO N.1 - Stratigrafie sondaggi

ALLEGATO N.2 - Relazione fotografica

ALLEGATO N.3 - Certificati prove geotecniche di laboratorio

ALLEGATO N.4 - Certificati analisi chimiche di laboratorio

## 2. SONDAGGI GEOGNOSTICI

### 2.1. GENERALITÀ

Le perforazioni sono state eseguite con sonda a rotazione modello PX850, montata su autocarro Mercedes Unimog U500, secondo quanto prescritto nelle raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geognostiche (AGI, 1977).

La rotazione è fornita da mandrino montato nella parte superiore dell'antenna, il tiro e la spinta sono assicurati da un motore oleodinamico con trasmissione a catena; la morsa è di tipo doppio con sistema di controllo oleodinamico. Il controllo della verticalità è assicurato tramite quattro stabilizzatori a pistone, con controllo tramite livella a bolla posta nella parte posteriore.

Gli utensili utilizzati per l'avanzamento delle perforazione e per il prelievo di campioni indisturbati sono:

- Aste di perforazione con filettatura tronco conica APIR 2" 3/8  $\varnothing_{EST}=76$  mm,  $L=1.50\div 3.00$  m;
- Tubi di rivestimento  $\varnothing_{EST}=127$  mm,  $L=1.50$  m;
- Carotiere "semplice" con valvola in testa a sfera a calice  $\varnothing_{EST}=101$  mm,  $L=1.50\div 3.00$  m;
- Pompa centrifuga con pressione di iniezione massima pari a 40 bar a e portata massima pari a 200 l/min;
- Corone in widia;

Le perforazioni sono state eseguite completamente a secco, il fluido di circolazione, costituito da acqua, è stato utilizzato unicamente per le fasi di posa delle tubazioni di rivestimento provvisorio.

Il materiale prelevato durante le perforazioni è stato depositato, in modo continuo ed ordinato, in apposite cassette catalogatrici in PVC (capacità 5.00 m), ognuna siglata temporaneamente con l'identificativo del sondaggio, l'intervallo di profondità, la profondità di prelievo dei campioni, la profondità di esecuzione delle prove geotecniche in situ, il committente e la data di perforazione.

Le cassette catalogatrici, una volta riempite, sono state fotografate e descritte da geologo abilitato.

Le stratigrafie dei sondaggi eseguiti e la relativa documentazione fotografica sono allegate alla presente, di cui costituiscono parte integrante (ALLEGATO N.1 e ALLEGATO N.2).

#### 2.1. **COMPLETAMENTO FORI**

Al termine delle operazioni di perforazione i fori eseguiti sono stati completati come specificato in seguito:

- Ritombamento con materiale di risulta additivato con miscela ternaria acqua-cemento in rapporto 1:1:

### **3. CAMPIONAMENTO**

Durante la campagna di indagini sono stati prelevati campioni di terreno rimaneggiati, da sottoporre a prove di caratterizzazione fisica e meccanica di laboratorio.

Tutti i campioni prelevati sono stati contraddistinti in maniera univoca indicando, mediante marcatura indelebile sul contenitore, il cantiere, il nome del sondaggio/pozzetto, il nome del campione, la profondità di prelievo, la data di prelievo e l' "alto stratigrafico" (solo nel caso di campioni indisturbati).

Per l'indicizzazione dei campioni, è stata usata la CRxx per i campioni rimaneggiati.

Nei paragrafi seguenti sono sinteticamente riportate le modalità di campionamento utilizzate.

#### **3.1. CAMPIONI RIMANEGGIATI**

Il prelievo dei campioni rimaneggiati è stato effettuato direttamente dalle cassette catalogatrici una volta riempita completamente e dopo averla fotografata; per ogni campione è stato prelevato un quantitativo di materiale tale da essere rappresentativo dell'intervallo di terreno da cui proviene.

Il materiale prelevato è stato posto in doppio sacchetto in plastica opportunamente sigillato con nastro adesivo, contrassegnato da etichette con l'identificativo del sondaggio e del campione, la profondità di prelievo, il committente e la data di campionamento.

Nella tabella successiva sono sinteticamente riassunti i campioni prelevati e la profondità di prelievo.

CAMPIONI RIMANEGGIATI			
Sondaggio	Profondità (m da p.c.)	Sigla campione	Profondità di prelievo (m da p.c.)
S1	35.00	CR1	2.00÷2.50
		CR2	6.00÷6.50
		CR3	10.00÷10.50
		CR4	16.00÷16.50
		CR5	20.00÷20.50
		CR6	25.00÷25.50
		CR7	30.00÷30.50
		CR8	33.00÷33.50
S2	35.00	CR1	5.00÷5.50
		CR2	9.00÷9.50
		CR3	14.00÷14.50
		CR4	20.00÷20.50
		CR5	23.50÷24.00
		CR6	28.00÷28.50
		CR7	31.00÷31.50
		CR8	34.00÷34.50
S2	35.00	CR1	8.50÷9.00
		CR2	14.00÷14.50
		CR3	16.50÷17.00
		CR4	20.00÷20.50
		CR5	24.00÷24.50
		CR6	28.00÷28.50
		CR7	31.00÷31.50
		CR8	34.00÷34.50

*-Sintesi campioni rimaneggiati di tipo geotecnico prelevati-*



## 4. PROVE GEOTECNICHE IN FORO

Nei paragrafi seguenti vengono sinteticamente descritte le modalità esecutive delle prove realizzate in foro durante la campagna di indagini.

Nel report stratigrafico (ALLEGATO N.1), sono riportate tutte le informazioni relative ai risultati delle prove effettuate.

### 4.1. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE S.P.T. (STANDARD PENETRATION TEST)

#### 4.1.1. Generalità, modalità esecutive e risultati

Le prove penetrometriche dinamiche tipo SPT sono state eseguite in foro in avanzamento alle profondità indicate dalla Committenza, secondo le modalità esecutive proposte dall'A.G.I. e in accordo con le modalità contenute nella norma ASTM D1586/D1586M e nella norma UNI EN ISO 22476-3:2012.

La prova consiste nell'infissione a percussione nel terreno, secondo una procedura standard, di un campionatore a fondo foro per tre tratti di lunghezza pari a 150 mm; durante la prova viene registrato il numero di colpi necessario all'attraversamento dei tre tratti di lunghezza pari a 150 mm ( $N_1$ ,  $N_2$  e  $N_3$ ).

L'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione della prova è la seguente:

- Dispositivo di battitura con maglio a sganciamento automatico del tipo Plicon-Nenzi (63.50 kg), con caduta libera da  $H=75$  cm e testa di battuta in acciaio;
- Aste di collegamento fra testa di battuta e campionatore Raymond  $L=3.00$  m,  $\varnothing=50$  mm, giunte a nipplo m/m;
- Campionatore Raymond a punta chiusa e/o aperta;

Il numero di colpi  $N_{SPT}$  è la somma dei valori relativi agli ultimi due tratti di prova (30 cm) e consente la definizione, con buon grado di precisione, dei principali parametri meccanici del terreno; i valori riferiti ai primi 15 cm, generalmente non vengono considerati in quanto rappresentativi di un terreno disturbato dalla perforazione.

Quando il numero di colpi necessari al superamento del primo tratto da 15 cm superi 50 o nel caso che il numero di colpi necessario al superamento del secondo e del terzo tratto da 15 cm superi 100, la prova è considerata a rifiuto, e si annota la profondità di

infissione del campionatore relativo a 50 colpi (nei primi 15 cm) o a 100 colpi (nel secondo e terzo livello).

Per i terreni nel quale si è registrato il rifiuto della prova non esistono in letteratura correlazioni con l'angolo di attrito e/o con la coesione. Indicativamente è possibile individuare un valore di massima ponendo  $N_{SPT} = 50$

Nel sondaggio oggetto del presente documento, le prove S.P.T. sono state effettuate, in accordo con la committenza, con campionatore Raymond a punta aperta e a punta chiusa, in funzione delle caratteristiche granulometriche del materiale attraversato.

Preventivamente all'esecuzione di ogni prova è stata verificata la profondità effettivamente raggiunta dalla perforazione mediante scandaglio graduato; nel caso di problemi di instabilità delle pareti del foro, la tubazione di rivestimento è stata inserita in modo da mantenere la colonna metallica a circa 50 cm al di sopra del tratto di prova, e tale da arrecare il minor disturbo al terreno naturale.

Nella tabella successiva sono sinteticamente riportati i valori misurati durante l'esecuzione delle prove S.P.T..

PROVE SPT					
SIGLA SONDAGGIO	SIGLA PROVA SPT	PROFONDITA' DI PROVA (m da p.c.)	CAMPIONAT. UTILIZZATO	NUMERO DI COLPI (N <sub>1</sub> -N <sub>2</sub> -N <sub>3</sub> )	N <sub>SPT</sub>
S1	SPT 1	4.50÷4.95	Punta chiusa	17-15-16	31
	SPT 2	9.00÷9.45	Punta chiusa	12-11-15	26
	SPT 3	13.50÷13.95	Punta chiusa	10-15-20	35
	SPT 4	18.00÷18.45	Punta chiusa	23-26-28	54
	SPT 5	22.50÷22.95	Punta chiusa	25-22-31	53
	SPT 6	27.00÷27.45	Punta chiusa	27-24-29	53
	SPT 7	31.50÷31.95	Punta chiusa	19-23-30	53
	SPT 8	35.00÷35.45	Punta chiusa	32-34-31	65
S2	SPT 1	4.50÷4.95	Punta chiusa	15-17-13	30
	SPT 2	9.00÷9.45	Punta chiusa	8-8-16	24
	SPT 3	13.50÷13.95	Punta chiusa	9-17-21	38
	SPT 4	18.00÷18.45	Punta chiusa	20-22-25	47
	SPT 5	22.50÷22.95	Punta chiusa	19-21-26	47
	SPT 6	27.00÷27.45	Punta chiusa	24-23-20	43
	SPT 7	31.50÷31.95	Punta aperta	12-16-18	34
	SPT 8	35.00÷35.45	Punta chiusa	21-20-19	39
S3	SPT 1	3.00÷3.45	Punta aperta	6-5-6	11
	SPT 2	6.00÷6.45	Punta chiusa	5-9-15	24
	SPT 3	9.00÷9.45	Punta chiusa	8-11-19	30
	SPT 4	12.00÷12.45	Punta chiusa	17-18-18	36
	SPT 5	15.00÷15.45	Punta chiusa	12-14-17	31
	SPT 6	18.00÷18.45	Punta chiusa	22-23-25	48
	SPT 7	21.00÷21.45	Punta chiusa	21-24-27	51
	SPT 8	24.00÷24.45	Punta chiusa	19-22-26	48

*-Sintesi risultati prove SPT eseguite-*

In letteratura esistono diverse correlazioni fra i principali parametri geotecnici del terreno e il valore N<sub>SPT</sub>.

#### 4.1.2. Parametri geotecnici desunti dalle prove SPT

Nel presente paragrafo vengono riportati i principali parametri geotecnici dei terreni investigati mediante prove SPT ricavati dai valori corretti di  $N_{SPT}$  in funzione della geometria del foro e del carico litostatico ( $N_{(60)}$ ,  $N_{1(60)}$ ), attraverso le seguenti formulazioni:

- Densità relativa: determinata secondo le formulazioni proposte da Terzaghi & Peck (1967) e da Yoshida & Kokusho (1988);
- Angolo di attrito efficace: determinato utilizzando le correlazioni proposte da Peck, Hansaon & Thornburn (1974) e da Meyerhof (1956);
- Coesione non drenata: determinata utilizzando le correlazioni proposte da Terzaghi & Peck (1948) e da Sivrikay & Togol (2007);
- Modulo di deformazione drenato: determinato utilizzando le correlazioni proposte da Tornaghi et Al. e da Bowles (1987);
- Modulo di deformazione drenato al 25%: determinato utilizzando le correlazioni proposte da Jamiolkowsky (1988) e da Stroud (1989);
- Modulo di deformazione non drenato: determinato utilizzando le correlazioni proposte da Bowles (1987) e da Kulhawy & Mayne (1990).

Di seguito sono riportate le tabelle di sintesi dei risultati delle prove S.P.T. effettuate e i corrispondenti parametri geotecnici ricavati dalle stesse per elaborazione, utilizzando le correlazioni di cui sopra.

Si sottolinea che i valori ricavati dalle correlazioni descritte sopra non rappresentano i parametri caratteristici dei terreni investigati; sarà a cura del progettista l'eventuale reinterpretazione dei risultati delle prove SPT eseguite, nonché la definizione delle unità geotecniche e dei loro parametri caratteristici.

PARAMETRI GEOTECNICI DA PROVE SPT - SONDAGGIO S1																		
Prova SPT	Profondità di prova (m da p.c.)	N <sub>SPT</sub>	NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
			Dr (%)		φ (°)			E' (kg/cm <sup>2</sup> )		E <sub>25'</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )			c <sub>U</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )				E <sub>U</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	
			(1)	(2)	(1)	(2.1)	(2.2)	(1)	(2)	(1.1)	(1.2)	(2)	(1.1)	(2.1)	(2.2)	(2.3)	(1)	(2)
SPT 1	4.50÷4.95	31	72	72	36.1	34.8	39.9	366	234	210	721	210	1.72	1.66	1.32	1.83	99	137
SPT 2	9.00÷9.45	26	64	63	34.5	34.1	39.1	364	209	215	789	207	1.70	1.64	1.31	1.81	98	136
SPT 3	13.50÷13.95	35	69	70	35.5	35.4	40.4	422	255	283	992	278	2.28	2.21	1.76	2.43	125	163
SPT 4	18.00÷18.45	54	81	83	38.1	37.3	42.3	525	352	414	1304	430	3.52	3.40	2.71	3.76	184	211
SPT 5	22.50÷22.95	53	77	81	37.1	37.2	42.2	520	347	414	1362	422	3.46	3.34	2.66	3.69	180	209
SPT 6	27.00÷27.45	53	74	79	36.5	37.2	42.2	520	347	420	1417	422	3.46	3.34	2.66	3.69	180	209
SPT 7	31.50÷31.95	53	71	78	36.0	37.2	42.2	520	347	424	1462	422	3.46	3.34	2.66	3.69	180	209
SPT 8	35.00÷35.45	65	77	85	37.2	38.1	43.1	575	408	507	1661	517	4.24	4.10	3.27	4.52	217	236
Formulazioni utilizzate:																		
-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);																		
-φ: (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;																		
-E': (1) Tornaghi et Al; (2) Bowles (1987);																		
-E' <sub>25'</sub> : (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);																		
-c <sub>U</sub> : (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;																		
-E <sub>U</sub> : (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).																		

*-Sondaggio S1 - Sintesi parametri geotecnici desunti dalle prove SPT eseguite-*

PARAMETRI GEOTECNICI DA PROVE SPT - SONDAGGIO S2																		
Prova SPT	Profondità di prova (m da p.c.)	N <sub>SPT</sub>	NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
			Dr (%)		φ (°)			E' (kg/cm <sup>2</sup> )		E <sub>25'</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )			c <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )				E <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	
			(1)	(2)	(1)	(2.1)	(2.2)	(1)	(2)	(1.1)	(1.2)	(2)	(1.1)	(2.1)	(2.2)	(2.3)	(1)	(2)
SPT 1	4.50÷4.95	30	73	72	36.3	34.7	39.8	360	229	203	695	203	1.66	1.61	1.28	1.77	96	135
SPT 2	9.00÷9.45	24	63	62	34.2	33.7	38.8	350	199	200	743	191	1.57	1.51	1.21	1.67	92	130
SPT 3	13.50÷13.95	38	73	73	36.3	35.7	40.8	440	270	302	1025	302	2.48	2.39	1.91	2.64	135	171
SPT 4	18.00÷18.45	47	76	78	37.1	36.7	41.7	489	316	368	1211	374	3.07	2.96	2.36	3.27	162	194
SPT 5	22.50÷22.95	47	73	77	36.3	36.7	41.7	489	316	374	1271	374	3.07	2.96	2.36	3.27	162	194
SPT 6	27.00÷27.45	43	67	72	35.0	36.3	41.3	468	296	351	1252	342	2.81	2.71	2.16	2.99	150	184
SPT 7	31.50÷31.95	34	57	64	33.1	35.2	40.3	416	250	289	1102	270	2.22	2.14	1.71	2.36	122	160
SPT 8	35.00÷35.45	39	60	67	33.6	35.8	40.9	446	275	328	1229	310	2.55	2.46	1.96	2.71	138	174
<b>Formulazioni utilizzate:</b> -Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988); -φ: (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane; -E': (1) Tornaghi et Al; (2) Bowles (1987); -E' <sub>25'</sub> : (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989); -c <sub>u</sub> : (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità; -E <sub>u</sub> : (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).																		

*-Sondaggio S2 - Sintesi parametri geotecnici desunti dalle prove SPT eseguite-*

PARAMETRI GEOTECNICI DA PROVE SPT - SONDAGGIO S3																		
Prova SPT	Profondità di prova (m da p.c.)	N <sub>SPT</sub>	NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
			Dr (%)		φ (°)			E' (kg/cm <sup>2</sup> )		E <sub>25'</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )			c <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )				E <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	
			(1)	(2)	(1)	(2.1)	(2.2)	(1)	(2)	(1.1)	(1.2)	(2)	(1.1)	(2.1)	(2.2)	(2.3)	(1)	(2)
SPT 1	3.00÷3.45	11	47	47	30.9	30.3	35.5	218	133	83	339	74	0.61	0.59	0.47	0.65	47	74
SPT 2	6.00÷6.45	24	66	64	34.8	33.7	38.8	341	199	189	688	181	1.49	1.44	1.15	1.59	88	126
SPT 3	9.00÷9.45	30	70	68	35.7	34.7	39.8	391	229	243	859	239	1.96	1.89	1.51	2.09	110	149
SPT 4	12.00÷12.45	36	73	72	36.3	35.5	40.5	428	260	287	980	286	2.35	2.27	1.81	2.50	128	166
SPT 5	15.00÷15.45	31	64	66	34.5	34.8	39.9	397	234	256	928	247	2.02	1.95	1.56	2.16	113	151
SPT 6	18.00÷18.45	48	77	79	37.3	36.8	41.8	495	321	374	1224	382	3.13	3.02	2.41	3.34	165	197
SPT 7	21.00÷21.45	51	77	80	37.2	37.0	42.0	510	336	398	1304	406	3.33	3.21	2.56	3.55	174	204
SPT 8	24.00÷24.45	48	72	77	36.2	36.8	41.8	495	321	382	1302	382	3.13	3.02	2.41	3.34	165	197
Formulazioni utilizzate:																		
-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);																		
-φ: (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;																		
-E': (1) Tornaghi et Al; (2) Bowles (1987);																		
-E' <sub>25'</sub> : (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);																		
-c <sub>u</sub> : (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;																		
-E <sub>u</sub> : (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).																		

*-Sondaggio S3 - Sintesi parametri geotecnici desunti dalle prove SPT eseguite-*

## **5. PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO**

Secondo le indicazioni della Committenza, sui campioni prelevati sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

- Analisi granulometriche per setacciatura;

I certificati delle prove di laboratorio eseguite sono allegati alla presente di cui costituiscono parte integrante (ALLEGATO N.3).

## 6. ATTIVITÀ DI CAMPIONAMENTO AMBIENTALE

### 6.1. GENERALITÀ

Durante l'esecuzione dei sondaggi si è proceduto al prelievo di campioni rimaneggiati di terreno da sottoporre a specifiche analisi chimiche. In particolare sono stati prelevati n.3 campioni rimaneggiati di terreno (rispettivamente identificati con la sigla del sondaggio da cui sono stati prelevati e dalla sigla TQ seguita da un numero progressivo).

Nella tabella seguente vengono riassunte le profondità di prelievo dei campioni:

CAMPIONI AMBIENTALI					
Sigla sondaggio	Profondità sondaggio (m da p.c.)	Sigla campione	Profondità di prelievo (m da p.c.)	Caratteristiche materiale prelevato	Contenitore utilizzato
S1	10.00	TQ1	0.00÷1.00	Tal quale	Sacchetto in plastica
S2	10.00	TQ1	0.00÷3.00	Tal quale	Sacchetto in plastica
S3	10.00	TQ1	0.00÷1.00	Tal quale	Sacchetto in plastica

Al fine di ottenere un campione il più possibile rappresentativo delle condizioni naturali del terreno in sito, il materiale è stato prelevato dalla porzione più interna della carota per eliminare la disturbata dalla rotazione del carotiere.

Il campionamento è avvenuto mediante operazioni di omogeneizzazione e quartatura in sito del materiale presente in cassetta catalogatrice; Il prelievo di campioni è stato condotto con l'utilizzo di materiale monouso e paletta in materiale plastico sottoposta a lavaggio con acqua distillata dopo ogni operazione di campionamento. Ogni campione è stato conservato entro l'apposito contenitore in sacchetto in plastica, siglato in modo indelebile con l'identificativo del sito di indagine, il committente, la sigla di progetto, il codice identificativo del sondaggio, la profondità di prelievo, e la data di prelievo.

Tutti i campioni confezionati sono stati consegnati in breve tempo, previa conservazione in appositi contenitori rigidi refrigerati, al laboratorio incaricato sotto Catena di Custodia.



## 6.2. **PROGRAMMA ANALITICO**

Complessivamente sono stati prelevati n. 3 campioni in singola aliquota.

Il programma analitico eseguito sui campioni di terreno è il seguente:

- Test di cessione secondo DM 5/2/1998 e s.m.i.

Le analisi chimiche sui terreni sono state svolte presso il laboratorio CSA srl di Rimini (accreditato ACCREDIA n.0181 secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025).

## **7. INDAGINE GEOFISICA**

### **7.1. INTRODUZIONE**

In data 09.11.2020, lungo la sponda sinistra del fiume Adda, Comune di Lodi (LO), è stata svolta una campagna sismica, con metodo MASW. L'indagine ha l'obiettivo di valutare la frequenza propria di sito e di determinare la velocità ponderata delle onde sismiche di taglio nei primi 30 metri a partire dal piano delle fondazioni ( $V_{s,EQ}$ ), in riferimento alla classificazione sismica del territorio (O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03, O.P.C.M. n. 3316 del 02/10/03 e O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/06), alle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” (D.M. 14/01/08) e al successivo “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” (D.M. 17/01/18).

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

### **7.2. METODO MASW**

#### **7.2.1. Metodologia di indagine**

La MASW (Multichannel Analysis of Seismic Waves) è una metodologia di indagine geofisica che consente l'individuazione di frequenza, ampiezza, lunghezza d'onda e velocità di propagazione delle onde sismiche superficiali (principalmente onde di Rayleigh) generate artificialmente. L'analisi delle onde superficiali permette la determinazione delle velocità delle onde di taglio verticali ( $V_s$ ) nei terreni al di sotto dello stendimento sismico.

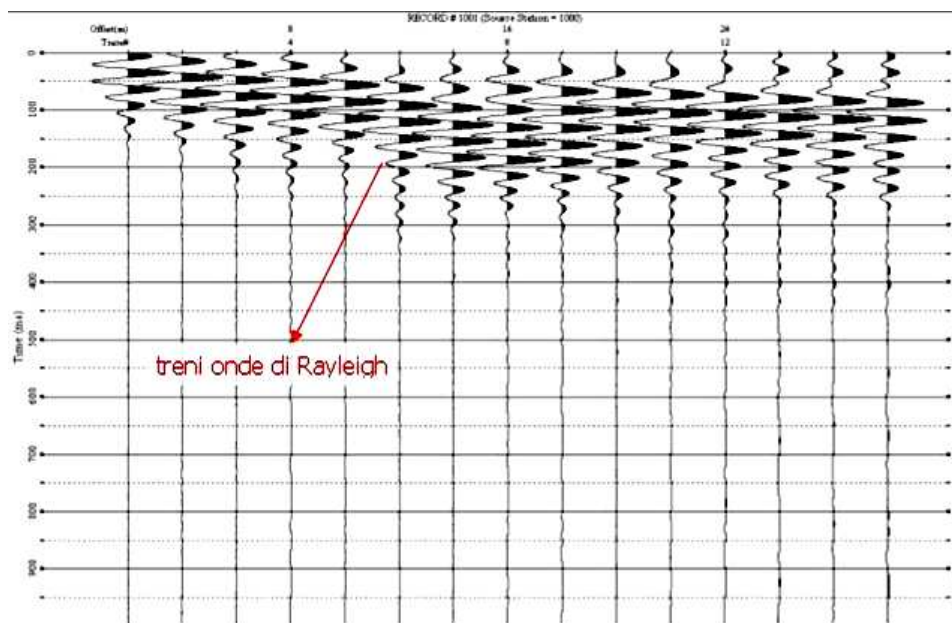
L'indagine è realizzata disponendo lungo una linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale mazza battente su piastra metallica o cannoncino sismico, produce treni d'onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo. Il risultato è una registrazione che contiene molteplici informazioni quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'istante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda.

La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellizzazione ed elaborazione matematica con algoritmi capaci di minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza. Il diagramma, riferibile al centro della linea sismica, rappresenta un valor medio della sezione di terreno interessata all'indagine di lunghezza circa corrispondente a quella della linea sismica e profondità variabile principalmente in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati e della geometria dello stendimento.

Il metodo MASW sfrutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare le equivalenti velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall'interazione delle onde di taglio verticali e delle onde di volume ( $V_p$ ).

Le onde di Rayleigh si propagano secondo fronti d'onda cilindrici, producendo un movimento ellittico delle particelle durante il transito. Con i metodi di energizzazione usuali i due terzi dell'energia prodotta viene trasportata dalle onde di Rayleigh a fronte di meno di un terzo suddiviso tra le rimanenti tipologie di onde. Inoltre le onde di Rayleigh sono meno sensibili delle onde P e S alla dispersione in funzione della distanza e con un'attenuazione geometrica inferiore.

Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d'onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi. In pratica il metodo MASW di tipo attivo opera in intervalli di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz circa, permettendo di indagare una profondità massima variabile, in funzione delle caratteristiche dei terreni interessati, tra 30 e 50 metri.



- Record -

La geometria della linea sismica ha influenza sui dati e quindi sul risultato finale, infatti la massima lunghezza d'onda acquisibile è circa corrispondente alla lunghezza dello stendimento; mentre la distanza tra i geofoni, solitamente compresa tra 1 e 3 metri, definisce la minima lunghezza d'onda individuabile evitando fenomeni di aliasing.

Nella campagna di indagine in oggetto è stata eseguita una stesa di 24 geofoni con spaziatura intergeofonica pari a 2.0 metri, per una lunghezza totale della linea sismica pari a 46 metri.

L'energizzazione è stata eseguita a 10, 5 e 2 m dal primo geofono; inoltre, allo scopo ridurre il rumore di fondo e migliorare la qualità complessiva dei record sismici, sono stati eseguiti più tiri in ogni stazione e, ove ritenuto utile, essi sono stati sommati (stacking).

Il sito di indagine è collocato lungo l'argine del fiume Po, in area parzialmente urbanizzata e priva di significative fonti di rumore antropico in grado di interferire in modo significativo con il segnale sismico; i modesti disturbi rilevati possono essere imputabili alla presenza del fiume a pochi metri di distanza dallo stendimento sismico.

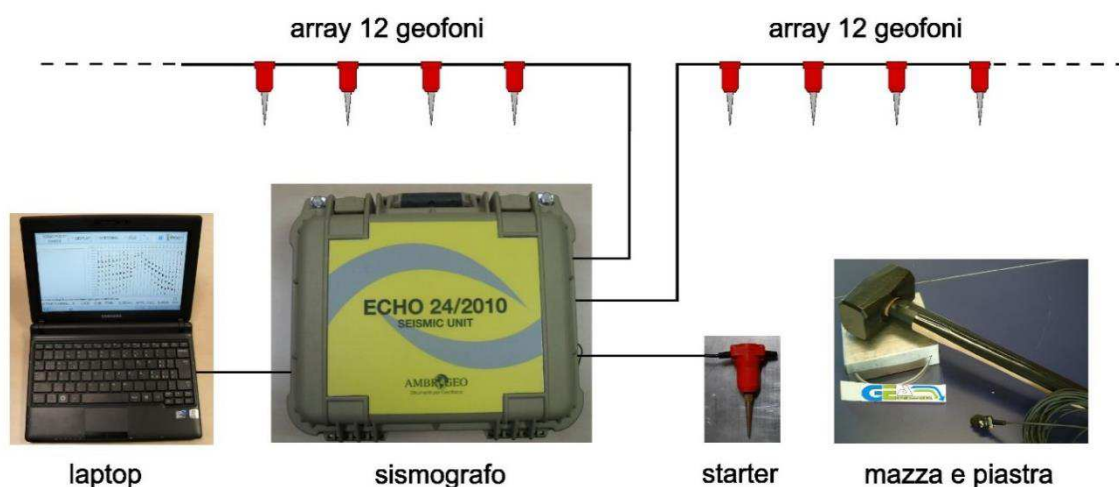
## 7.2.2. Strumentazione

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismografo multicanale "ECHO 24/2010", dotato di 24 geofoni verticali Oyo Geospace con frequenza propria di 4.5 Hz, collegati allo strumento tramite cavi elettrici schermati.

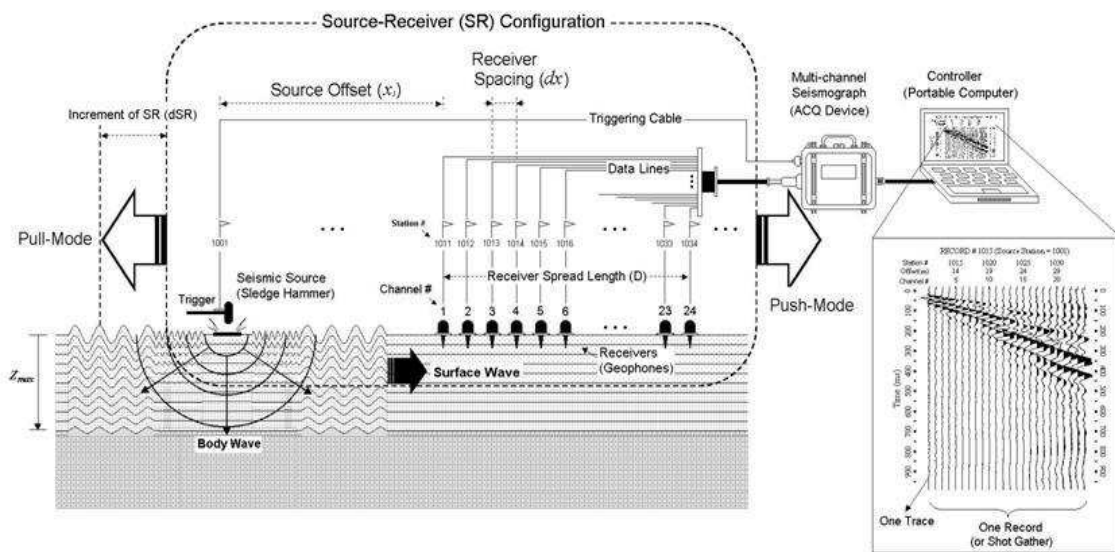
Lo strumento è in grado di acquisire simultaneamente su 24 canali e di rilevare l'istante di energizzazione (tempo zero) tramite geofono starter collegato al canale n. 25. La gestione del sismografo avviene tramite software proprietario installato su laptop, tramite il quale è possibile gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

- impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
- impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;
- selezione entità dell'amplificazione del segnale per ogni canale;
- impostazione filtraggi delle frequenze indesiderate;
- visualizzazione in tempo reale del segnale su tutti i geofoni attivi;
- visualizzazione del record con misura dei tempi di arrivo;
- esecuzione operazioni di somma di ulteriori records;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione.

Per l'energizzazione è utilizzata una mazza del peso di 8 kg ed una piastra di battuta di alluminio.



- "ECHO 24/2010" con due array da 12 geofoni -



- Schema esecuzione MASW -

### 7.2.3. Elaborazione

L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato (*Winmasw 4.3 – EliaSoft*) in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi, modellizzazione e restituzione finale.

La fase iniziale consiste nel filtraggio del segnale sismico per eliminare il “rumore” ed eventuali frequenze indesiderate. Il software permette di visualizzare il record sismico nel dominio spazio-tempo e visualizzando i grafici frequenza-ampiezza anche per le singole tracce. Sono disponibili varie modalità di gestione del segnale, le cui principali sono i filtri “passa basso”, “passa alto”, “passa banda”, “taglia banda”, il “muting” e l'ACG. Inoltre tramite le curve di attenuazione delle onde superficiale è possibile valutare con maggior precisione la qualità dei dati acquisiti.

La fase successiva consiste nel calcolo della curva di dispersione, visualizzata tramite diagramma frequenza-numero d'onda con appropriata scala cromatica dell'ampiezza.

Utilizzando la curva di dispersione si procede ad individuare la curva della velocità di fase apparente del modo fondamentale e, ove possibile, dei modi superiori.

La fase di inversione prevede una modellizzazione monodimensionale che consente di determinare un profilo di velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità. L'elaborazione avviene tramite l'applicazione di procedimenti calcolo e algoritmi genetici di inversione (global-search methods), che gestiscono all'interno di un “spazio di ricerca”, modelli caratterizzati da parametri velocità di taglio (Vs) e spessori degli

strati. Altri parametri previsti dal modello sono il coefficiente di Poisson e la velocità delle onde di volume ( $V_p$ ) che, assieme a spessore degli sismostrati e relative  $V_s$ , possono venire modificati anche manualmente. Tramite interazioni successive si ottiene un modello di inversione in grado di far coincidere con la migliore approssimazione possibile la curva di dispersione elaborata nella fase precedente e quella modellizzata. Viene inoltre restituita una stima dell'attendibilità (deviazione standard) del modello proposto ottenuta con tecniche statistiche.

Avendo a disposizione informazioni aggiuntive, quali ad esempio stratigrafie di sondaggio, analisi granulometriche, di densità, prove CPT ecc, è possibile impostare un modello geologico\geofisico con il quale definire parametri quali lo spessore degli strati, la velocità delle onde P stimata e coefficiente di Poisson. Tale modello consente una più accurata inversione dei dati di campagna e di conseguenza una migliore definizione della sismostratigrafia del sito.

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

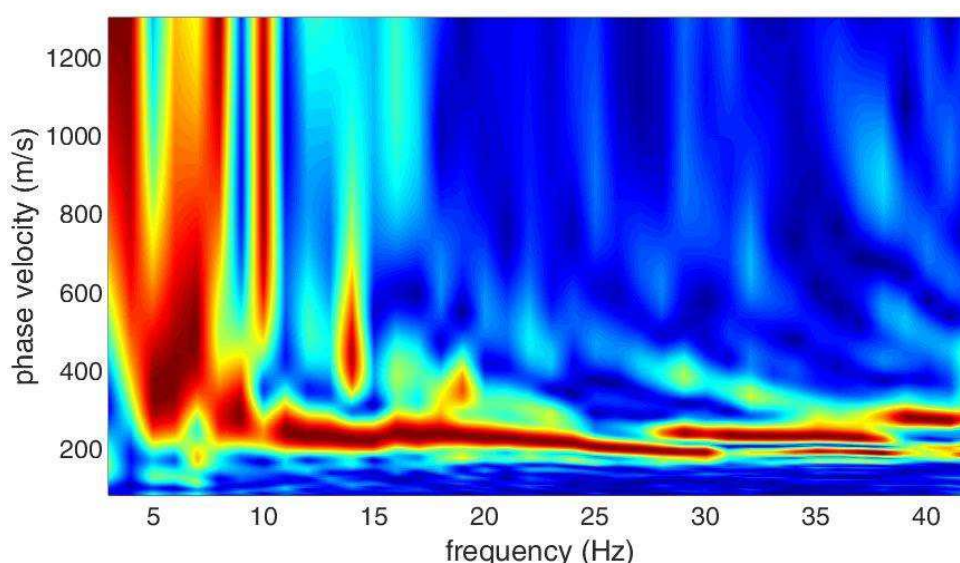
Va ricordato che il diagramma 1D mostra una suddivisione sismostratigrafica ricostruita sul differente comportamento sismico dei materiali investigati. È quindi possibile che variazioni di velocità non corrispondano necessariamente a passaggi litologici netti.

## 7.2.4. Risultati

L'analisi delle onde di Rayleigh, tramite metodo MASW, ha consentito stimare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio ( $V_s$ ), come riportato nella tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore  $V_{s, EQ}$  per la sezione indagata.

Il valore di  $V_{s, EQ}$  è riferito ai primi 30 m a partire da piano campagna.

### MASW01

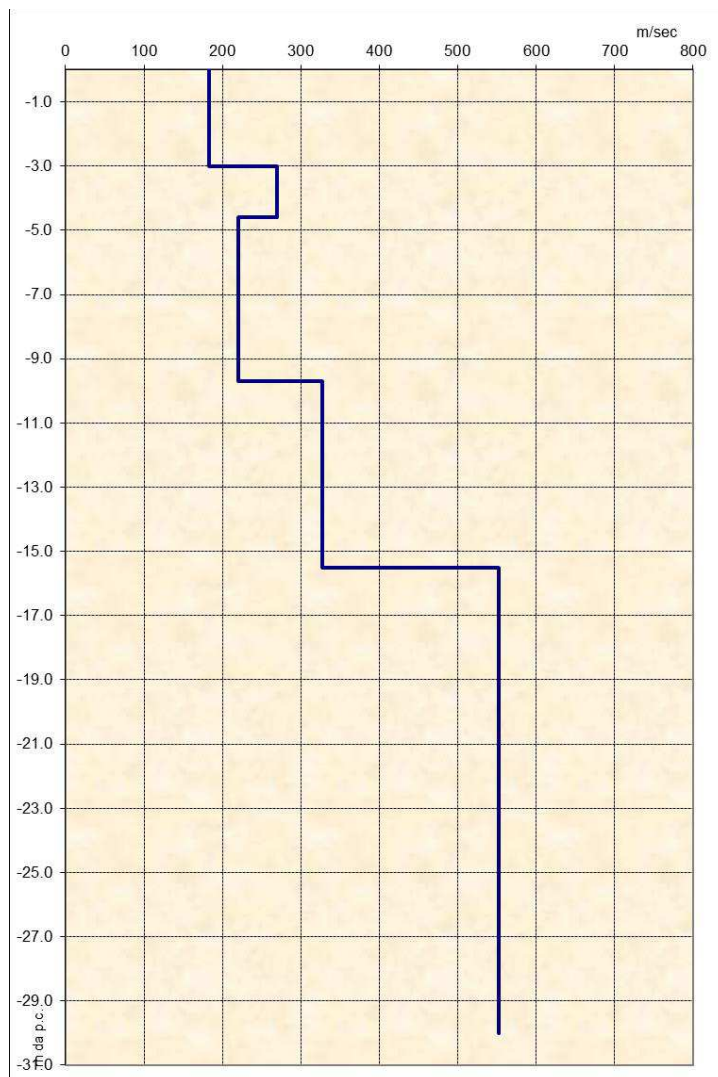


– Diagramma medio della curva di dispersione MASW –

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
-3.0	3.0	183
-4.6	1.6	270
-9.7	5.1	220
-15.5	5.8	327
-30.0	14.5	552

– Sismostratigrafia –





– Grafico velocità Vs/profondità –

Il valore  $V_{s, EQ}$  da piano campagna è **335 m/sec**, pertanto si può definire la **categoria del litotipo equivalente C**:

*“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.”*

**OPERE DI CONTENIMENTO DEI LIVELLI IN  
SPONDA SINISTRA DEL FIUME ADDA  
COMUNE DI LODI**

---

**ESECUZIONE CAMPAGNA DI  
INDAGINI GEOGNOSTICHE  
(II FASE DI INTERVENTO FUNZIONALE)**

**ALLEGATO N.1  
STRATIGRAFIE SONDAGGI**






 vicenzetto EARTH WATER AND CLIFF	<b>SCHEDA DI SONDAGGIO</b> SECONDO RACCOMANDEAZIONI AGI (1977)		COMMESSA: 089CM20	
			PAG. 1	DI 2
	Rev 0		Data 13/11/2020	

<b>COMMITTENTE</b> Agenzia interregionale per il Fiume Po		
<b>PROGETTO</b> Opere di contenimento dei livelli in sponda sinistra del fiume Adda in Comune di Lodi (II fase di Intervento)		
PERFORAZIONE N.	S2	DATA INIZIO 05/11/2020
COORDINATE: Nord	-	Est -
RESPONSABILE	Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto	OPERATORE Perta Dan Viorel
		ATTREZZATURA PX850

Da m		0.00		A m		20.00		Profondità finale m		35.00		PAG. 1		Di		2						
DESCRIZIONE STRATIGRAFICA												PROFONDITA' m da p.c.		SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA		CAMPIONI			S.P.T.			
																TIPO	NUMERO	PROFONDITA' m da p.c.	POCKET PENETROMETER kg/cm <sup>2</sup>	TORVANE kg/cm <sup>2</sup>	N	H
Sabbia limosa, da 0.00 a 0.50 m ghiaiosa, colore grigio scuro, umida. Clasti poligenici, deb. alterati, da angolosi a sub-arrotondati, sfericità da media a bassa, Dmax=40 mm Dmed=15-20 mm. Presenza di resti di natura antropica (laterizi), Dmax=20 mm.												1.00				CR1	5.00 5.50			15-17-13 (*)	4.50	
Sabbia con ghiaia, deb. limosa, rari ciottoli (Dmax=70 mm), colore grigio beige, asciutta. Clasti poligenici, deb. alterati, da angolosi a sub-arrotondati, sfericità da bassa a medio bassa, Dmax=60 mm Dmed=15-20 mm. Da 1.10 a 1.40 m trovante litico fratturato in ghiaia con ciottoli. Da 2.30 a 2.70 m presenza di abbondanti resti di natura antropica (laterizi), Dmax=40 mm.												3.10										
Ghiaia e sabbia, localmente sabbia con ghiaia, ciottolosa, deb. limosa, colore grigio verdognolo, satura, moderatamente addensata. Clasti poligenici, deb. alterati, da arrotondati a sub-arrotondati, sfericità da bassa a media, Dmax=80 mm Dmed=20-30 mm.												7.50										
Ghiaia con sabbia, da ciottolosa a con ciottoli, colore giallognolo, satura, moderatamente addensata. Clasti poligenici, deb. alterati, da arrotondati a ben arrotondati, sfericità media, Dmax=70 mm Dmed=20-30 mm.												13.50				CR2	9.00 9.50			8-8-16 (*)	9.00	
Sabbia fine con limo, deb. ghiaiosa, rari ciottoli (Dmax=80 mm), colore grigio verdognolo, satura, addensata. Clasti poligenici, deb. alterati, da arrotondati a ben arrotondati, sfericità media, Dmax=60 mm Dmed=20-25 mm.												16.60										
Ghiaia da sabbiosa a con sabbia, de deb. limosa a limosa, deb. ciottolosa, colore giallognolo chiaro, satura, addensata. Clasti poligenici, deb. alterati, da arrotondati a ben arrotondati, sfericità da media a medio alta, Dmax=80 mm Dmed=30-40 mm.																						

<input type="checkbox"/> CAMPIONE RIMANEGGIATO <input checked="" type="checkbox"/> CAMPIONE RIMANEGGIATO DA S.P.T. <input checked="" type="checkbox"/> CAMPIONE RIMANEGGIATO DA VANE TEST <input type="checkbox"/> SPEZZONE DI CAROTA <input type="checkbox"/> CAMPIONE INDISTURBATO A PARETI SOTTILI <input checked="" type="checkbox"/> CAMPIONE INDISTURBATO A PISTONE <input checked="" type="checkbox"/> CAMPIONE INDISTURBATO ROTATIVO	RILIEVO ACQUA IN FORO DURANTE LA PERFORAZIONE					NOTE		
	PROF.FORO (m da p.c.)	PROF. RIVES. (m da p.c.)	SERA		MATTINA		<b>ATTREZZATURA PER SPT</b> PESO MAGLIO 63.5 kg ALTEZZA CADUTA 76 cm ASTE ø 50 mm PESO ASTE 7.2 kg/m PUNTA CHIUSA 	
			Data	H (m da p.c.)	Data	H (m da p.c.)		
			35.00	35.00	06/20/2020	2.70		

PROVE IN FORO		PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC				PRESSIOMETRICA										
MANOVRA DI CAROTTAGGIO	T.C.R. %	S.C.R. %	R.Q.D %	DIMENSIONE SPEZZONI			PROVE			STRUMENTAZIONE		METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	DATA	
				<5 cm	5-10 cm	>10 cm	TIPO	NUMERO	PROFONDITA' m da p.c.							
0.50	100										CAROTTAGGIO CONTINUO	CAROTIERE SEMPLICE ø=101 mm	COLONNA DI RIVESTIMENTO ø=127 mm	05/11/2020		
1																1.00
2																1.50
3																3.00
4																4.00
5																6.00
6																
7																
8																
9																9.00
10																10.00
11																
12																12.00
13																
14																
15																15.00
16																
17																
18																18.00
19																
20																











**OPERE DI CONTENIMENTO DEI LIVELLI IN  
SPONDA SINISTRA DEL FIUME ADDA  
COMUNE DI LODI**

---

**ESECUZIONE CAMPAGNA DI  
INDAGINI GEOGNOSTICHE  
(II FASE DI INTERVENTO FUNZIONALE)**

**ALLEGATO N.2  
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



*Figura 1 – Sondaggio S1, postazione.*



Figura 2 – Sondaggio S1, profondità 0,00 -5,00m.



Figura 3 - Sondaggio S1, profondità 5,00-10,00m.





Figura 4 - Sondaggio S1, profondità 10,00-15,00m.



Figura 5 - Sondaggio S1, profondità 15,00-20,00m.





Figura 6 - Sondaggio S1, profondità 20,00-25,00m.

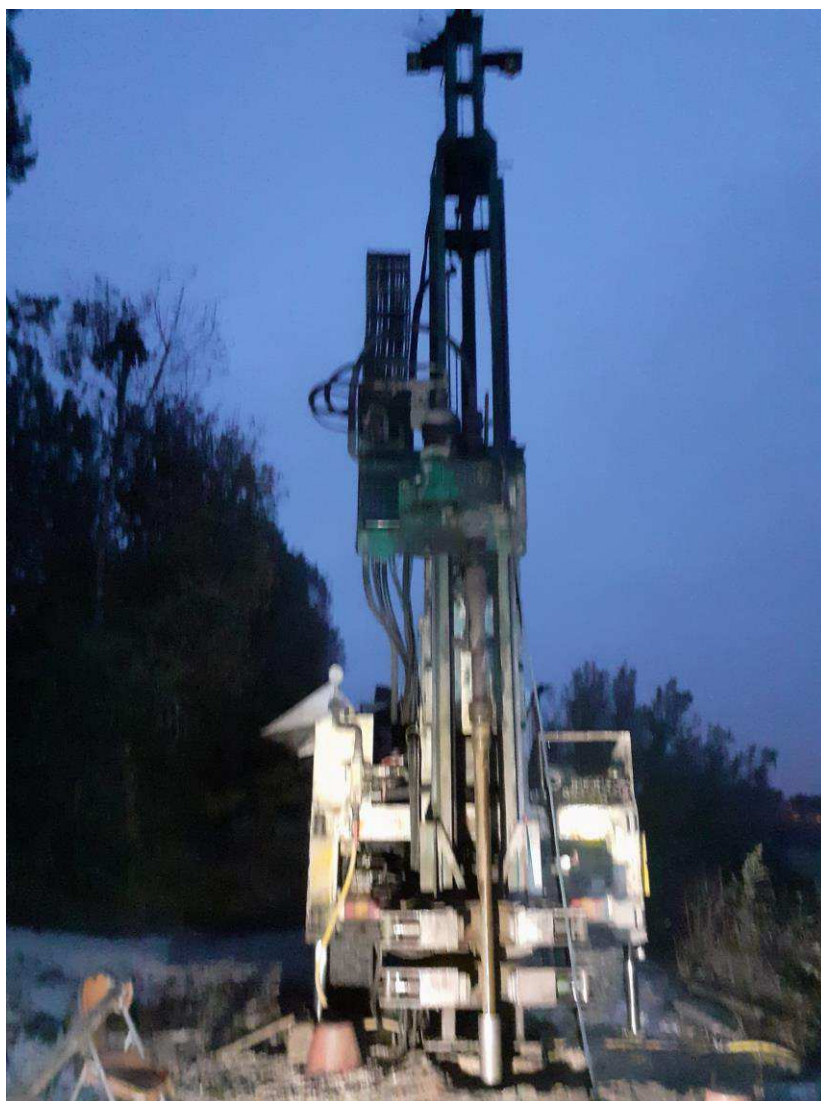


Figura 7 - Sondaggio S1, profondità 25,00-30,00m.





*Figura 8 - Sondaggio S1, profondità 30,00-35,00m.*



*Figura 9 – Sondaggio S2, postazione.*





Figura 10 – Sondaggio S2, profondità 0,00 -5,00m.



Figura 11 - Sondaggio S2, profondità 5,00-10,00m.





Figura 12 - Sondaggio S2, profondità 10,00-15,00m.



Figura 13 - Sondaggio S2, profondità 15,00-20,00m.





Figura 14 - Sondaggio S2, profondità 20,00-25,00m.



Figura 15 - Sondaggio S2, profondità 25,00-30,00m.





Figura 16 - Sondaggio S2, profondità 30,00-35,00m.



*Figura 17 – Sondaggio S3, postazione.*





Figura 18 – Sondaggio S3, profondità 0,00 -5,00m.



Figura 19 - Sondaggio S3, profondità 5,00-10,00m.



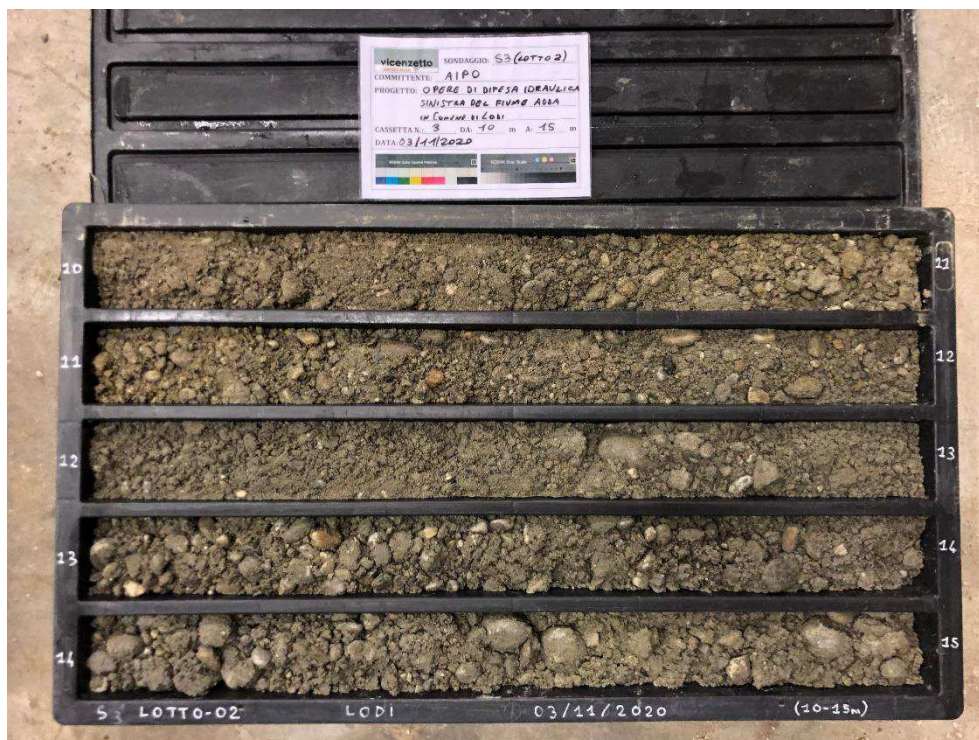


Figura 20 - Sondaggio S3, profondità 10,00-15,00m.

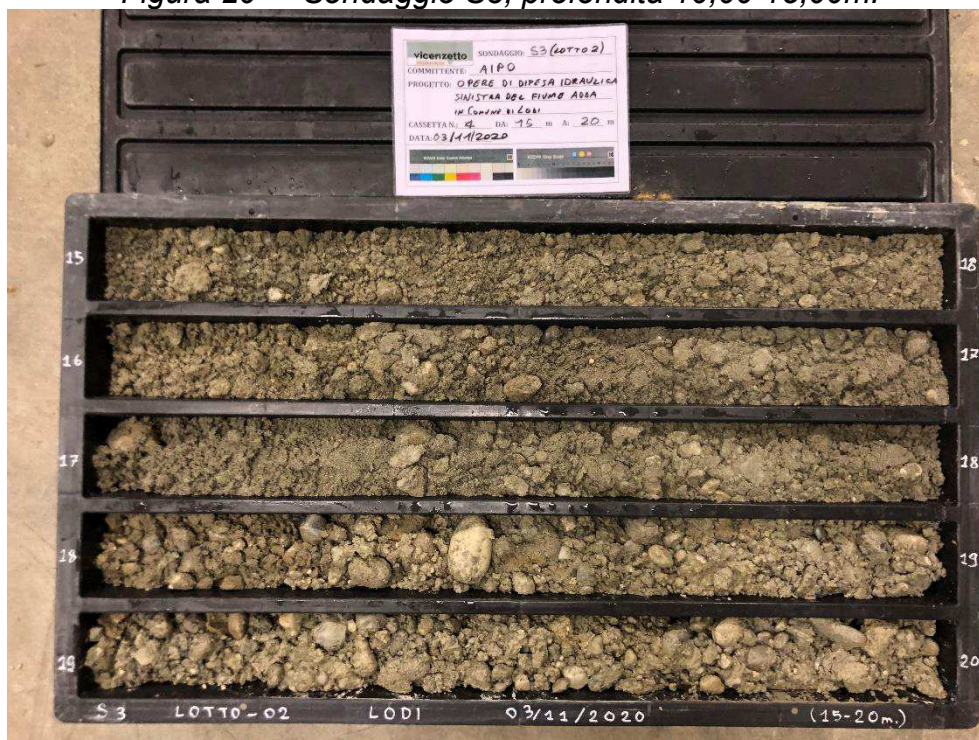


Figura 21 - Sondaggio S3, profondità 15,00-20,00m.

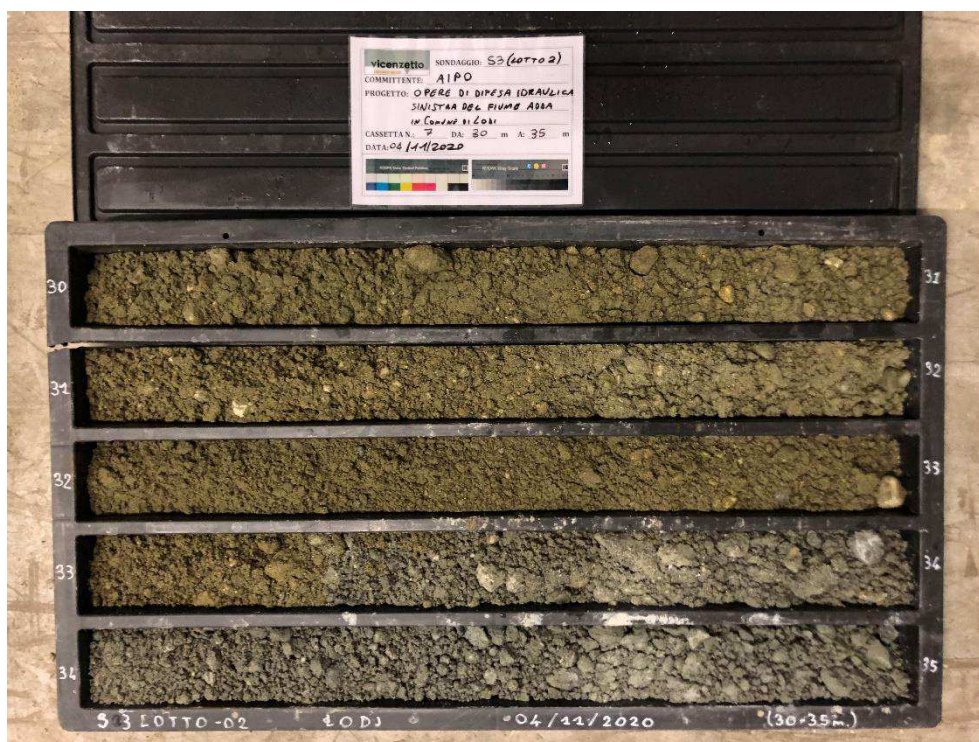




Figura 22 - Sondaggio S3, profondità 20,00-25,00m.



Figura 23 - Sondaggio S3, profondità 25,00-30,00m.



*Figura 24 - Sondaggio S3, profondità 30,00-35,00m.*



**OPERE DI CONTENIMENTO DEI LIVELLI IN  
SPONDA SINISTRA DEL FIUME ADDA  
COMUNE DI LODI**

---

**ESECUZIONE CAMPAGNA DI  
INDAGINI GEOGNOSTICHE  
(II FASE DI INTERVENTO FUNZIONALE)**

**ALLEGATO N.3  
CERTIFICATI PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO**

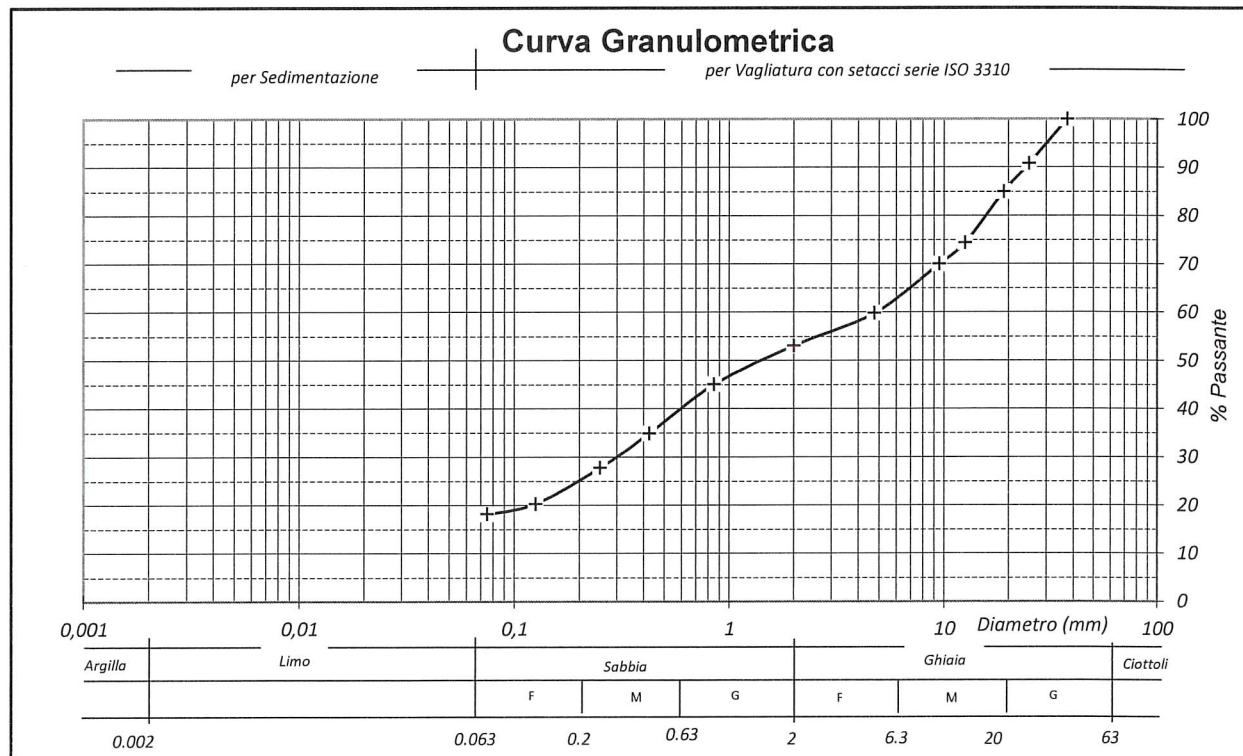
Committente AlPo

<b>Progetto</b>	Opere di contenimento sponda sinistra fiume Adda - Lodi (LO) - Lotto 2
-----------------	--

Sondaggio	S1	Campione	CR1	Profondità (m)	2,00 - 2,50
-----------	----	----------	-----	----------------	-------------

Certificato n°	A38122	Verbale di accettazione campioni n°	A134/20
----------------	--------	-------------------------------------	---------

Data arrivo campione	21/12/2020	Data esecuzione prova:	da	21/12/2020	a	22/12/2020
----------------------	------------	------------------------	----	------------	---	------------



### Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☐

per via umida ☒

### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro

**metodo con pipetta Andreasen**

Peso campione analizzato	2056,3	(gr)
--------------------------	--------	------

Massa volumica dei grani

valore assunto ☐

$\rho_s =$  Mg/m<sup>3</sup>

valore determinato ☐

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
100,0	
75,0	
50,0	
37,5	100,0
25,0	90,8
19,0	85,0
12,5	74,4
9,50	70,0
4,75	59,8
2,00	53,1
0,85	45,1
0,425	34,9
0,25	27,8
0,125	20,3
0,075	18,2

[illegible]

Data	dic-20	Sperimentatore : Dott. Geol. P. Greggio
------	--------	---

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto

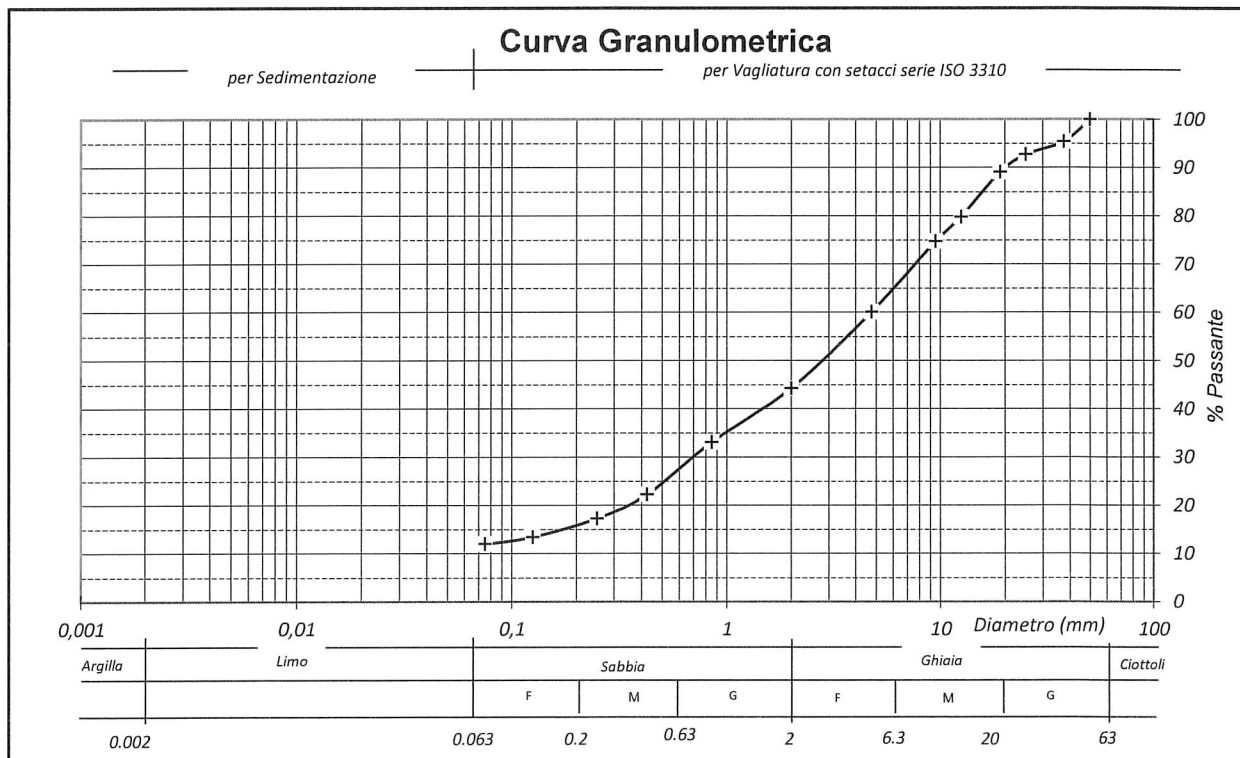
Committente AlPo

<b>Progetto</b>	Opere di contenimento sponda sinistra fiume Adda - Lodi (LO) - Lotto 2
-----------------	--

Sondaggio	S1	Campione	CR2	Profondità (m)	6,00 - 6,50
-----------	----	----------	-----	----------------	-------------

Certificato n°	A38123	Verbale di accettazione campioni n°	A134/20
----------------	--------	-------------------------------------	---------

Data arrivo campione	21/12/2020	Data esecuzione prova:	da	21/12/2020	a	22/12/2020
----------------------	------------	------------------------	----	------------	---	------------



### Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☐

per via umida ☒

### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro

### metodo con pipetta Andreasen

Peso campione analizzato	2172,1	(gr)
--------------------------	--------	------

Massa volumica dei grani

valore assunto

valore determinato

$$\rho_s = \quad \text{Mg/m}^3$$

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
100,0	
75,0	
50,0	100,0
37,5	95,4
25,0	92,7
19,0	89,1
12,5	79,8
9,50	74,7
4,75	60,1
2,00	44,3
0,85	33,1
0,425	22,3
0,25	17,3
0,125	13,4
0,075	12,0

[illegible]

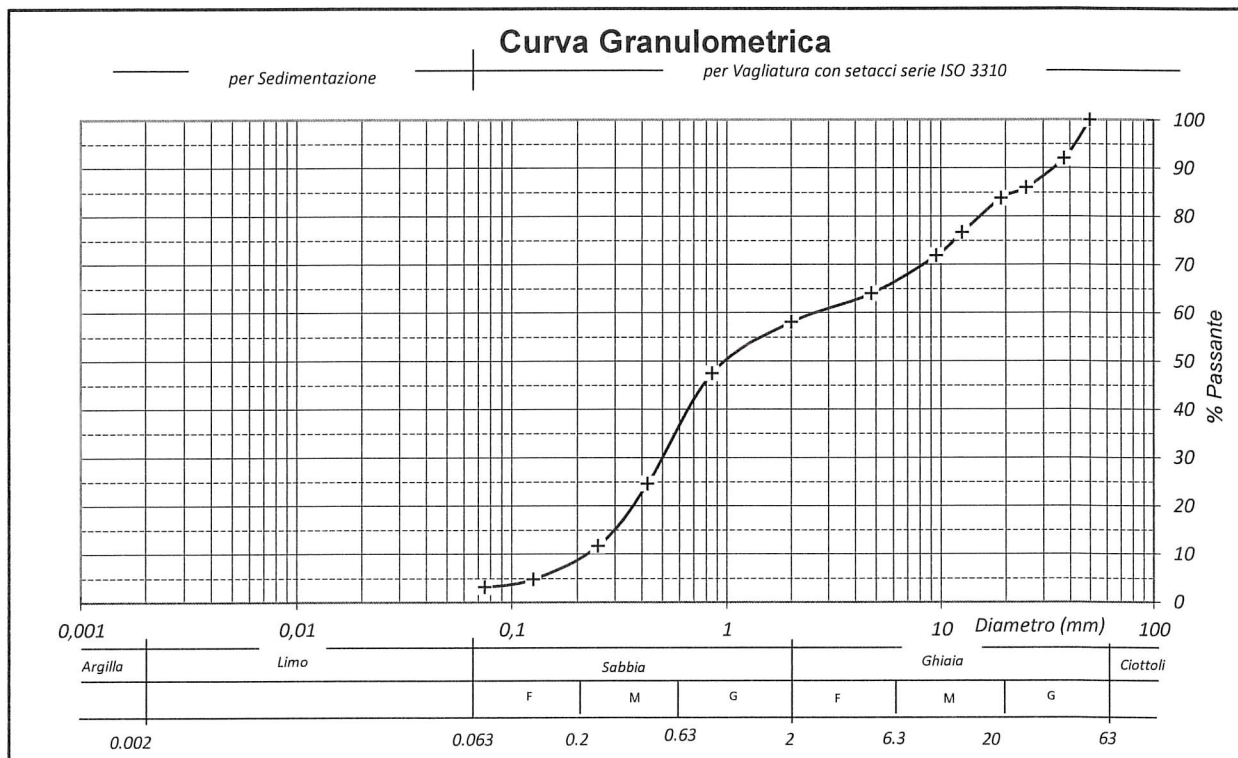
Data	dic-20	Sperimentatore : Dott. Geol. P. Greggio
------	--------	---

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto



<b>Committente</b>	AIPO				
<b>Progetto</b>	Opere di contenimento sponda sinistra fiume Adda - Lodi (LO) - Lotto 2				
<b>Sondaggio</b>	S1	<b>Campione</b>	CR3	<b>Profondità (m)</b>	10-00 - 10,50
<b>Certificato n°</b>	A38124		<b>Verbale di accettazione campioni n°</b>		A134/20
<b>Data arrivo campione</b>	21/12/2020		<b>Data esecuzione prova:</b>	da 21/12/2020	a 22/12/2020



### Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☐

per via umida ☒

### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro

### metodo con pipetta Andreasen

Peso campione analizzato	1909,6	(gr)
--------------------------	--------	------

Massa volumica dei grani

valore assunto

valore determinato

$\rho_s =$  Mg/m<sup>3</sup>

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
100,0	
75,0	
50,0	100,0
37,5	92,0
25,0	86,0
19,0	83,8
12,5	76,6
9,50	71,8
4,75	64,0
2,00	58,1
0,85	47,5
0,425	24,6
0,25	11,7
0,125	4,8
0,075	3,2

[illegible]

Data	dic-20	Sperimentatore : Dott. Geol. P. Greggio
------	--------	---

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto



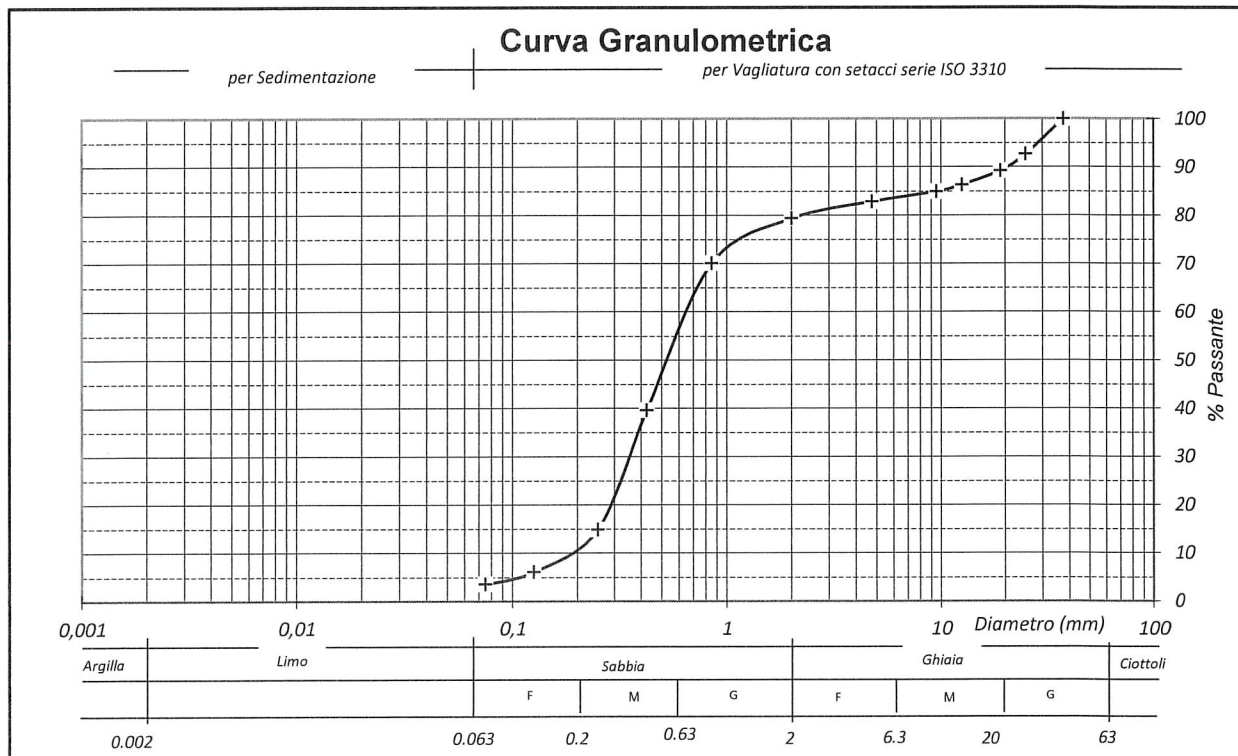
Committente AlPo

<b>Progetto</b>	Opere di contenimento sponda sinistra fiume Adda - Lodi (LO) - Lotto 2
-----------------	--

Sondaggio	S1	Campione	CR4	Profondità (m)	16,00 - 16,50
-----------	----	----------	-----	----------------	---------------

Certificato n°	A38125	Verbale di accettazione campioni n°	A134/20
----------------	--------	-------------------------------------	---------

Data arrivo campione	21/12/2020	Data esecuzione prova:	da	21/12/2020	a	22/12/2020
----------------------	------------	------------------------	----	------------	---	------------



### Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☐per via umida ☒

### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro

### metodo con pipetta Andreasen

Peso campione analizzato	1267,8	(gr)
--------------------------	--------	------

Massa volumica dei grani

valore assunto

valore determinato

$$\rho_s = \quad \text{Mg/m}^3$$

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
100,0	
75,0	
50,0	
37,5	100,0
25,0	92,7
19,0	89,2
12,5	86,3
9,50	84,9
4,75	82,9
2,00	79,4
0,85	70,1
0,425	39,6
0,25	14,9
0,125	6,1
0,075	3,6

[illegible]

Data	dic-20	Sperimentatore : Dott. Geol. P. Greggio
------	--------	---

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto



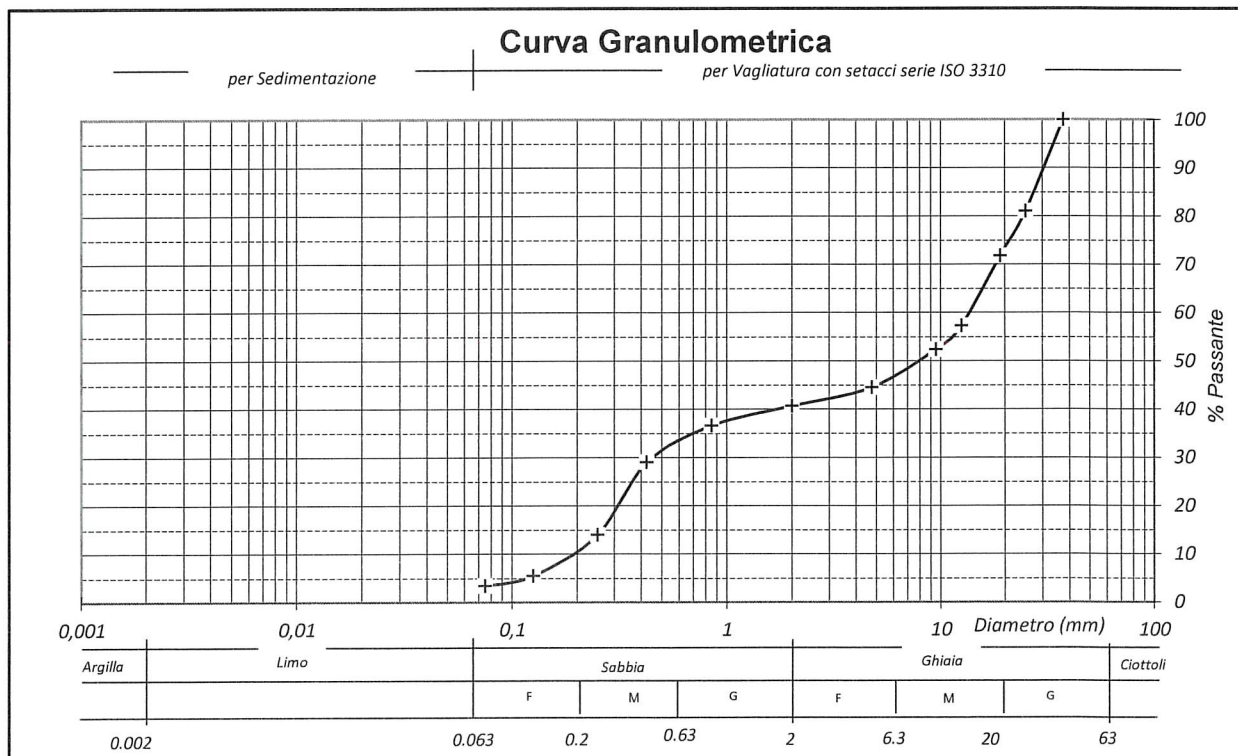
Committente AlPo

<b>Progetto</b>	Opere di contenimento sponda sinistra fiume Adda - Lodi (LO) - Lotto 2
-----------------	--

Sondaggio	S1	Campione	CR5	Profondità (m)	20,00 - 20,50
-----------	----	----------	-----	----------------	---------------

Certificato n°	A38126	Verbale di accettazione campioni n°	A134/20
----------------	--------	-------------------------------------	---------

Data arrivo campione	21/12/2020	Data esecuzione prova:	da	21/12/2020	a	22/12/2020
----------------------	------------	------------------------	----	------------	---	------------



### Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☐

per via umida ☒

### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro

### metodo con pipetta Andreasen

Peso campione analizzato	1842,6	(gr)
--------------------------	--------	------

Massa volumica dei grani

valore assunto

valore determinato

$\rho_s =$  Mg/m<sup>3</sup>

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
100,0	
75,0	
50,0	
37,5	100,0
25,0	81,1
19,0	71,8
12,5	57,3
9,50	52,4
4,75	44,5
2,00	40,7
0,85	36,6
0,425	29,0
0,25	14,0
0,125	5,5
0,075	3,4

[illegible]

Data	dic-20	Sperimentatore : Dott. Geol. P. Greggio
------	--------	---

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto

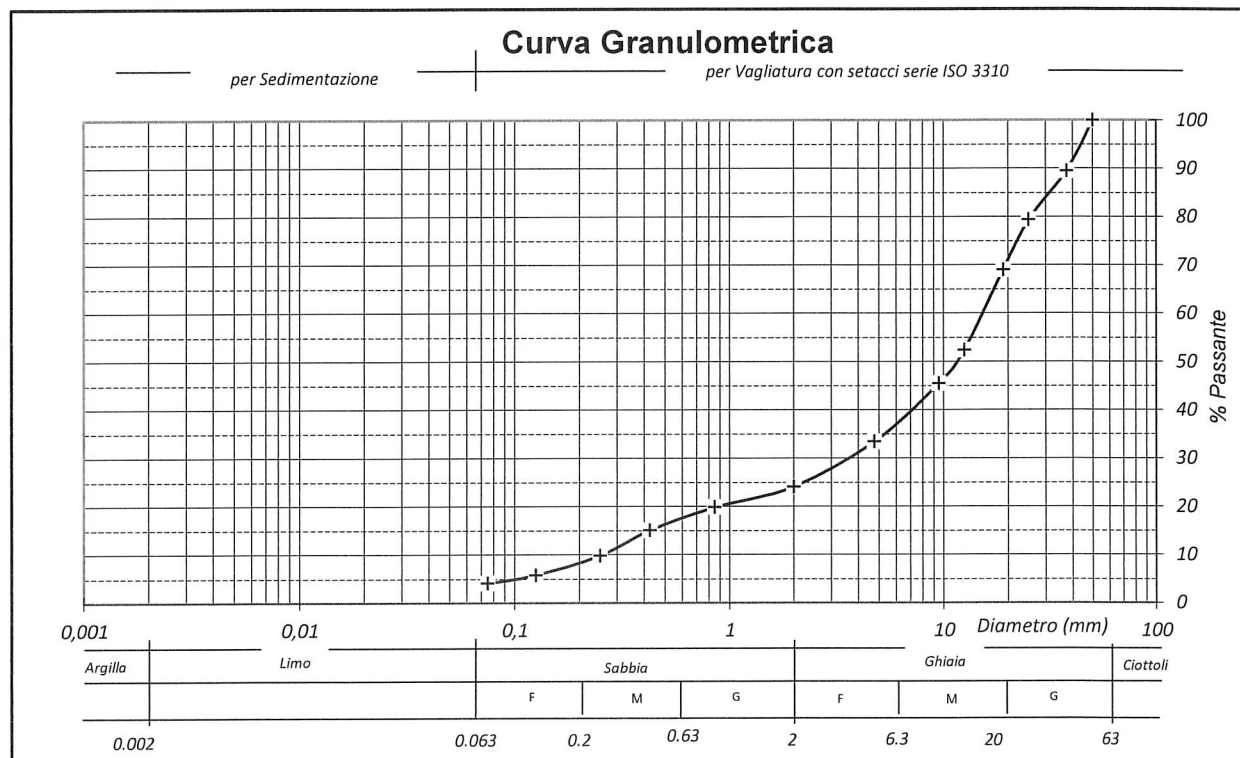
Committente	AlPo
-------------	------

<b>Progetto</b>	Opere di contenimento sponda sinistra fiume Adda - Lodi (LO) - Lotto 2
-----------------	--

Sondaggio	S1	Campione	CR6	Profondità (m)	25,00 - 25,50
-----------	----	----------	-----	----------------	---------------

Certificato n°	A38127	Verbale di accettazione campioni n°	A134/20
----------------	--------	-------------------------------------	---------

Data arrivo campione	21/12/2020	Data esecuzione prova:	da	21/12/2020	a	22/12/2020
----------------------	------------	------------------------	----	------------	---	------------



### Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☐

per via umida ☒

### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro

metodo con pipetta Andreasen

Peso campione analizzato	2130,4	(gr)
--------------------------	--------	------

Massa volumica dei grani

valore assunto

valore determinato

$$\rho_s = \quad \text{Mg/m}^3$$

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
100,0	
75,0	
50,0	100,0
37,5	89,5
25,0	79,4
19,0	69,0
12,5	52,4
9,50	45,5
4,75	33,4
2,00	24,1
0,85	19,8
0,425	15,1
0,25	9,8
0,125	5,8
0,075	4,1

[illegible]

Data	dic-20	Sperimentatore : Dott. Geol. P. Greggio
------	--------	---

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto



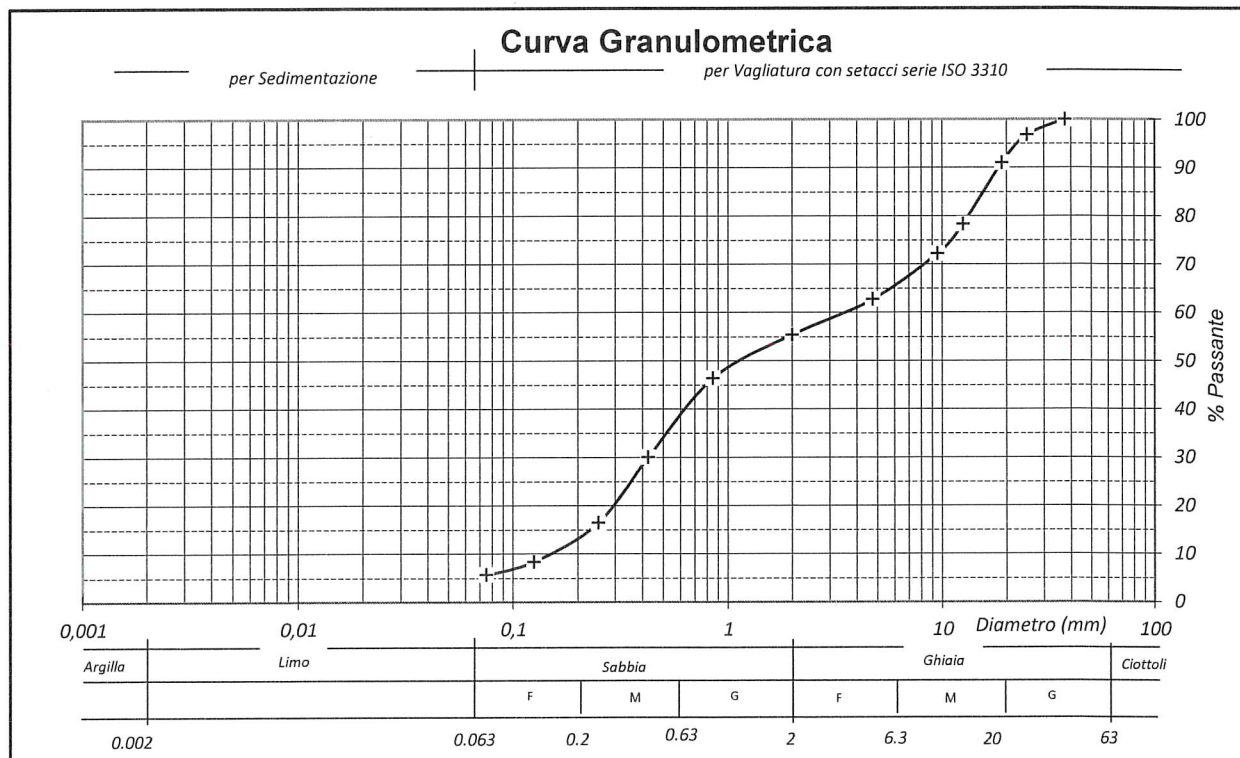
Committente AlPo

<b>Progetto</b>	Opere di contenimento sponda sinistra fiume Adda - Lodi (LO) - Lotto 2
-----------------	--

Sondaggio	S1	Campione	CR7	Profondità (m)	30,00 - 30,50
-----------	----	----------	-----	----------------	---------------

Certificato n°	A38128	Verbale di accettazione campioni n°	A134/20
----------------	--------	-------------------------------------	---------

Data arrivo campione	21/12/2020	Data esecuzione prova:	da	21/12/2020	a	22/12/2020
----------------------	------------	------------------------	----	------------	---	------------



### Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☐

per via umida ☒

### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro

metodo con pipetta Andreasen

Peso campione analizzato	1401,1	(gr)
--------------------------	--------	------

Massa volumica dei grani

valore assunto

valore determinato

$\rho_s =$  Mg/m<sup>3</sup>

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
100,0	
75,0	
50,0	
37,5	100,0
25,0	96,8
19,0	91,0
12,5	78,3
9,50	72,2
4,75	62,8
2,00	55,4
0,85	46,4
0,425	30,0
0,25	16,5
0,125	8,4
0,075	5,7

[illegible]

Data	dic-20	Sperimentatore : Dott. Geol. P. Greggio
------	--------	---

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto



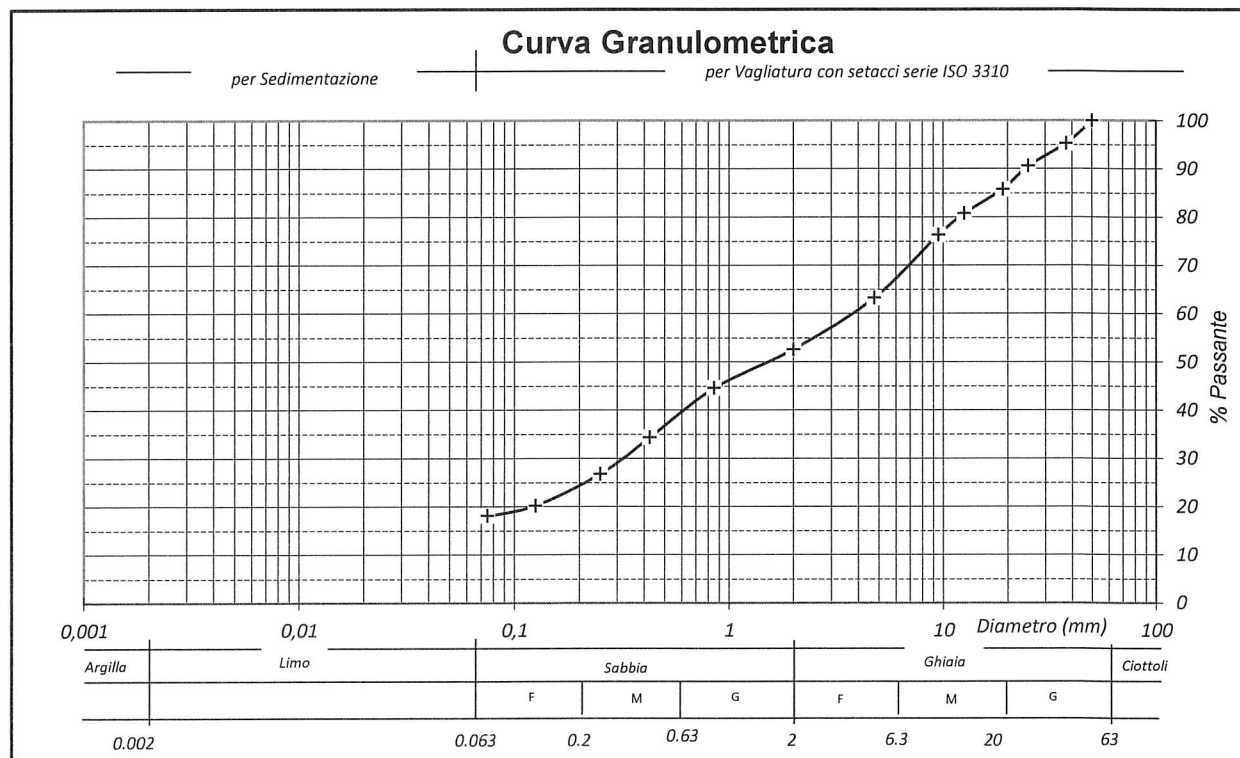
Committente AlPo

<b>Progetto</b>	Opere di contenimento sponda sinistra fiume Adda - Lodi (LO) - Lotto 2
-----------------	--

Sondaggio	S1	Campione	CR8	Profondità (m)	33,50 - 34,00
-----------	----	----------	-----	----------------	---------------

Certificato n°	A38129	Verbale di accettazione campioni n°	A134/20
----------------	--------	-------------------------------------	---------

Data arrivo campione	21/12/2020	Data esecuzione prova:	da	21/12/2020	a	22/12/2020
----------------------	------------	------------------------	----	------------	---	------------



### Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☐

per via umida ☒

### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro

### metodo con pipetta Andreasen

Peso campione analizzato	1847,2	(gr)
--------------------------	--------	------

Massa volumica dei grani

valore assunto ☐

valore determinato

$$\rho_s = \quad \text{Mg/m}^3$$

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
100,0	
75,0	
50,0	100,0
37,5	95,3
25,0	90,6
19,0	85,8
12,5	80,8
9,50	76,4
4,75	63,3
2,00	52,6
0,85	44,6
0,425	34,3
0,25	26,8
0,125	20,2
0,075	18,1

[illegible]

Data	dic-20	Sperimentatore : Dott. Geol. P. Greggio
------	--------	---

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto



Committente AIPo

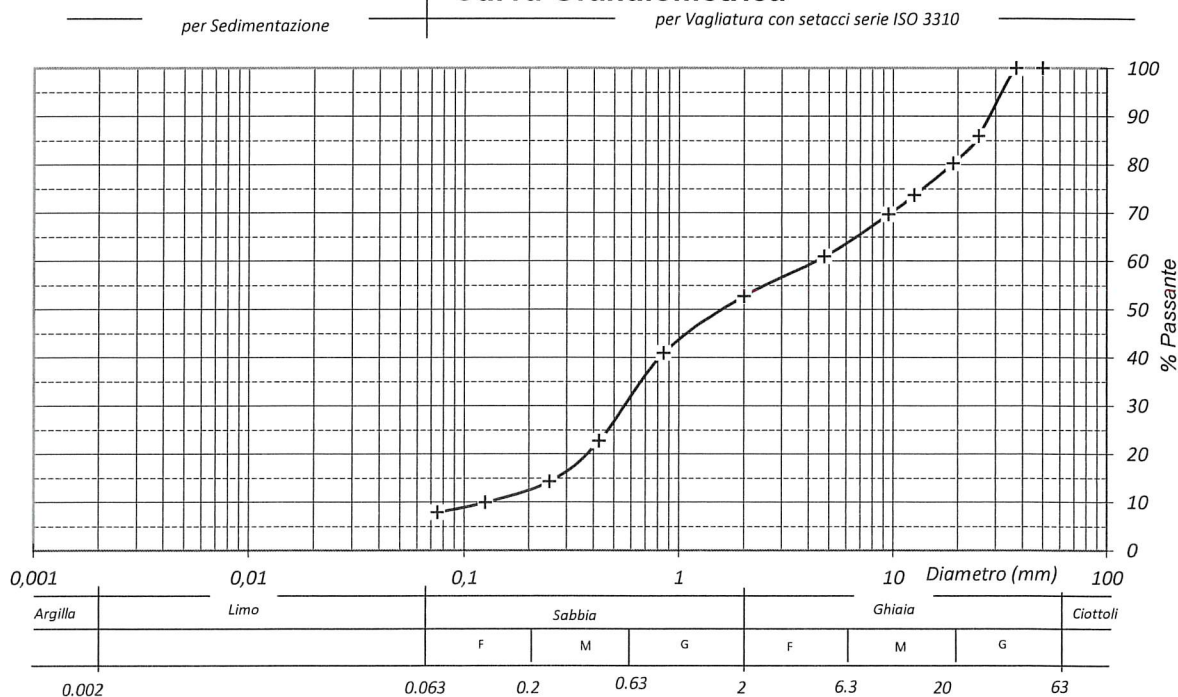
Progetto Opere di contenimento sponda sinistra fiume Adda - Lodi (LO) - Lotto 2

Sondaggio S2 Campione CR1 Profondità (m) 5,00 - 5,50

Certificato n° A38130 Verbale di accettazione campioni n° A134/20

Data arrivo campione 21/12/2020 Data esecuzione prova: da 21/12/2020 a 22/12/2020

### Curva Granulometrica



Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☐per via umida ☒

Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro ☐metodo con pipetta Andreasen ☐

Peso campione analizzato 2241,0 (gr)

Massa volumica dei grani

valore assunto ☐valore determinato ☐ $\rho_s =$  Mg/m<sup>3</sup>

#### Analisi granulometrica per vagliatura

Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
100,0	
75,0	
50,0	
37,5	100,0
25,0	85,9
19,0	80,2
12,5	73,7
9,50	69,6
4,75	61,0
2,00	52,7
0,85	41,0
0,425	22,7
0,25	14,3
0,125	10,0
0,075	7,9

#### Analisi granulometrica per sedimentazione

Diametro (mm)	Percentuale pass. (%)

Data dic-20 Sperimentatore : Dott. Geol. P. Greggio

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto



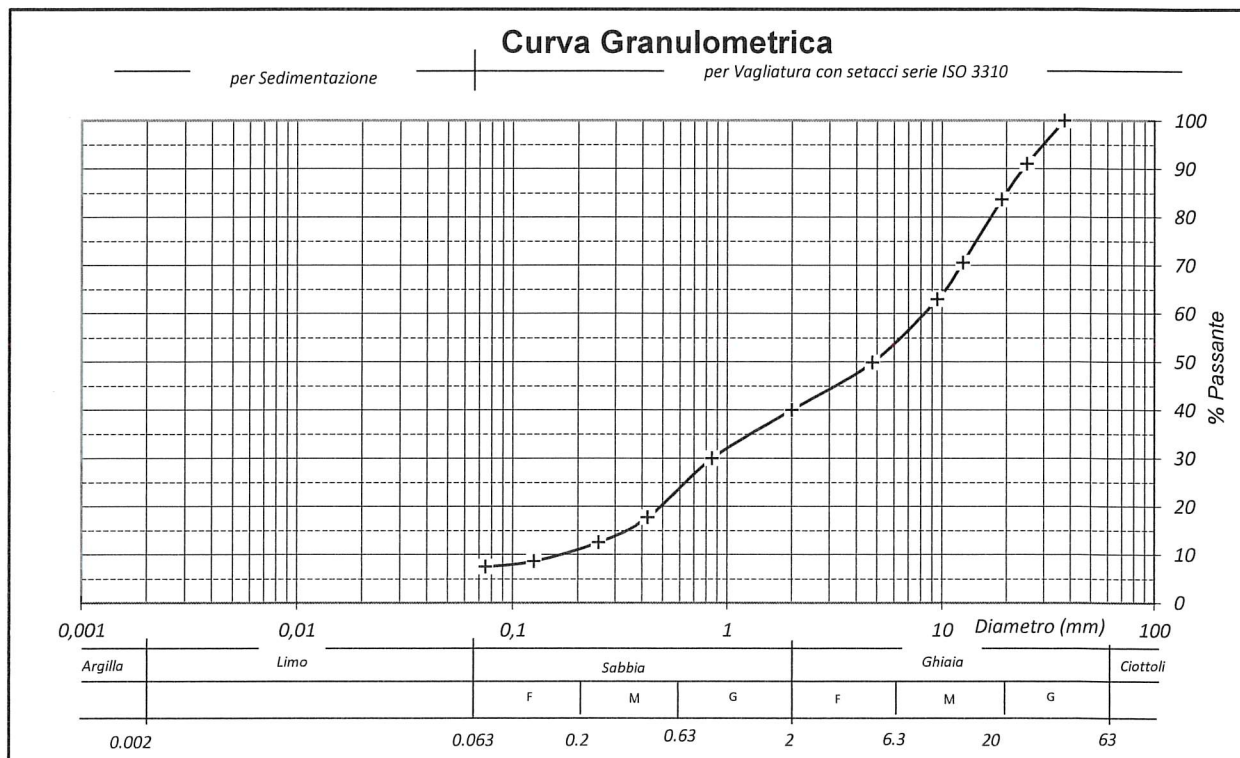
Committente AlPo

<b>Progetto</b>	Opere di contenimento sponda sinistra fiume Adda - Lodi (LO) - Lotto 2
-----------------	--

Sondaggio	S2	Campione	CR2	Profondità (m)	9,00 - 9,50
-----------	----	----------	-----	----------------	-------------

Certificato n°	A38131	Verbale di accettazione campioni n°	A134/20
----------------	--------	-------------------------------------	---------

Data arrivo campione	21/12/2020	Data esecuzione prova:	da	21/12/2020	a	22/12/2020
----------------------	------------	------------------------	----	------------	---	------------



### Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☐

per via umida ☒

### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro

### metodo con pipetta Andreasen

Peso campione analizzato	2062,2	(gr)
--------------------------	--------	------

Massa volumica dei grani

valore assunto ☐

valore determinato

$\rho_s =$  Mg/m<sup>3</sup>

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
100,0	
75,0	
50,0	
37,5	100,0
25,0	91,0
19,0	83,6
12,5	70,6
9,50	62,9
4,75	49,9
2,00	40,0
0,85	30,0
0,425	17,7
0,25	12,6
0,125	8,6
0,075	7,5

[illegible]

Data	dic-20	Sperimentatore : Dott. Geol. P. Greggio
------	--------	---

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto

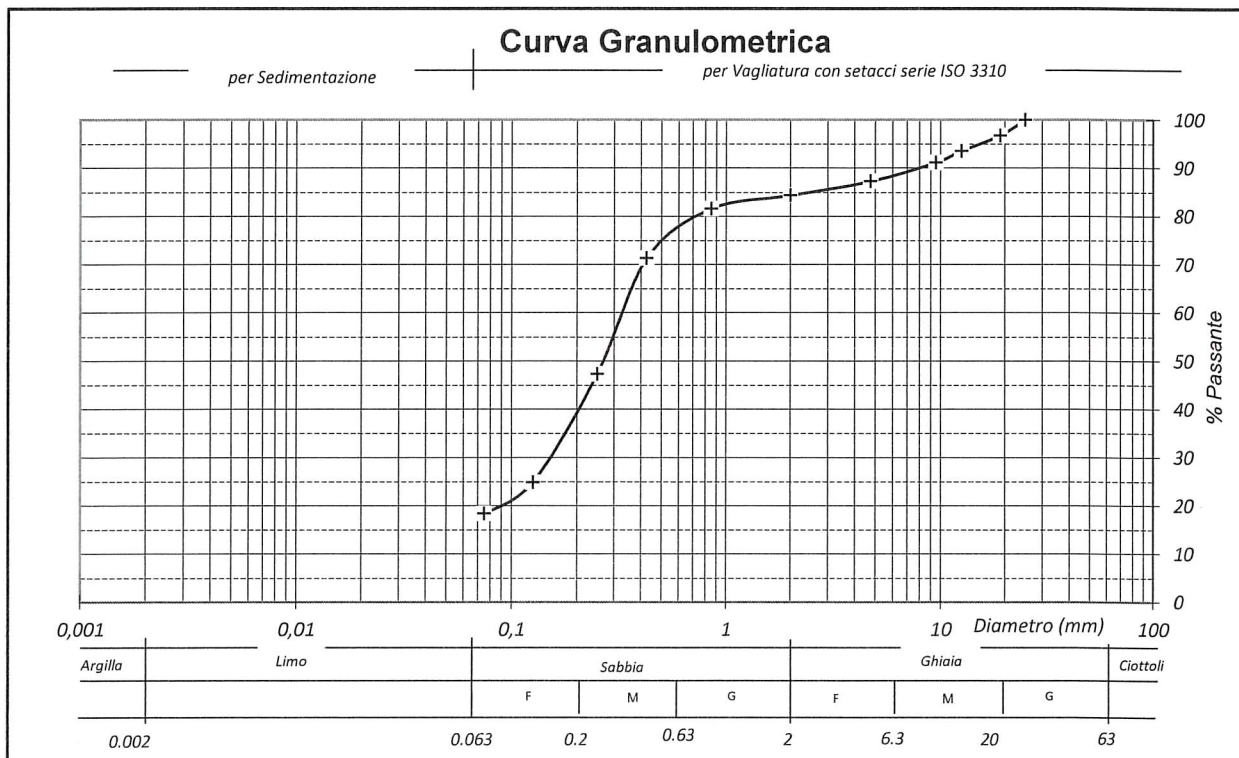
Committente AlPo

<b>Progetto</b>	Opere di contenimento sponda sinistra fiume Adda - Lodi (LO) - Lotto 2
-----------------	--

Sondaggio	S2	Campione	CR3	Profondità (m)	14,00 - 14,50
-----------	----	----------	-----	----------------	---------------

Certificato n°	A38132	Verbale di accettazione campioni n°	A134/20
----------------	--------	-------------------------------------	---------

Data arrivo campione	21/12/2020	Data esecuzione prova:	da	21/12/2020	a	22/12/2020
----------------------	------------	------------------------	----	------------	---	------------



### Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☐

per via umida ☒

### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro

**metodo con pipetta Andreasen**

Peso campione analizzato	666,2	(gr)
--------------------------	-------	------

Massa volumica dei grani

valore assunto

$\rho_s =$  Mg/m<sup>3</sup>

valore determinato

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
100,0	
75,0	
50,0	
37,5	
25,0	100,0
19,0	96,7
12,5	93,6
9,50	91,1
4,75	87,3
2,00	84,4
0,85	81,6
0,425	71,3
0,25	47,3
0,125	24,9
0,075	18,4

[illegible]

Data	dic-20	Sperimentatore : Dott. Geol. P. Greggio
------	--------	---

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto



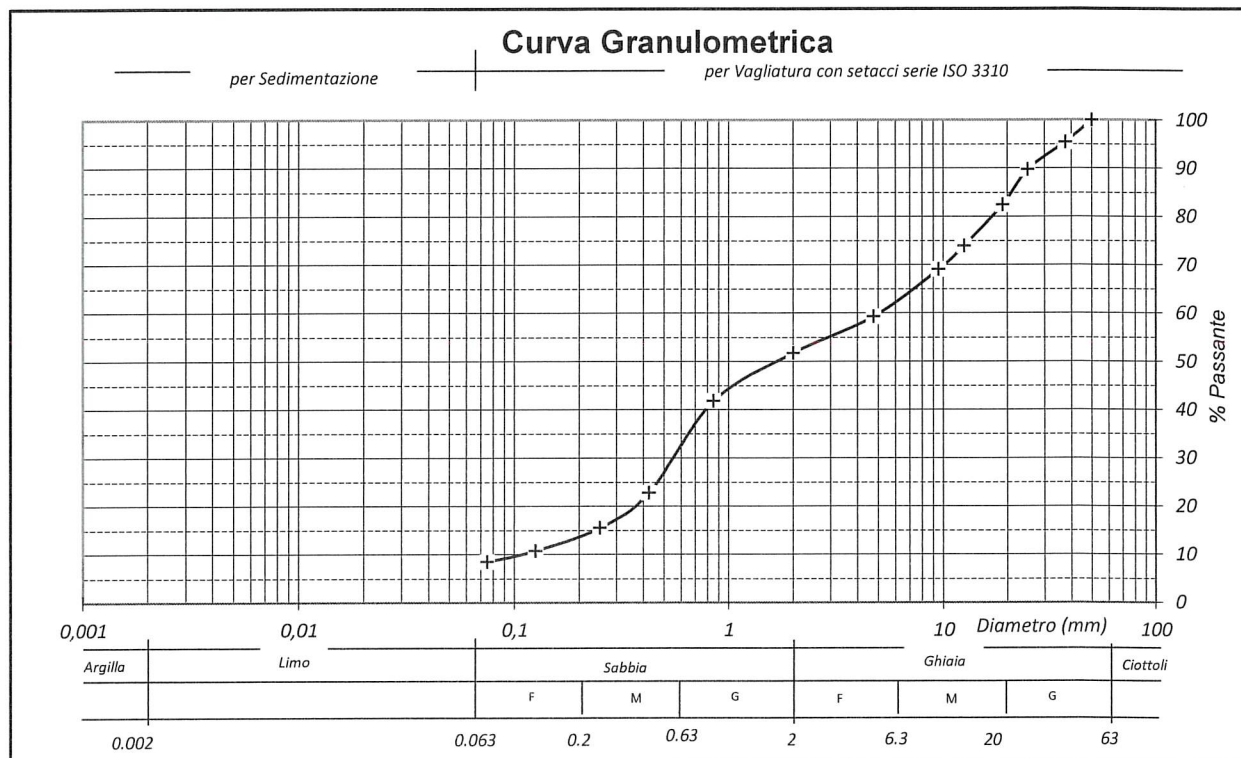
Committente AlPo

<b>Progetto</b>	Opere di contenimento sponda sinistra fiume Adda - Lodi (LO) - Lotto 2
-----------------	--

Sondaggio	S2	Campione	CR4	Profondità (m)	20,00 - 20,50
-----------	----	----------	-----	----------------	---------------

Certificato n°	A38133	Verbale di accettazione campioni n°	A134/20
----------------	--------	-------------------------------------	---------

Data arrivo campione	21/12/2020	Data esecuzione prova:	da	21/12/2020	a	22/12/2020
----------------------	------------	------------------------	----	------------	---	------------



### Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☐per via umida ☒

### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro

### metodo con pipetta Andreasen

Peso campione analizzato	1766,5	(gr)
--------------------------	--------	------

Massa volumica dei grani

valore assunto

valore determinato

$\rho_s =$  Mg/m<sup>3</sup>

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
100,0	
75,0	
50,0	100,0
37,5	95,4
25,0	89,8
19,0	82,5
12,5	73,9
9,50	69,1
4,75	59,3
2,00	51,7
0,85	41,8
0,425	22,8
0,25	15,5
0,125	10,8
0,075	8,5

[illegible]

Data	dic-20	Sperimentatore : Dott. Geol. P. Greggio
------	--------	---

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto



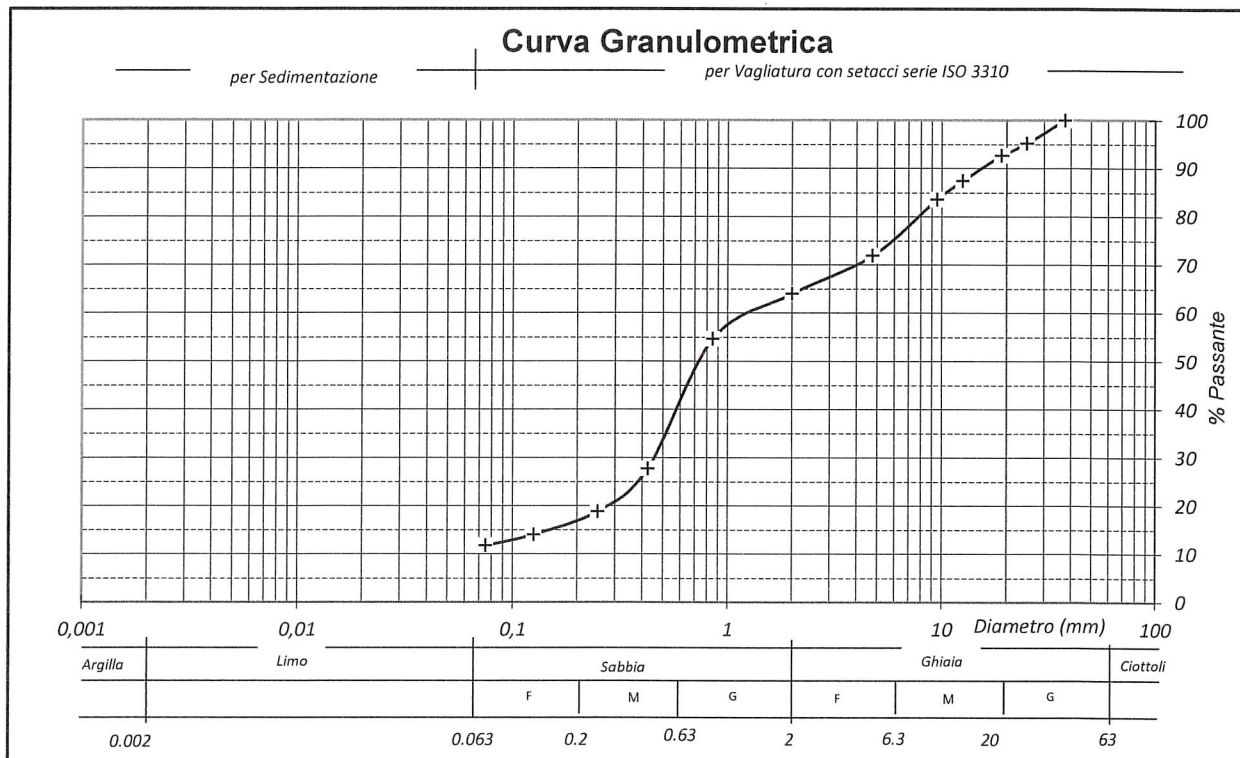
Committente AlPo

<b>Progetto</b>	Opere di contenimento sponda sinistra fiume Adda - Lodi (LO) - Lotto 2
-----------------	--

Sondaggio	S2	Campione	CR5	Profondità (m)	23,50 - 24,00
-----------	----	----------	-----	----------------	---------------

Certificato n°	A38134	Verbale di accettazione campioni n°	A134/20
----------------	--------	-------------------------------------	---------

Data arrivo campione	21/12/2020	Data esecuzione prova:	da	21/12/2020	a	22/12/2020
----------------------	------------	------------------------	----	------------	---	------------



### Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☐

per via umida ☒

### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro

metodo con pipetta Andreasen

Peso campione analizzato	1508,5	(gr)
--------------------------	--------	------

Massa volumica dei grani

valore assunto

$\rho_s =$  Mg/m<sup>3</sup>

valore determinato

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
100,0	
75,0	
50,0	
37,5	100,0
25,0	95,2
19,0	92,7
12,5	87,4
9,50	83,6
4,75	71,9
2,00	64,0
0,85	54,7
0,425	27,7
0,25	18,8
0,125	14,0
0,075	11,8

[illegible]

Data	dic-20	Sperimentatore : Dott. Geol. P. Greggio
------	--------	---

Direttore Dott. Geol. T. Vicenzetto





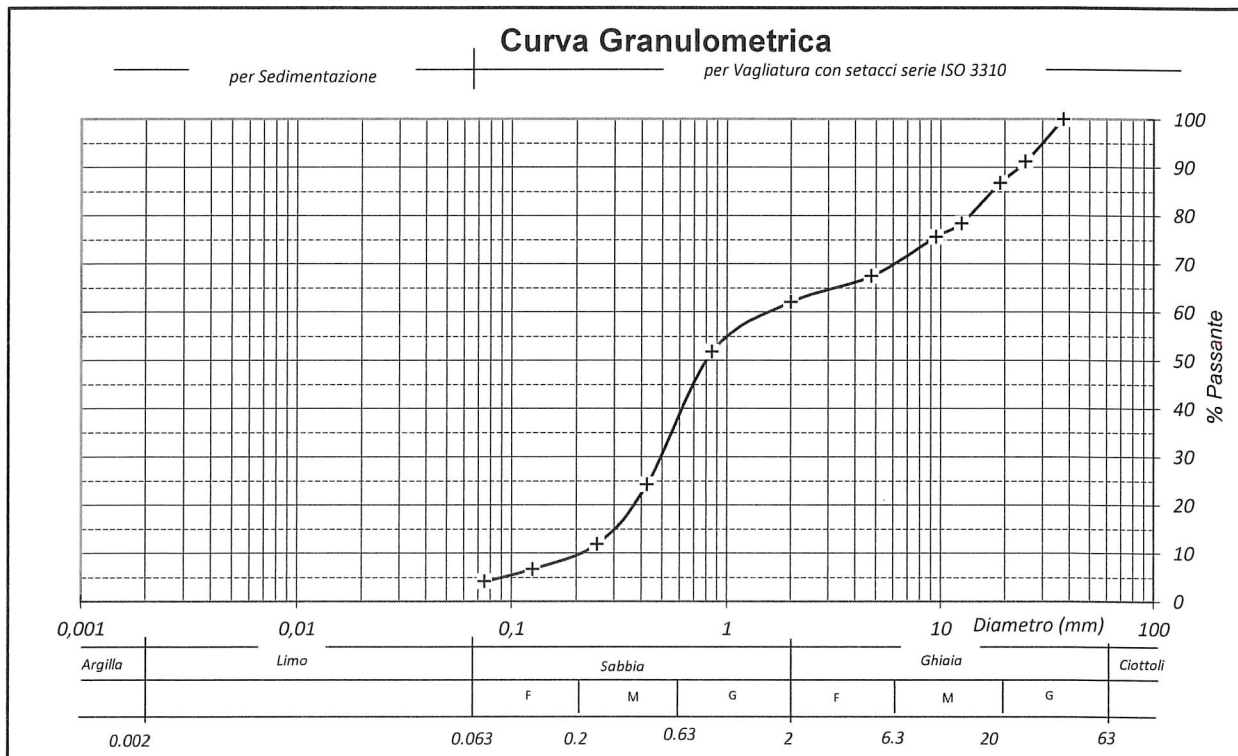
Committente AlPo

<b>Progetto</b>	Opere di contenimento sponda sinistra fiume Adda - Lodi (LO) - Lotto 2
-----------------	--

Sondaggio	S2	Campione	CR6	Profondità (m)	28,00 - 28,50
-----------	----	----------	-----	----------------	---------------

Certificato n°	A38135	Verbale di accettazione campioni n°	A134/20
----------------	--------	-------------------------------------	---------

Data arrivo campione	21/12/2020	Data esecuzione prova:	da	21/12/2020	a	22/12/2020
----------------------	------------	------------------------	----	------------	---	------------



### Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☐

per via umida ☒

### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro

### metodo con pipetta Andreasen

Peso campione analizzato	1256,2	(gr)
--------------------------	--------	------

Massa volumica dei grani

valore assunto

valore determinato

$\rho_s =$  Mg/m<sup>3</sup>

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
100,0	
75,0	
50,0	
37,5	100,0
25,0	91,2
19,0	86,7
12,5	78,4
9,50	75,6
4,75	67,4
2,00	62,1
0,85	51,8
0,425	24,2
0,25	11,9
0,125	6,7
0,075	4,1

[illegible]

Data	dic-20	Sperimentatore : Dott. Geol. P. Greggio
------	--------	---

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto

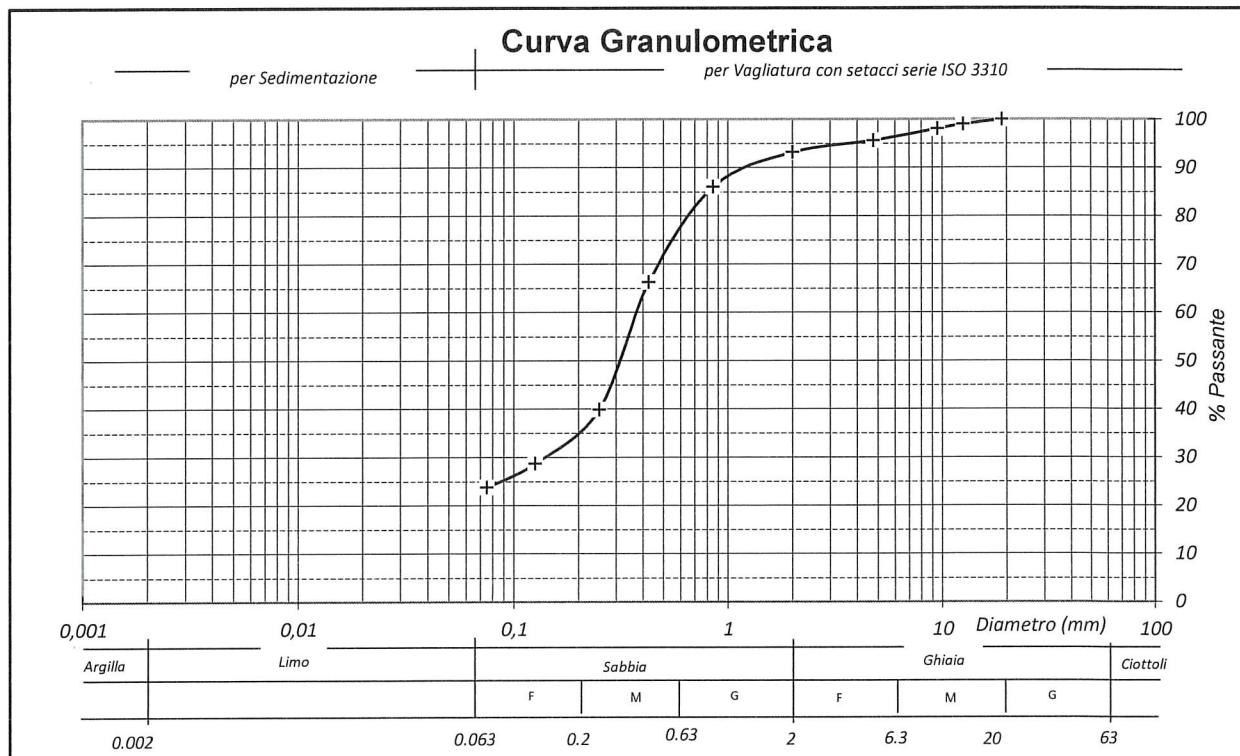
Committente AlPo

<b>Progetto</b>	Opere di contenimento sponda sinistra fiume Adda - Lodi (LO) - Lotto 2
-----------------	--

<b>Sondaggio</b>	S2	<b>Campione</b>	CR7	<b>Profondità (m)</b>	31,00 - 31,50
------------------	----	-----------------	-----	-----------------------	---------------

Certificato n°	A38136	Verbale di accettazione campioni n°	A134/20
----------------	--------	-------------------------------------	---------

Data arrivo campione	21/12/2020	Data esecuzione prova:	da	21/12/2020	a	22/12/2020
----------------------	------------	------------------------	----	------------	---	------------



### Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☐

per via umida ☒

### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro

### metodo con pipetta Andreasen

Peso campione analizzato	905,6	(gr)
--------------------------	-------	------

Massa volumica dei grani

valore assunto ☐

valore determinato ☐

$\rho_s =$  Mg/m<sup>3</sup>

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
100,0	
75,0	
50,0	
37,5	
25,0	
19,0	100,0
12,5	99,0
9,50	98,1
4,75	95,6
2,00	93,2
0,85	86,0
0,425	66,3
0,25	39,9
0,125	28,7
0,075	23,8

[illegible]

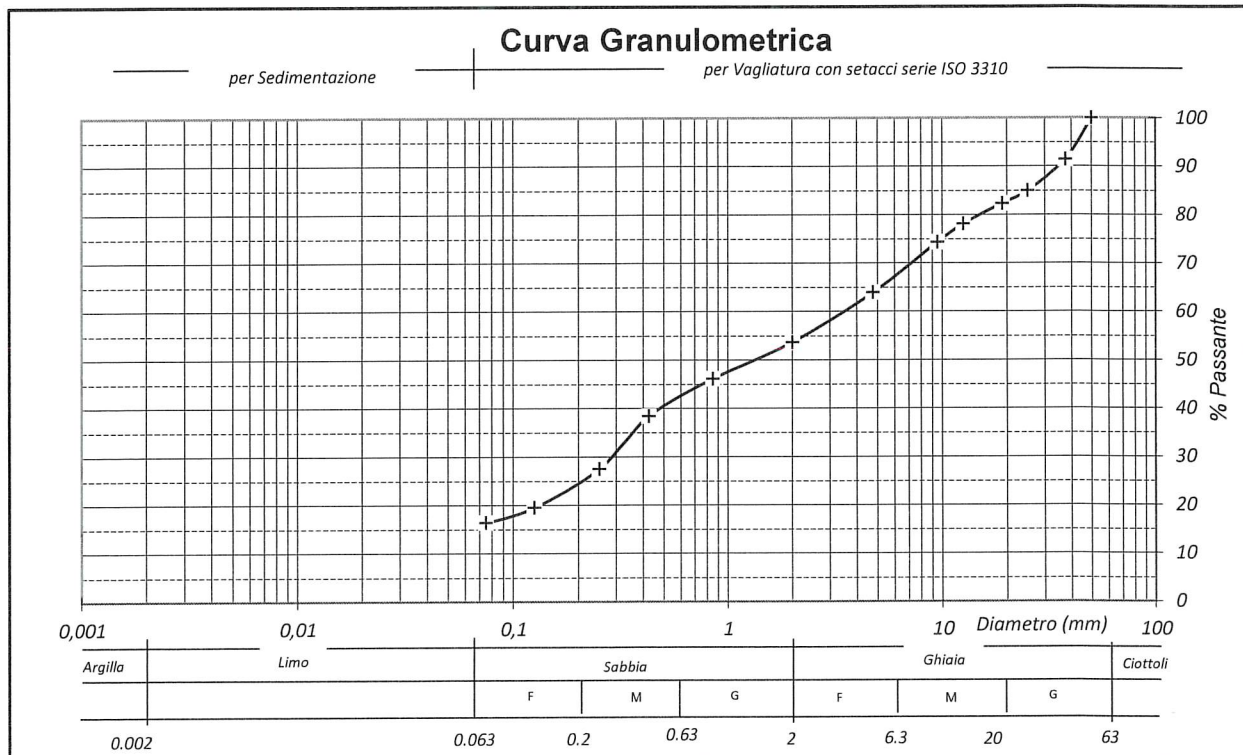
Data	dic-20	Sperimentatore : Dott. Geol. P. Greggio
------	--------	---

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto



Committente AIPo  
Progetto Opere di contenimento sponda sinistra fiume Adda - Lodi (LO) - Lotto 2  
Sondaggio S2 Campione CR8 Profondità (m) 34,00 - 34,50  
Certificato n° A38137 Verbale di accettazione campioni n° A134/20  
Data arrivo campione 21/12/2020 Data esecuzione prova: da 21/12/2020 a 22/12/2020



Analisi granulometrica per vagliatura      per via secca ☐      per via umida ☒

Analisi granulometrica per sedimentazione      metodo con densimetro ☐  
metodo con pipetta Andreasen ☐

Peso campione analizzato 2194,5 (gr)      Massa volumica dei grani  
valore assunto ☐       $\rho_s =$  Mg/m<sup>3</sup>  
valore determinato ☐

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
100,0	
75,0	
50,0	100,0
37,5	91,4
25,0	85,0
19,0	82,3
12,5	78,1
9,50	74,4
4,75	63,9
2,00	53,7
0,85	46,1
0,425	38,4
0,25	27,5
0,125	19,5
0,075	16,4

Analisi granulometrica per sedimentazione	
Diametro (mm)	Percentuale pass. (%)

Data dic-20      Sperimentatore : Dott. Geol. P. Greggio      Direttore Dott. Geol. T. Vicenzetto







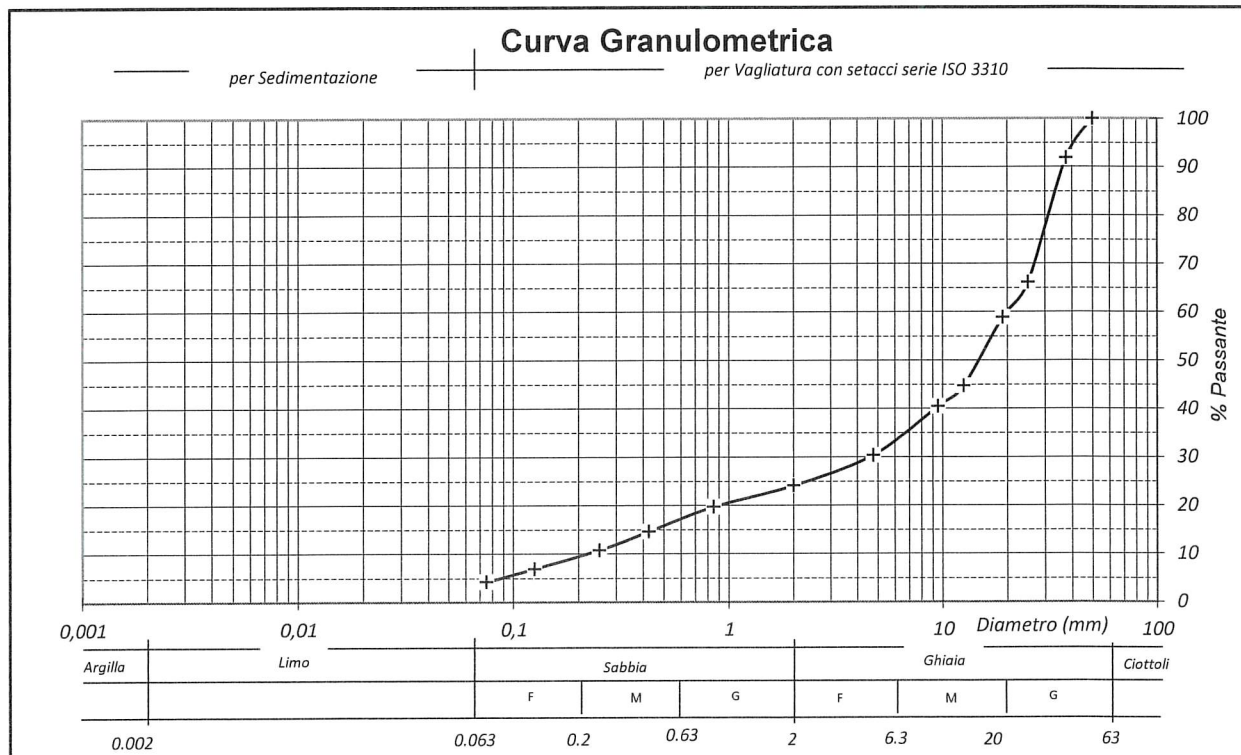
Committente AlPo

<b>Progetto</b>	Opere di contenimento sponda sinistra fiume Adda - Lodi (LO) - Lotto 2
-----------------	--

Sondaggio	S3	Campione	CR2	Profondità (m)	14,00 - 14,50
-----------	----	----------	-----	----------------	---------------

Certificato n°	A38139	Verbale di accettazione campioni n°	A134/20
----------------	--------	-------------------------------------	---------

Data arrivo campione	21/12/2020	Data esecuzione prova:	da	21/12/2020	a	22/12/2020
----------------------	------------	------------------------	----	------------	---	------------



### Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☐

per via umida ☒

### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro

metodo con pipetta Andreasen

Peso campione analizzato	2658,0	(gr)
--------------------------	--------	------

Massa volumica dei grani

valore assunto

valore determinato

 $\rho_s =$  Mg/m<sup>3</sup>

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
100,0	
75,0	
50,0	100,0
37,5	91,9
25,0	66,1
19,0	58,9
12,5	44,7
9,50	40,5
4,75	30,4
2,00	24,1
0,85	19,7
0,425	14,6
0,25	10,8
0,125	6,9
0,075	4,2

[illegible]

Data	dic-20	Sperimentatore : Dott. Geol. P. Greggio
------	--------	---

Direttore Dott. Geol. T. Vicenzetto



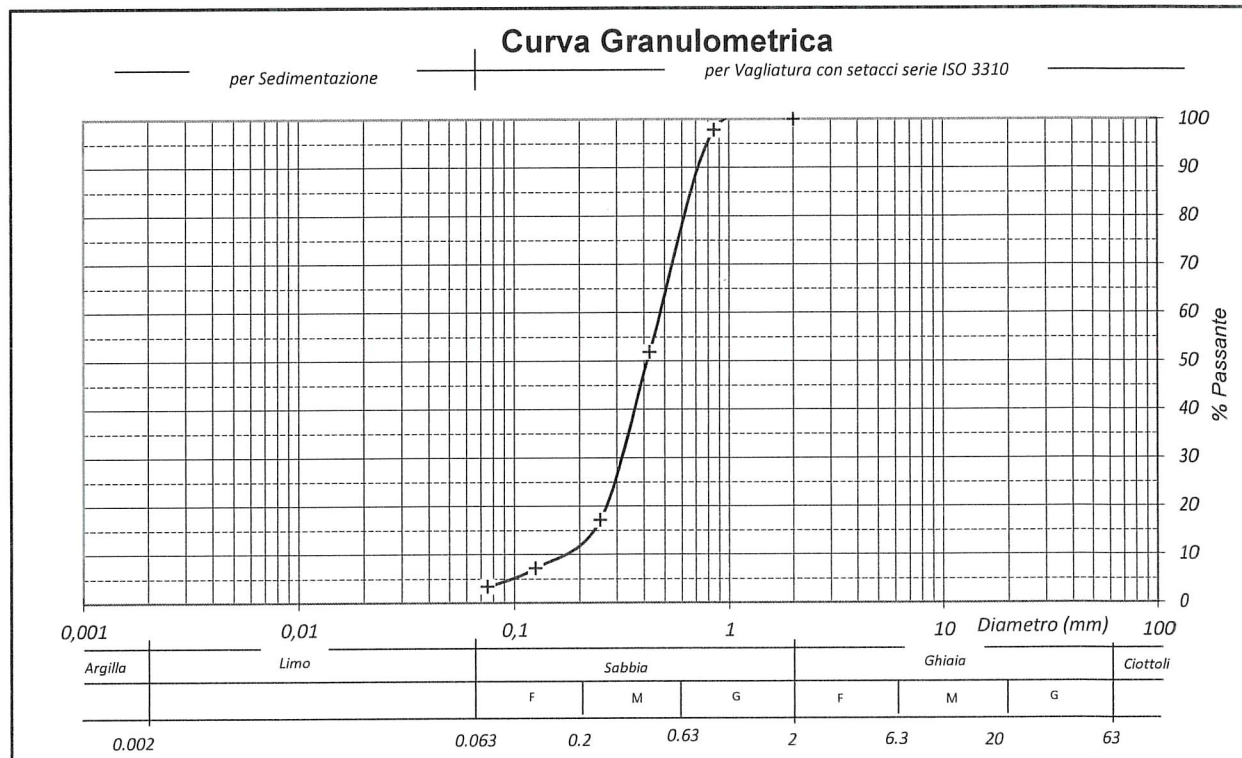
Committente AlPo

<b>Progetto</b>	Opere di contenimento sponda sinistra fiume Adda - Lodi (LO) - Lotto 2
-----------------	--

Sondaggio	S3	Campione	CR3	Profondità (m)	16,50 - 17,00
-----------	----	----------	-----	----------------	---------------

Certificato n°	A38140	Verbale di accettazione campioni n°	A134/20
----------------	--------	-------------------------------------	---------

Data arrivo campione 21/12/2020 Data esecuzione prova: da 21/12/2020 a 22/12/2020



### Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☐

per via umida ☒

### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro

metodo con pipetta Andreasen

Peso campione analizzato	753,4	(gr)
--------------------------	-------	------

Massa volumica dei grani

valore assunto ☐

$\rho_s =$  Mg/m<sup>3</sup>

valore determinato ☐

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
100,0	
75,0	
50,0	
37,5	
25,0	
19,0	
12,5	
9,50	
4,75	
2,00	100,0
0,85	97,8
0,425	51,8
0,25	17,1
0,125	7,2
0,075	3,4

[illegible]

Data	dic-20	Sperimentatore : Dott. Geol. P. Greggio
------	--------	---

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto



Committente AIPo

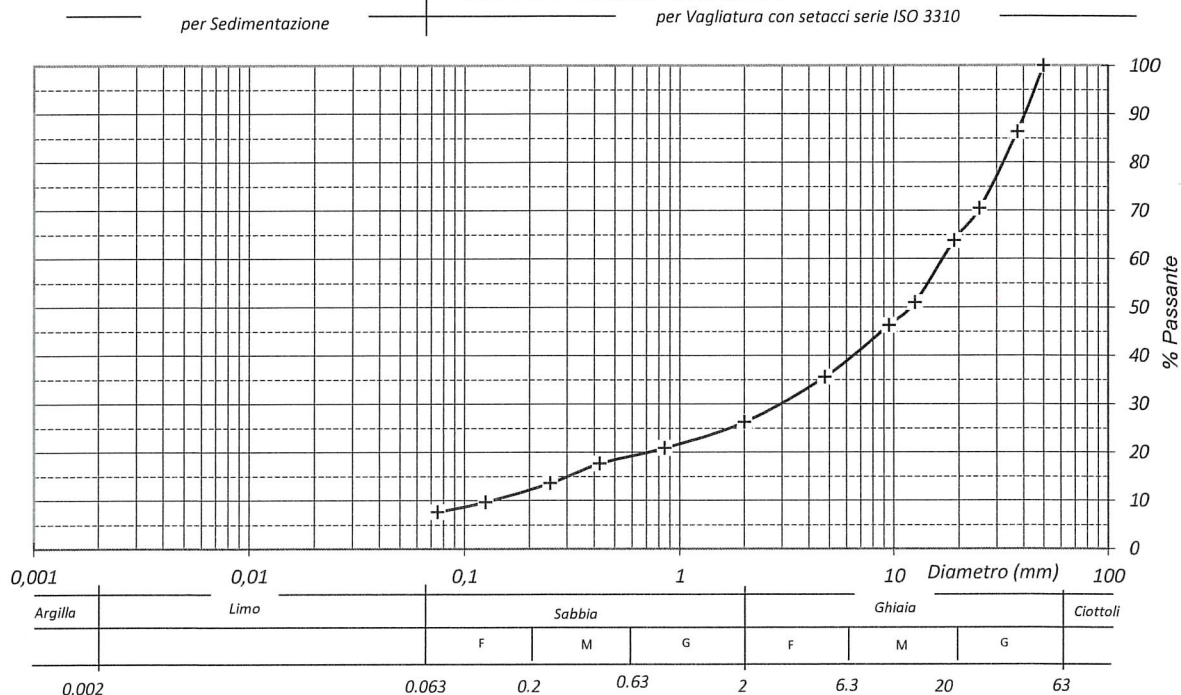
Progetto Opere di contenimento sponda sinistra fiume Adda - Lodi (LO) - Lotto 2

Sondaggio S3 Campione CR4 Profondità (m) 20,00 - 20,50

Certificato n° A38141 Verbale di accettazione campioni n° A134/20

Data arrivo campione 21/12/2020 Data esecuzione prova: da 21/12/2020 a 22/12/2020

### Curva Granulometrica



Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☐

per via umida ☒

Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro ☐

metodo con pipetta Andreasen ☐

Peso campione analizzato 2081,8 (gr)

Massa volumica dei grani

valore assunto ☐

valore determinato ☐

$\rho_s =$  Mg/m<sup>3</sup>

#### Analisi granulometrica per vagliatura

Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
100,0	
75,0	
50,0	100,0
37,5	86,3
25,0	70,4
19,0	63,8
12,5	51,0
9,50	46,3
4,75	35,6
2,00	26,2
0,85	20,9
0,425	17,7
0,25	13,6
0,125	9,7
0,075	7,6

#### Analisi granulometrica per sedimentazione

Diametro (mm)	Percentuale pass. (%)

Data dic-20 Sperimentatore : Dott. Geol. P. Greggio

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto



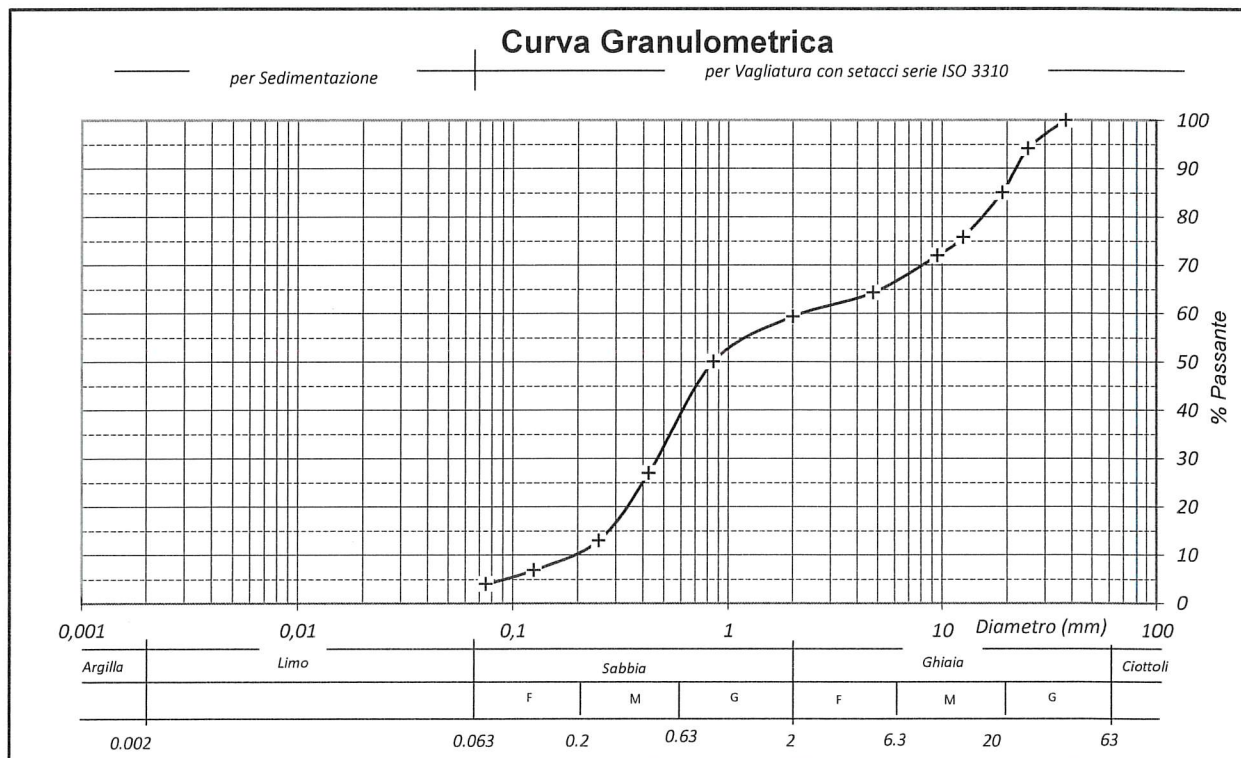
Committente AlPo

<b>Progetto</b>	Opere di contenimento sponda sinistra fiume Adda - Lodi (LO) - Lotto 2
-----------------	--

Sondaggio	S3	Campione	CR5	Profondità (m)	24,00 - 24,50
-----------	----	----------	-----	----------------	---------------

Certificato n°	A38142	Verbale di accettazione campioni n°	A134/20
----------------	--------	-------------------------------------	---------

Data arrivo campione	21/12/2020	Data esecuzione prova:	da	21/12/2020	a	22/12/2020
----------------------	------------	------------------------	----	------------	---	------------



### Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☐

per via umida ☒

### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro

metodo con pipetta Andreasen

Peso campione analizzato	1178,9	(gr)
--------------------------	--------	------

### Massa volumica dei grani

valore assunto ☐

$\rho_s =$  Mg/m<sup>3</sup>

valore determinato

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
100,0	
75,0	
50,0	
37,5	100,0
25,0	94,1
19,0	85,1
12,5	75,8
9,50	72,0
4,75	64,4
2,00	59,4
0,85	50,1
0,425	27,0
0,25	13,0
0,125	6,9
0,075	4,0

[illegible]

Data	dic-20	Sperimentatore : Dott. Geol. P. Greggio
------	--------	---

Direttore                      Dott. Geol. T. Vicenzetto





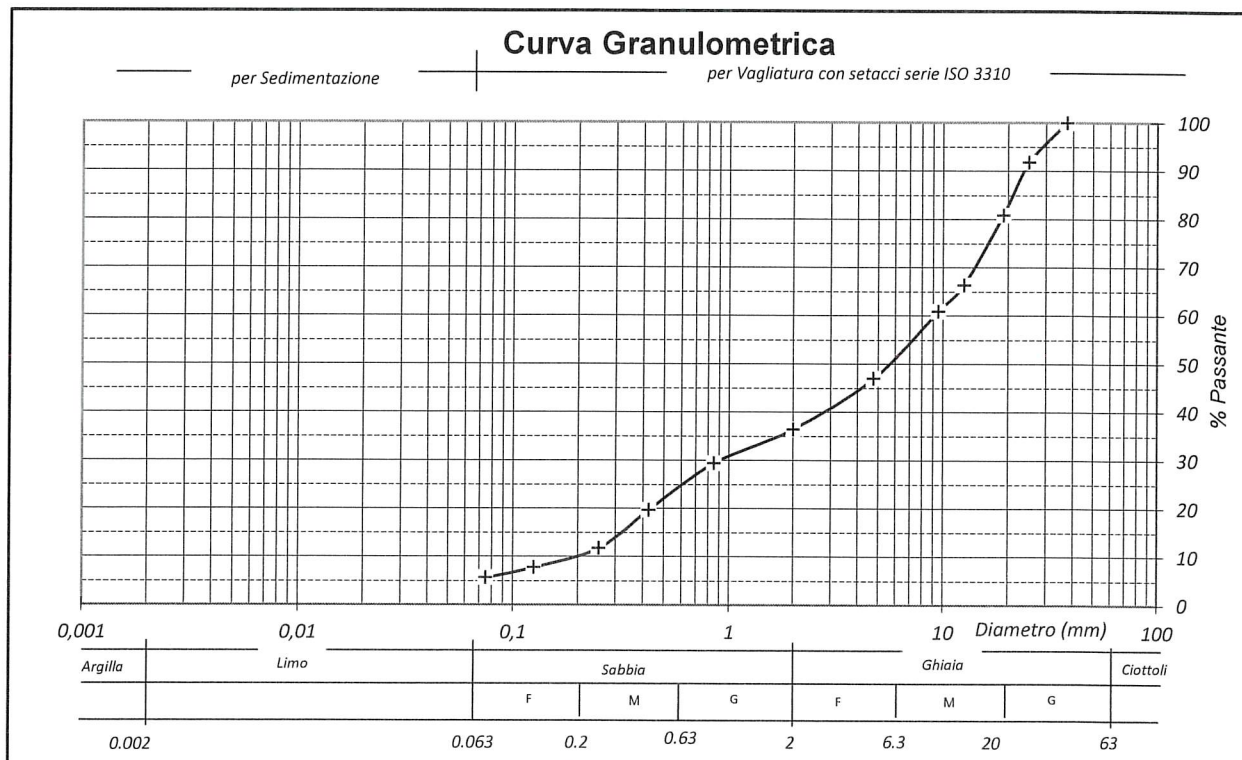
Committente AlPo

<b>Progetto</b>	Opere di contenimento sponda sinistra fiume Adda - Lodi (LO) - Lotto 2
-----------------	--

Sondaggio	S3	Campione	CR6	Profondità (m)	28,00 - 28,50
-----------	----	----------	-----	----------------	---------------

Certificato n°	A38143	Verbale di accettazione campioni n°	A134/20
----------------	--------	-------------------------------------	---------

Data arrivo campione	21/12/2020	Data esecuzione prova:	da	21/12/2020	a	22/12/2020
----------------------	------------	------------------------	----	------------	---	------------



### Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☐

per via umida ☒

### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro

### metodo con pipetta Andreasen

Peso campione analizzato	1995,3	(gr)
--------------------------	--------	------

Massa volumica dei grani

valore assunto ☐

$$\rho_s = \quad \text{Mg/m}^3$$

valore determinato

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
100,0	
75,0	
50,0	
37,5	100,0
25,0	91,8
19,0	80,8
12,5	66,4
9,50	60,9
4,75	47,0
2,00	36,4
0,85	29,4
0,425	19,7
0,25	11,7
0,125	7,8
0,075	5,6

[illegible]

Data	dic-20	Sperimentatore : Dott. Geol. P. Greggio
------	--------	---

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto



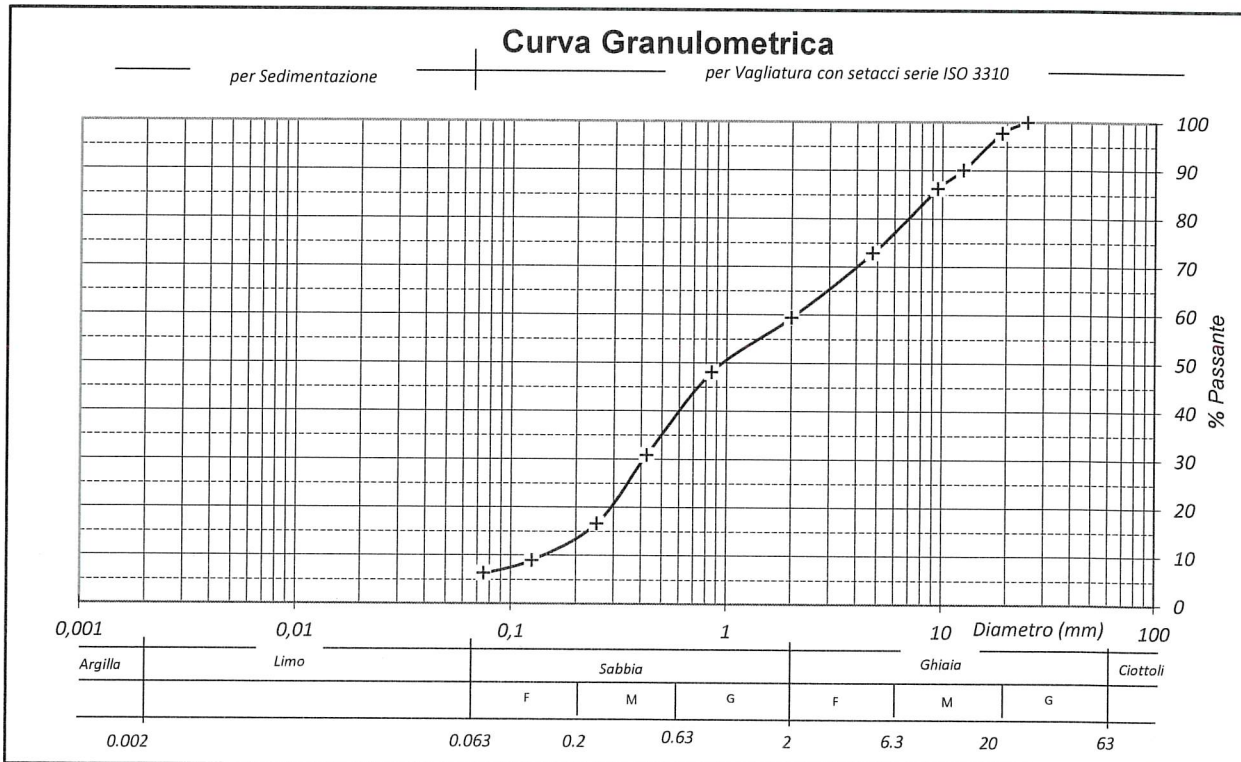
Committente AlPo

<b>Progetto</b>	Opere di contenimento sponda sinistra fiume Adda - Lodi (LO) - Lotto 2
-----------------	--

Sondaggio	S3	Campione	CR7	Profondità (m)	31.00 - 31.50
-----------	----	----------	-----	----------------	---------------

Certificato n°	A38144	Verbale di accettazione campioni n°	A134/20
----------------	--------	-------------------------------------	---------

Data arrivo campione	21/12/2020	Data esecuzione prova:	da	21/12/2020	a	22/12/2020
----------------------	------------	------------------------	----	------------	---	------------



### Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☐

per via umida ☒

### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro

### metodo con pipetta Andreasen

Peso campione analizzato	1322,7	(gr)
--------------------------	--------	------

Massa volumica dei grani

valore assunto ☐

valore determinato

$\rho_s =$  Mg/m<sup>3</sup>

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
100,0	
75,0	
50,0	
37,5	
25,0	100,0
19,0	97,8
12,5	90,1
9,50	86,2
4,75	72,8
2,00	59,4
0,85	48,1
0,425	30,8
0,25	16,6
0,125	9,0
0,075	6,3

[illegible]

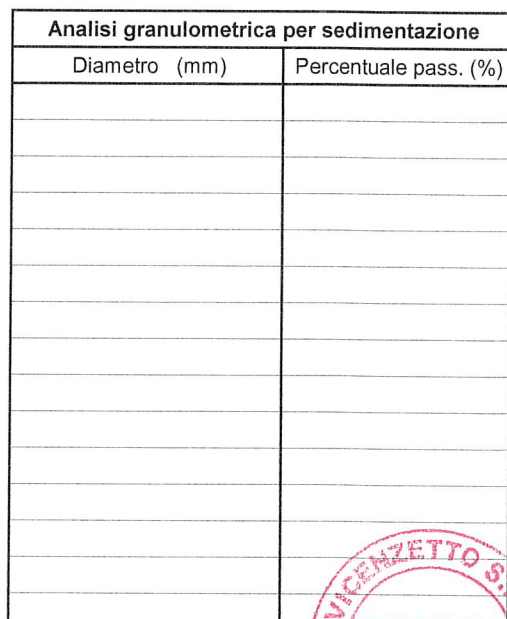
Data	dic-20	Sperimentatore : Dott. Geol. P. Greggio
------	--------	---

Direttore Dott. Geol. T. Vicenzetto





Data arrivo campione	21/12/2020	Data esecuzione prova:	da	21/12/2020	a	22/12/2020
----------------------	------------	------------------------	----	------------	---	------------



Direttore                      Dott. Geol. T. Vicenzetto

**OPERE DI CONTENIMENTO DEI LIVELLI IN  
SPONDA SINISTRA DEL FIUME ADDA  
COMUNE DI LODI**

---

**ESECUZIONE CAMPAGNA DI  
INDAGINI GEOGNOSTICHE  
(II FASE DI INTERVENTO FUNZIONALE)**

**ALLEGATO N.4  
CERTIFICATI ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO**

Rimini, lì 01/12/2020

## RAPPORTO DI PROVA N° 2015979-001 DEL 01/12/2020

Studio: **2015979**  
Data di ricevimento: **19/11/2020**  
Commessa/lotto: **G.152.2020 - Agenzia Interregionale per il fiume Po**  
Campionamento effettuato da: **Committente**  
Data di campionamento: **09/11/2020**  
Codice campione: **2015979-001**  
Descrizione campione: **Terreno S1-TQ1 0.00-1.00**  
Data inizio prova: **19/11/2020** Data fine prova: **30/11/2020**

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.o.Q.	D.M. n° 186 del 05/04/2006 All. 3	Metodi	Param. Accred.
TEST DI CESSIONE							-
Nitrati (ione nitrato)	mg/L	2,30	±0,39	0,1	50	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 10304-1:2009	
Fluoruri (ione fluoruro)	mg/L	< 0,1		0,1	1,5	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 10304-1:2009	
Solfati (ione solfato)	mg/L	2,50	±0,47	0,1	250	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 10304-1:2009	
Cloruri (ione cloruro)	mg/L	1,07	±0,19	0,1	100	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 10304-1:2009	
Cianuri totali (ione cianuro)	µg/L	< 20		20	50	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + ISO 6703-1:1984	
Bario	mg/L	0,111	±0,015	0,0005	1	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Rame	mg/L	0,0111	±0,0015	0,0001	0,05	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Zinco	mg/L	0,0360	±0,0071	0,005	3	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	



segue RAPPORTO DI PROVA N° 2015979-001 del 01/12/2020

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.o.Q.	D.M. n° 186 del 05/04/2006 All. 3	Metodi	Param. Accred.
Berillio	µg/L	0,300	±0,078	0,1	10	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Cobalto	µg/L	1,30	±0,20	0,1	250	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Nichel	µg/L	4,00	±0,63	0,5	10	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Vanadio	µg/L	7,6	±1,0	0,1	250	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Arsenico	µg/L	7,3	±1,0	0,1	50	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Cadmio	µg/L	0,200	±0,060	0,1	5	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Cromo totale	µg/L	3,50	±0,52	0,1	50	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Piombo	µg/L	23,9	±3,8	0,1	50	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Selenio	µg/L	0,80	±0,24	0,5	10	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Mercurio	µg/L	< 0,1		0,1	1	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Amianto	mg/L	< 0,1		0,1	30	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + Allegato 2A DM 06/09/1994	*
Richiesta chimica di ossigeno (COD)	mg/L	15,0	±1,8	5	30	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + ISO 15705:2002	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 2015979-001 del 01/12/2020

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.o.Q.	D.M. n° 186 del 05/04/2006 All. 3	Metodi	Param. Accred.
pH	unità pH	8,95	±0,45	0,01	5,5 - 12,0	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + ISO 10523:2008	

U.M. = Unità di misura

I.M. = Incertezza di misura

L.o.Q. = Limite di quantificazione

Se non diversamente specificato, l'incertezza di misura è estesa e calcolata con un fattore di copertura  $k=2$  corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. L'incertezza di misura associata alle prove non comprende l'incertezza di campionamento. L'incertezza di misura è espressa solo per i risultati superiori al limite di quantificazione.

Tutte le prove sono accreditate ACCREDIA (Param. Accred. = Parametri accreditati) ad esclusione di quelle contrassegnate con l'asterisco (\*).

Determinazione di residui/tracce: i risultati analitici che non risultano conformi al test statistico del recupero, rispetto la fase di validazione del metodo, vengono corretti con il valore di recupero. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del cliente e se utilizzato per il calcolo del risultato analitico sono riportati nel rapporto di prova.

Documento firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs n°82 del 07 marzo 2005 e s.m.i.

Il Gruppo C.S.A. S.p.A. non è responsabile del campionamento: i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.

Ulteriori informazioni relative a specifici metodi di prova eventualmente non incluse nel presente rapporto di prova sono disponibili presso il laboratorio e possono essere fornite previa formale richiesta.

I risultati analitici si riferiscono solo agli oggetti sottoposti a prova.

Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio

Unità Produttiva Laboratori

il Direttore

Dr. Ivan Fagiolino

FAGIOLINO

CHIMICO

A1688

Rimini, lì 01/12/2020

## RAPPORTO DI PROVA N° 2015979-002 DEL 01/12/2020

Studio: **2015979**  
Data di ricevimento: **19/11/2020**  
Commessa/lotto: **G.152.2020 - Agenzia Interregionale per il fiume Po**  
Campionamento effettuato da: **Committente**  
Data di campionamento: **09/11/2020**  
Codice campione: **2015979-002**  
Descrizione campione: **Terreno S2-TQ1 0.00-3.00**  
Data inizio prova: **19/11/2020** Data fine prova: **30/11/2020**

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.o.Q.	D.M. n° 186 del 05/04/2006 All. 3	Metodi	Param. Accred.
TEST DI CESSIONE							-
Nitrati (ione nitrato)	mg/L	2,00	±0,34	0,1	50	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 10304-1:2009	
Fluoruri (ione fluoruro)	mg/L	< 0,1		0,1	1,5	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 10304-1:2009	
Solfati (ione solfato)	mg/L	1,80	±0,33	0,1	250	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 10304-1:2009	
Cloruri (ione cloruro)	mg/L	1,73	±0,30	0,1	100	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 10304-1:2009	
Cianuri totali (ione cianuro)	µg/L	< 20		20	50	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + ISO 6703-1:1984	
Bario	mg/L	0,0485	±0,0065	0,0005	1	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Rame	mg/L	0,00530	±0,00073	0,0001	0,05	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Zinco	mg/L	0,0320	±0,0062	0,005	3	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	



segue RAPPORTO DI PROVA N° 2015979-002 del 01/12/2020

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.o.Q.	D.M. n° 186 del 05/04/2006 All. 3	Metodi	Param. Accred.
Berillio	µg/L	0,100	±0,049	0,1	10	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Cobalto	µg/L	0,90	±0,14	0,1	250	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Nichel	µg/L	4,50	±0,69	0,5	10	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Vanadio	µg/L	7,30	±0,96	0,1	250	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Arsenico	µg/L	7,8	±1,1	0,1	50	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Cadmio	µg/L	0,100	±0,046	0,1	5	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Cromo totale	µg/L	5,30	±0,78	0,1	50	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Piombo	µg/L	8,8	±1,5	0,1	50	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Selenio	µg/L	< 0,5		0,5	10	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Mercurio	µg/L	< 0,1		0,1	1	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Amianto	mg/L	< 0,1		0,1	30	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + Allegato 2A DM 06/09/1994	*
Richiesta chimica di ossigeno (COD)	mg/L	7,00	±0,84	5	30	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + ISO 15705:2002	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 2015979-002 del 01/12/2020

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.o.Q.	D.M. n° 186 del 05/04/2006 All. 3	Metodi	Param. Accred.
pH	unità pH	9,20	±0,46	0,01	5,5 - 12,0	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + ISO 10523:2008	

U.M. = Unità di misura  
I.M. = Incertezza di misura  
L.o.Q. = Limite di quantificazione

Se non diversamente specificato, l'incertezza di misura è estesa e calcolata con un fattore di copertura  $k=2$  corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. L'incertezza di misura associata alle prove non comprende l'incertezza di campionamento. L'incertezza di misura è espressa solo per i risultati superiori al limite di quantificazione.

Tutte le prove sono accreditate ACCREDIA (Param. Accred. = Parametri accreditati) ad esclusione di quelle contrassegnate con l'asterisco (\*).

Determinazione di residui/tracce: i risultati analitici che non risultano conformi al test statistico del recupero, rispetto la fase di validazione del metodo, vengono corretti con il valore di recupero. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del cliente e se utilizzato per il calcolo del risultato analitico sono riportati nel rapporto di prova.

Documento firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs n°82 del 07 marzo 2005 e s.m.i.

Il Gruppo C.S.A. S.p.A. non è responsabile del campionamento: i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.

Ulteriori informazioni relative a specifici metodi di prova eventualmente non incluse nel presente rapporto di prova sono disponibili presso il laboratorio e possono essere fornite previa formale richiesta.

I risultati analitici si riferiscono solo agli oggetti sottoposti a prova.  
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio

Unità Produttiva Laboratori

Il Direttore

Dr. Ivan Fagiolino

FAGIOLINO

CHIMICO

A1688

Rimini, lì 01/12/2020

## RAPPORTO DI PROVA N° 2015979-003 DEL 01/12/2020

Studio: **2015979**  
Data di ricevimento: **19/11/2020**  
Commessa/lotto: **G.152.2020 - Agenzia Interregionale per il fiume Po**  
Campionamento effettuato da: **Committente**  
Data di campionamento: **09/11/2020**  
Codice campione: **2015979-003**  
Descrizione campione: **Terreno S3-TQ1 0.00-1.00**  
Data inizio prova: **19/11/2020** Data fine prova: **30/11/2020**

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.o.Q.	D.M. n° 186 del 05/04/2006 All. 3	Metodi	Param. Accred.
TEST DI CESSIONE							-
Nitrati (ione nitrato)	mg/L	0,300	±0,043	0,1	50	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 10304-1:2009	
Fluoruri (ione fluoruro)	mg/L	< 0,1		0,1	1,5	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 10304-1:2009	
Solfati (ione solfato)	mg/L	1,00	±0,17	0,1	250	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 10304-1:2009	
Cloruri (ione cloruro)	mg/L	1,37	±0,24	0,1	100	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 10304-1:2009	
Cianuri totali (ione cianuro)	µg/L	< 20		20	50	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + ISO 6703-1:1984	
Bario	mg/L	0,0435	±0,0059	0,0005	1	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Rame	mg/L	0,00530	±0,00073	0,0001	0,05	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Zinco	mg/L	0,0150	±0,0027	0,005	3	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	



segue RAPPORTO DI PROVA N° 2015979-003 del 01/12/2020

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.o.Q.	D.M. n° 186 del 05/04/2006 All. 3	Metodi	Param. Accred.
Berillio	µg/L	0,200	±0,063	0,1	10	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Cobalto	µg/L	1,10	±0,17	0,1	250	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Nichel	µg/L	5,60	±0,83	0,5	10	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Vanadio	µg/L	6,90	±0,91	0,1	250	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Arsenico	µg/L	7,1	±1,0	0,1	50	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Cadmio	µg/L	< 0,1		0,1	5	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Cromo totale	µg/L	6,40	±0,93	0,1	50	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Piombo	µg/L	7,2	±1,2	0,1	50	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Selenio	µg/L	< 0,5		0,5	10	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Mercurio	µg/L	< 0,1		0,1	1	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + UNI EN ISO 17294-2:2016	
Amianto	mg/L	< 0,1		0,1	30	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + Allegato 2A DM 06/09/1994	*
Richiesta chimica di ossigeno (COD)	mg/L	14,0	±1,7	5	30	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + ISO 15705:2002	

segue RAPPORTO DI PROVA N° 2015979-003 del 01/12/2020

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.o.Q.	D.M. n° 186 del 05/04/2006 All. 3	Metodi	Param. Accred.
pH	unità pH	9,55	±0,48	0,01	5,5 - 12,0	UNI 10802:2013 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + ISO 10523:2008	

U.M. = Unità di misura  
I.M. = Incertezza di misura  
L.o.Q. = Limite di quantificazione

Se non diversamente specificato, l'incertezza di misura è estesa e calcolata con un fattore di copertura  $k=2$  corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. L'incertezza di misura associata alle prove non comprende l'incertezza di campionamento. L'incertezza di misura è espressa solo per i risultati superiori al limite di quantificazione.

Tutte le prove sono accreditate ACCREDIA (Param. Accred. = Parametri accreditati) ad esclusione di quelle contrassegnate con l'asterisco (\*).

Determinazione di residui/tracce: i risultati analitici che non risultano conformi al test statistico del recupero, rispetto la fase di validazione del metodo, vengono corretti con il valore di recupero. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del cliente e se utilizzato per il calcolo del risultato analitico sono riportati nel rapporto di prova.

Documento firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs n°82 del 07 marzo 2005 e s.m.i.

Il Gruppo C.S.A. S.p.A. non è responsabile del campionamento: i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.

Ulteriori informazioni relative a specifici metodi di prova eventualmente non incluse nel presente rapporto di prova sono disponibili presso il laboratorio e possono essere fornite previa formale richiesta.

I risultati analitici si riferiscono solo agli oggetti sottoposti a prova.  
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio

Unità Produttiva Laboratori

il Direttore

Dr. Ivan Fagiolino

FAGIOLINO

CHIMICO

A1688