

# COMUNE DI VALLECROSA



**RISQ'EAU**

**Aumento della resilienza dei territori  
ALCOTRA a rischio inondazioni improvvise e  
inquinamento acque**

Programmazione Comunitaria 2014/2020

Programma Interrag V-A Italia    Francia ALCOTRA II<sup>^</sup> Progetti singoli Asse 2

**TORRENTE VERBONE  
ANALISI GRANULOMETRICA IN ALVEO**

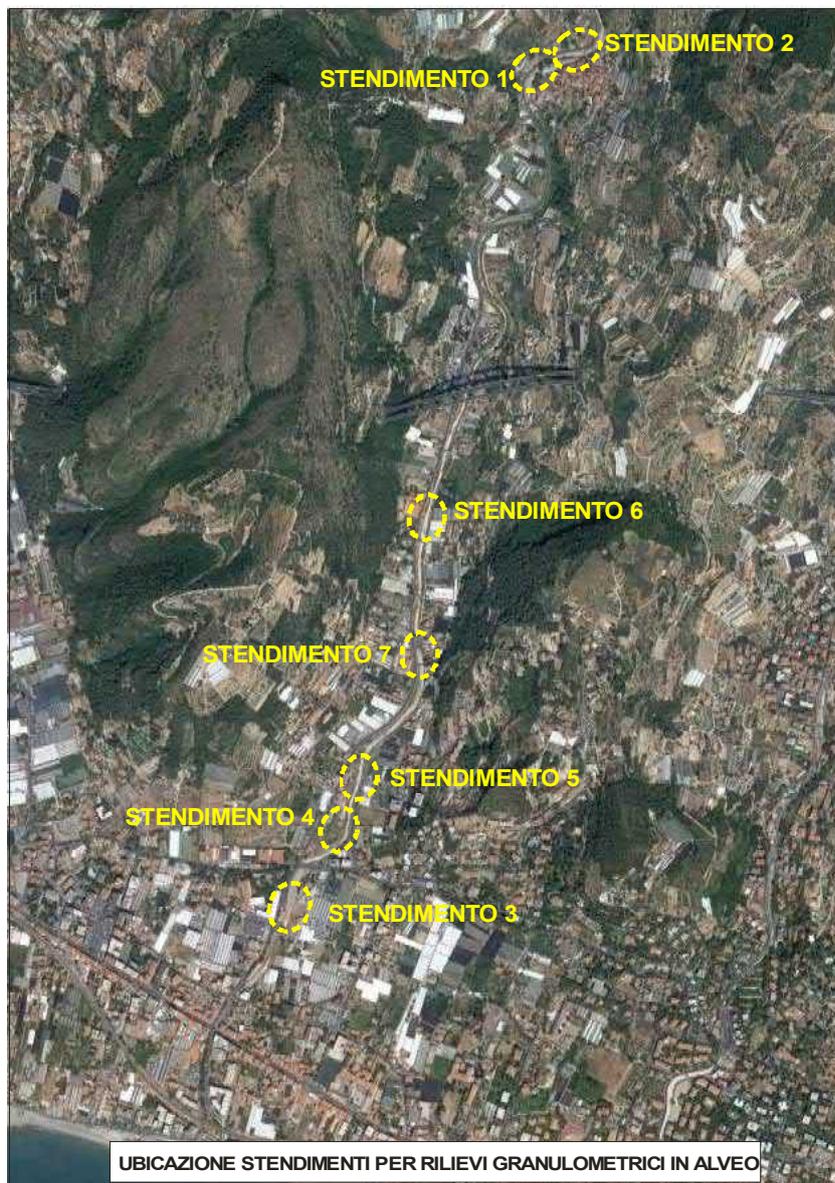
## **CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE IN ALVEO CON DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DEI SEDIMENTI MEDIO - GROSSOLANI**

Interessanti considerazioni circa il trasporto solido possono essere fatte caratterizzando il materiale presente in alveo. Per ottenere una caratterizzazione soddisfacente oltre a definirne la natura (calcareo, arenaceo o altro) è opportuno venire a conoscenza della distribuzione granulometrica dei sedimenti; tale distribuzione è, senza dubbio, un supporto indispensabile per determinare ad esempio:

- la stima della scabrezza idraulica del torrente;
- la valutazione di parametri idraulici di soglia (portata liquida, velocità media della corrente, sforzo tangenziale) in corrispondenza ai quali ha inizio il trasporto solido di fondo;
- il calcolo della capacità di trasporto solido del torrente.

Il metodo classico ed universalmente diffuso per la stima analitica della granulometria di un deposito consiste nel prelievo di una quantità di materiale sufficientemente rappresentativa la quale viene sottoposta ad un'analisi di laboratorio che consiste sostanzialmente nel vagliare i sedimenti con setacci a maglie quadrate aventi diametri standard. Tale procedura è facilmente applicabile per corsi d'acqua caratterizzati da alvei sabbiosi e ghiaiosi mentre incontra notevoli difficoltà pratiche e logistiche per letti con sedimenti grossolani; poiché il caso in esame ricade in questa seconda situazione si sono, pertanto, ricercate metodologie alternative in grado di fornire, comunque, risultati attendibili e significativi. Tali metodi consistono essenzialmente nella sostituzione della curva granulometrica "classica" con una curva in cui le percentuali dei passanti si riferiscono a frequenze dei diametri del campione ed ottenuta, pertanto, dal campionamento numerale del materiale (Lenzi, 1992). Ogni ciottolo può essere assimilato ad un ellissoide le cui dimensioni principali sono costituite dai tre diametri misurati in corrispondenza dei suoi assi principali (convenzionalmente "a": diametro massimo, "b": diametro intermedio e "c": diametro minimo); nella determinazione della granulometria numerale si prevede di non rimuovere i sedimenti dall'alveo ma di misurare sul terreno il loro diametro intermedio "b" il quale determinerà il passaggio o meno del campione attraverso la maglia di un setaccio (Wolman, 1954). Nel caso in oggetto si è provveduto al campionamento dei sedimenti in alveo utilizzando la metodologia "in linea" (transect-line) con realizzazione di

n. 7 stendimenti di m 20 di lunghezza ciascuno (con rotella metrica) opportunamente ubicati nei tratti di alveo interessati dall'indagine (per l'esatta ubicazione si rimanda alla consultazione dell'elaborato cartografico specifico) ed alla conseguente misura dei diametri a,b, e c dei campioni riscontrati ad intervalli di m 0,5 (per un totale di 280 campioni); sulla base di quanto affermato in precedenza particolare attenzione è stata ovviamente posta alla misura del diametro intermedia "b".



Nelle pagine seguenti vengono riportate in opportune tabelle riassuntive le misurazioni effettuate sul terreno:

## STENDIMENTO N. 1 – VALLECROSA ALTA LATO SUD

Distanza (m)	Diametro massimo "a" (mm)	Diametro intermedio "b" (mm)	Diametro minimo "c" (mm)
0.5	80	50	44
1.0	180	85	80
1.5	120	75	30
2.0	46	27	5
2.5	130	79	57
3.0	97	30	18
3.5	99	59	26
4.0	163	84	42
4.5	117	80	44
5.0	37	26	23
5.5	72	27	16
6.0	75	40	19
6.5	127	46	26
7.0	51	27	14
7.5	53	39	32
8.0	31	28	13
8.5	63	35	10
9.0	168	110	51
9.5	155	107	40
10.0	78	68	18
10.5	127	73	48
11.0	111	89	37
11.5	152	109	53
12.0	88	73	53

12.5	24	14	3
13.0	143	112	41
13.5	36	31	9
14.0	139	82	61
14.5	64	43	27
15.0	175	76	38
15.5	71	46	21
16.0	121	75	38
16.5	123	96	61
17.0	48	21	19
17.5	78	48	18
18.0	61	43	17
18.5	60	45	9
19.0	129	83	63
19.5	71	33	12
20.0	82	35	18

Lo stendimento n. 1, realizzato in corrispondenza dell'abitato di Vallecrosia alta, nel settore meridionale dello stesso, ha fornito un valore minimo di diametro intermedio "b" di 14 mm ed un massimo di 112 mm (con una media di 59 mm).



### STENDIMENTO N. 2 – VALLECROSA ALTA LATO NORD

Distanza (m)	Diametro massimo "a" (mm)	Diametro intermedio "b" (mm)	Diametro minimo "c" (mm)
0.5	111	88	42
1.0	178	84	73
1.5	112	55	34
2.0	213	139	134
2.5	65	57	39
3.0	127	68	42
3.5	100	66	28
4.0	89	79	24
4.5	99	56	22
5.0	88	72	23



# Interreg

## ALCOTRA

### ORISQ'EAU



UNIONE EUROPEA  
UNIONE EUROPEA

Fonds européen de développement régional  
Fondo europeo di sviluppo regionale

5.5	171	127	89
6.0	33	20	17
6.5	38	23	20
7.0	89	65	39
7.5	67	49	15
8.0	128	78	74
8.5	69	44	27
9.0	84	66	44
9.5	47	34	21
10.0	43	26	4
10.5	124	68	46
11.0	56	27	13
11.5	115	98	34
12.0	61	35	18
12.5	189	136	62
13.0	83	46	35
13.5	138	97	86
14.0	72	53	38
14.5	164	96	60
15.0	58	55	19
15.5	258	233	135
16.0	97	60	22
16.5	110	52	29
17.0	82	70	39
17.5	81	46	19
18.0	41	36	4
18.5	142	106	31
19.0	164	121	58



19.5	64	38	15
20.0	71	48	18

Lo stendimento n. 2, realizzato in corrispondenza dell'abitato di Vallecrosia alta, nel settore settentrionale dello stesso, ha fornito un valore minimo di diametro intermedio "b" di 20 mm ed un massimo di 233 mm (con una media di 70 mm).



### STENDIMENTO N. 3 – VALLECROSA PONTE NUOVO VIA ROMA ALTEZZA CONAD

Distanza (m)	Diametro massimo "a" (mm)	Diametro intermedio "b" (mm)	Diametro minimo "c" (mm)
0.5	308	179	91



# Interreg

## ALCOTRA

### ORISQ'EAU



UNIONE EUROPEA  
UNIONE EUROPEA

Fonds européen de développement régional  
Fondo europeo di sviluppo regionale

1.0	55	46	36
1.5	111	62	33
2.0	76	39	29
2.5	51	31	18
3.0	31	31	3
3.5	26	18	11
4.0	62	34	29
4.5	116	86	28
5.0	108	56	27
5.5	34	16	8
6.0	52	40	19
6.5	64	58	17
7.0	84	51	31
7.5	46	33	24
8.0	79	57	48
8.5	76	42	12
9.0	33	19	13
9.5	99	85	60
10.0	31	21	15
10.5	63	57	18
11.0	38	25	6
11.5	102	44	24
12.0	63	41	17
12.5	122	91	63
13.0	40	24	7
13.5	89	33	22
14.0	52	46	21
14.5	91	52	26



15.0	117	76	64
15.5	46	25	5
16.0	67	46	16
16.5	68	41	37
17.0	41	16	9
17.5	88	69	18
18.0	177	129	43
18.5	46	31	17
19.0	104	65	21
19.5	90	53	16
20.0	294	137	98

Lo stendimento n. 3 realizzato in corrispondenza del settore d'alveo compreso tra il ponte della Via Romana ed il ponte nuovo antistante la Conad, poco a Nord di quest'ultimo, ha fornito un valore minimo di diametro intermedio "b" di 16 mm (2 volte) ed un massimo di 179mm (con una media di 53 mm).



### STENDIMENTO N. 4 – VALLECROSA AREA EX VASERIA TONET

Distanza (m)	Diametro massimo "a" (mm)	Diametro intermedio "b" (mm)	Diametro minimo "c" (mm)
0.5	96	77	23
1.0	33	21	13
1.5	32	29	9
2.0	28	18	10
2.5	66	57	32
3.0	127	88	47
3.5	53	27	16
4.0	90	64	28
4.5	67	39	24
5.0	79	40	18



# Interreg

## ALCOTRA

### ORISQ'EAU



UNIONE EUROPEA  
UNIONE EUROPEA

Fonds européen de développement régional  
Fondo europeo di sviluppo regionale

5.5	39	21	16
6.0	112	92	60
6.5	93	71	44
7.0	42	24	17
7.5	106	79	27
8.0	156	115	67
8.5	47	28	27
9.0	74	24	23
9.5	46	24	20
10.0	86	64	38
10.5	138	69	31
11.0	111	53	35
11.5	208	155	96
12.0	22	19	9
12.5	71	34	14
13.0	49	40	14
13.5	103	39	22
14.0	44	32	21
14.5	59	39	38
15.0	57	34	29
15.5	15	14	7
16.0	106	59	46
16.5	53	48	11
17.0	88	52	24
17.5	49	39	25
18.0	33	25	15
18.5	79	72	31
19.0	29	23	16



19.5	92	48	32
20.0	30	27	17

Lo stendimento n. 4, realizzato a monte del ponte della Via Romana, nei pressi dell'ex vaseria Tonet, ha fornito un valore minimo di diametro intermedio "b" di 14 mm ed un massimo di 155 mm (con una media di 48 mm).



### STENDIMENTO N. 5 – VALLECROSA AREA "TASSELLI"

Distanza (m)	Diametro massimo "a" (mm)	Diametro intermedio "b" (mm)	Diametro minimo "c" (mm)
0.5	33	22	9
1.0	120	63	48
1.5	318	232	212
2.0	116	94	46



# Interreg

## ALCOTRA

### ORISQ'EAU



UNIONE EUROPEA  
UNIONE EUROPEA

Fonds européen de développement régional  
Fondo europeo di sviluppo regionale

2.5	66	58	29
3.0	61	30	14
3.5	151	79	49
4.0	78	58	41
4.5	158	118	44
5.0	312	155	132
5.5	60	41	18
6.0	115	93	77
6.5	168	113	42
7.0	59	44	15
7.5	96	64	43
8.0	305	139	96
8.5	163	103	51
9.0	131	78	62
9.5	69	39	21
10.0	418	285	276
10.5	86	58	24
11.0	258	114	73
11.5	48	23	19
12.0	152	89	58
12.5	184	165	62
13.0	55	34	27
13.5	156	49	39
14.0	86	47	40
14.5	96	58	37
15.0	100	57	22
15.5	78	58	36
16.0	253	172	121



16.5	75	53	29
17.0	23	21	19
17.5	348	223	152
18.0	84	63	36
18.5	86	49	31
19.0	41	29	17
19.5	106	63	24
20.0	112	88	39



Lo stendimento n. 5, realizzato a monte del ponte della Via Romana, in corrispondenza dell'immobile magazzino/punto vendita della ditta Tasselli, ha fornito un valore minimo di diametro intermedio "b" di 21 mm ed un massimo di 285 mm (con una media di 85 mm).

## STENDIMENTO N. 6 – VALLECROSIA TENNIS CLUB QUADRIFOGLIO

Distanza (m)	Diametro massimo "a" (mm)	Diametro intermedio "b" (mm)	Diametro minimo "c" (mm)
0.5	114	93	18
1.0	231	219	57
1.5	324	320	118
2.0	261	164	141
2.5	44	32	23
3.0	72	52	28
3.5	411	228	198
4.0	64	53	45
4.5	25	19	4
5.0	121	74	23
5.5	59	33	23
6.0	62	43	18
6.5	326	191	106
7.0	77	53	31
7.5	196	144	42
8.0	147	86	41
8.5	217	158	148
9.0	37	22	11
9.5	229	211	85
10.0	74	61	26
10.5	53	41	29
11.0	645	405	169
11.5	349	128	113
12.0	91	62	31

12.5	117	109	72
13.0	243	229	82
13.5	105	46	43
14.0	114	72	18
14.5	44	33	13
15.0	169	44	35
15.5	71	40	33
16.0	649	453	371
16.5	69	56	24
17.0	54	28	10
17.5	34	22	19
18.0	194	149	103
18.5	225	151	69
19.0	50	38	29
19.5	41	21	17
20.0	358	311	154

Lo stendimento n. 6, realizzato nei pressi del tennis club denominato “Il Quadrifoglio”, ha fornito un valore minimo di diametro intermedio “b” di 19 mm ed un massimo di 453 mm (con una media di 117 mm).



# Interreg

## ALCOTRA

### RISQ'EAU

Fonds européen de développement régional  
Fondo europeo di sviluppo regionale



UNIONE EUROPEA  
UNIONE EUROPEA



### STENDIMENTO N. 7 – VALLECROSA RISTORANTE ERIO

Distanza (m)	Diametro massimo "a" (mm)	Diametro intermedio "b" (mm)	Diametro minimo "c" (mm)
0.5	117	78	33
1.0	115	94	37
1.5	47	23	9
2.0	131	104	21
2.5	52	31	22
3.0	123	81	31
3.5	129	72	42
4.0	76	62	23
4.5	49	33	24





# Interreg

## ALCOTRA

### ORISQ'EAU



UNIONE EUROPEA  
UNIONE EUROPEA

Fonds européen de développement régional  
Fondo europeo di sviluppo regionale

5.0	112	50	39
5.5	68	49	18
6.0	53	32	14
6.5	106	67	38
7.0	76	55	29
7.5	35	21	10
8.0	88	61	46
8.5	101	71	48
9.0	40	30	17
9.5	242	158	81
10.0	104	77	51
10.5	25	19	18
11.0	68	48	27
11.5	14	12	5
12.0	58	44	22
12.5	53	30	18
13.0	128	117	88
13.5	62	45	18
14.0	156	107	66
14.5	132	87	49
15.0	303	183	122
15.5	64	42	24
16.0	68	47	29
16.5	112	81	19
17.0	82	36	18
17.5	59	41	17
18.0	73	50	29
18.5	51	37	20



19.0	26	15	5
19.5	118	86	42
20.0	90	63	32

Lo stendimento n. 7, realizzato nei pressi del noto ristorante “Erio”, ha fornito un valore minimo di diametro intermedio “b” di 12 mm ed un massimo di 183 mm (con una media di 61 mm).



Una volta riportati i valori di “b” misurati in sito (complessivamente n. 280 misure) si è provveduto all’elaborazione di tali misure consistita in primis nell’ordinamento in ordine decrescente dei dati; si è poi suddiviso il campione in classi granulometriche sulla base della classificazione riportata dall’American Geophysical Union (adeguatamente semplificata) la quale fornisce gli intervalli di diametro per le differenti classi (massi grossi, massi medi, ciottoli

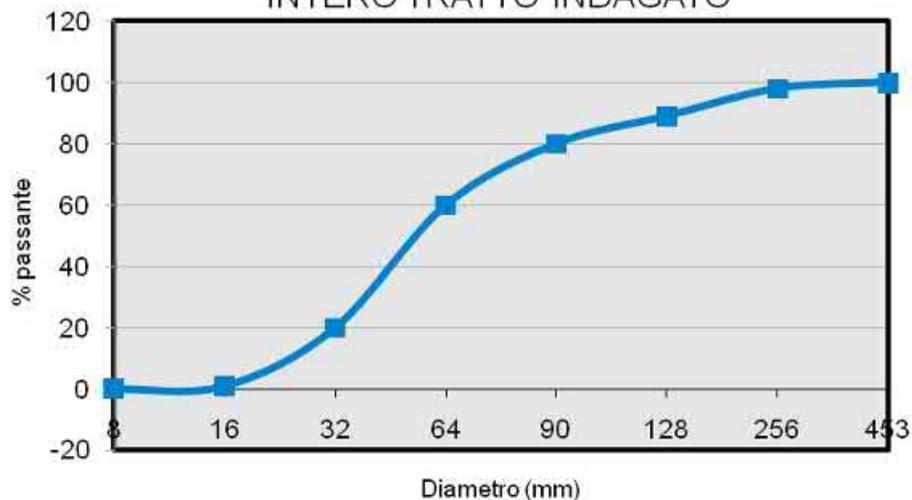


grossi etc...). Sulla base di tali considerazioni è stato possibile determinare i vari campioni tratti dai setacci ideali con maglie di diametro corrispondente ai limiti delle classi granulometriche e costruire, infine la curva granulometrica rappresentativa, riportante in ascissa i valori del diametro (in mm) ed in ordinata le % del passante in funzione dei vari limiti di diametro imposti per le differenti classi.

Vengono di seguito riportati i risultati ottenuti dalle suddette elaborazioni:

<b>TIPO DI SEDIMENTO</b>	<b>INTERVALLO DI DIAMETRO (MM)</b>	<b>N. CAMPIONI TRATTENUTI</b>	<b>N. CAMPIONI PASSANTI</b>	<b>% PASSANTE</b>
<b>Massi piccoli</b>	256 - 512	5	275	98
<b>Ciottoli grossi</b>	128 - 256	26	249	89
<b>Ciottoli medi</b>	90 - 128	26	223	80
<b>Ciottoli piccoli</b>	64 - 90	54	169	60
<b>Ghiaia molto grossa</b>	32 - 64	113	56	20
<b>Ghiaia grossa</b>	16 - 32	52	4	1
<b>Ghiaia media</b>	8 - 16	4	0	0

CURVA GRANULOMETRICA DA CAMPIONAMENTO  
NUMERALE  
INTERO TRATTO INDAGATO



L'interpretazione dei risultati e della curva ottenuti consentono una caratterizzazione, se pur indicativa, del materiale costituente l'alveo del torrente nel settore medio terminale dell'asta, caratterizzato da sedimentazione sufficientemente significativa; dalla curva si deduce come i depositi siano costituiti principalmente da ghiaia molto grossa e ciottoli piccoli con subordinata percentuale di ghiaia grossa e ciottoli medi e grossi. Oltre a quanto sopra si riscontrano massi per lo più piccoli non particolarmente diffusi.

Per quel che concerne le frazioni più fini (ad un esame visivo principalmente sabbiose con ghiaia piccola e subordinata percentuale di limo e argilla), queste non sono state ovviamente considerate nello studio effettuato poiché ritenute comunque subordinate e meno significative nelle dinamiche dell'alveo.

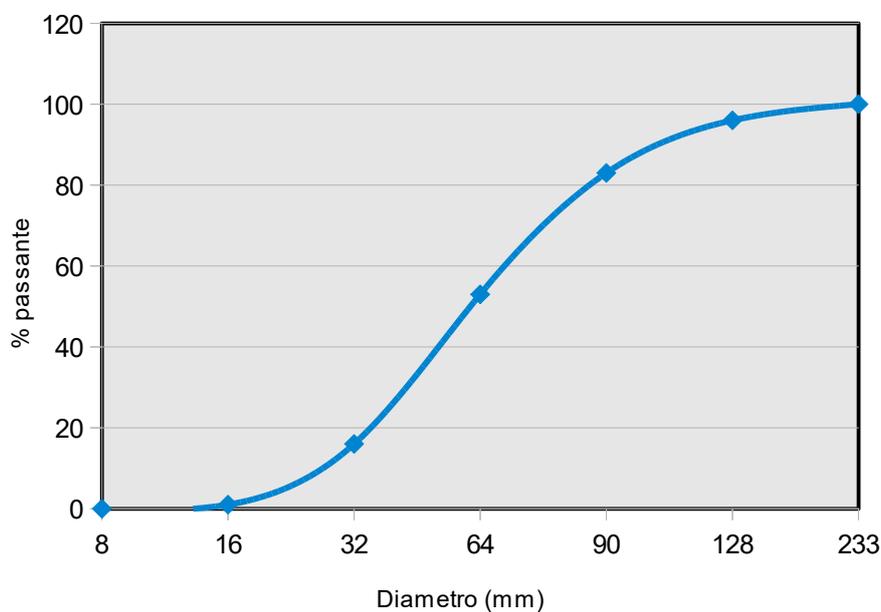
Al fine di determinare eventuali sensibili disomogeneità locali nella composizione granulometrica dei depositi in alveo si è deciso quindi di stimare la curva granulometrica specifica per n. 3 differenti settori analizzati:

- settore Nord riguardante il tratto in corrispondenza dell'abitato di Vallecrosia Alta (stese 1 e 2);
- settore Sud riguardante il tratto poco a monte e poco a valle del ponte sulla Via Romana (stese 3, 4 e 5);
- settore intermedio riguardante il tratto compreso tra il ponte dell'autostrada ed il ristorante Erio (stese 6 e 7);

### SETTORE NORD – VALLECROSIA ALTA (STESE 1-2)

<i>TIPO DI SEDIMENTO</i>	<i>INTERVALLO DI DIAMETRO (MM)</i>	<i>N. CAMPIONI TRATTENUTI</i>	<i>N. CAMPIONI PASSANTI</i>	<i>% PASSANTE</i>
<b>Ciottoli grossi</b>	128 - 256	3	77	96
<b>Ciottoli medi</b>	90 - 128	11	66	83
<b>Ciottoli piccoli</b>	64 - 90	24	42	53
<b>Ghiaia molto grossa</b>	32 - 64	29	13	16
<b>Ghiaia grossa</b>	16 - 32	12	1	1
<b>Ghiaia media</b>	8 - 16	1	0	0

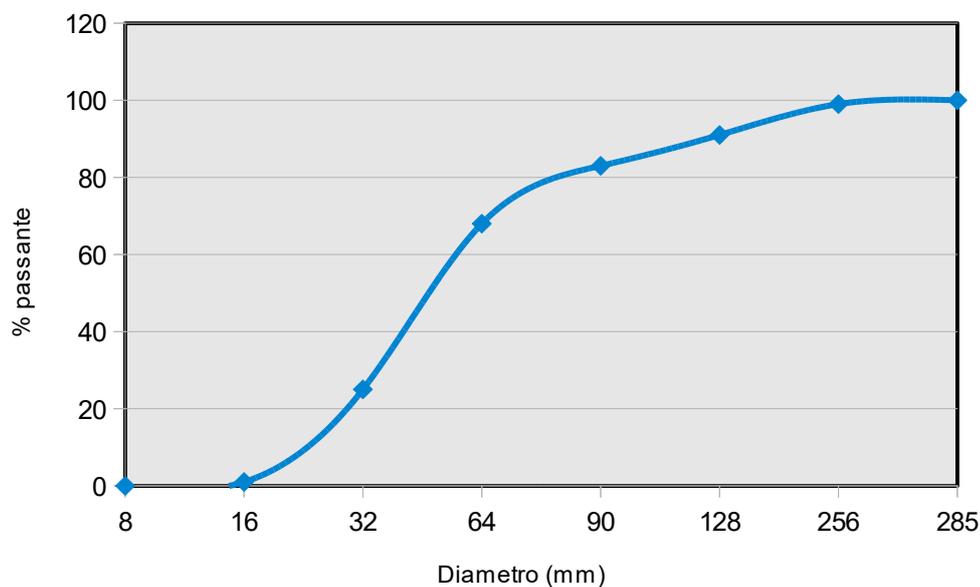
### CURVA GRANULOMETRICA SETTORE NORD



### SETTORE SUD – PONTE SULLA ROMANA (STESE 3-4-5)

<i>TIPO DI SEDIMENTO</i>	<i>INTERVALLO DI DIAMETRO (MM)</i>	<i>N. CAMPIONI TRATTENUTI</i>	<i>N. CAMPIONI PASSANTI</i>	<i>% PASSANTE</i>
Massi piccoli	256 - 512	1	119	99
Ciottoli grossi	128 - 256	10	109	91
Ciottoli medi	90 - 128	9	100	83
Ciottoli piccoli	64 - 90	18	82	68
Ghiaia molto grossa	32 - 64	52	30	25
Ghiaia grossa	16 - 32	29	1	1
Ghiaia media	8 - 16	1	0	0

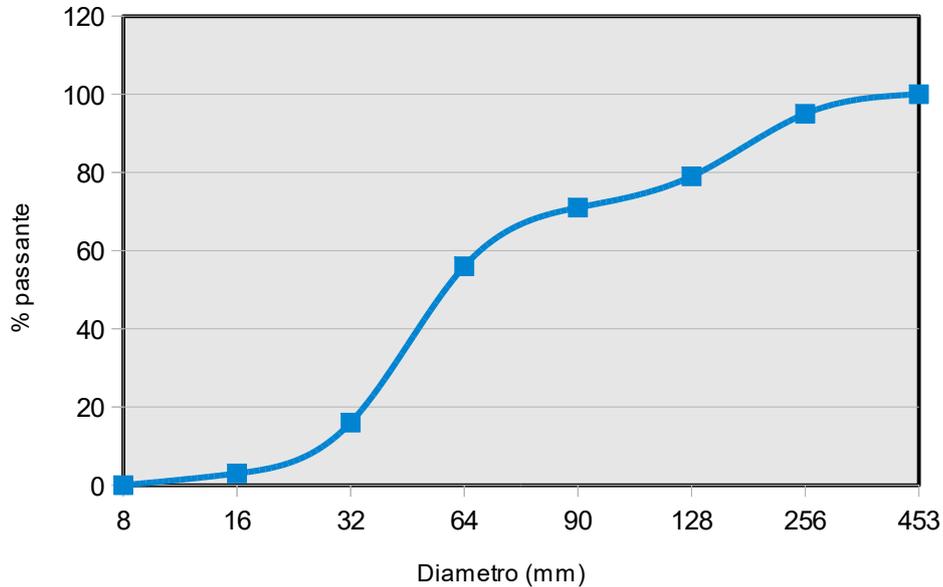
## CURVA GRANULOMETRICA SETTORE SUD



### SETTORE INTERMEDIO – TRA RISTORANTE ERIO E PONTE DELL'AUTOSTRADA (STESE 6-7)

<b>TIPO DI SEDIMENTO</b>	<b>INTERVALLO DI DIAMETRO (MM)</b>	<b>N. CAMPIONI TRATTENUTI</b>	<b>N. CAMPIONI PASSANTI</b>	<b>% PASSANTE</b>
Massi piccoli	256 - 512	4	76	95
Ciottoli grossi	128 - 256	13	63	79
Ciottoli medi	90 - 128	6	57	71
Ciottoli piccoli	64 - 90	12	45	56
Ghiaia molto grossa	32 - 64	32	13	16
Ghiaia grossa	16 - 32	11	2	3
Ghiaia media	8 - 16	2	0	0

## CURVA GRANULOMETRICA SETTORE INTERMEDIO



Alla luce di quanto sopra, emerge come nei differenti settori indagati non sussistono variazioni granulometriche importanti; permane, infatti, la predominanza della ghiaia molto grossa con subordinati ciottoli piccoli e ghiaia grossa. Si riscontrano esclusivamente locali variazioni di modesta entità quali ad esempio un lieve incremento della percentuale di ciottoli grossi nel settore intermedio e della ghiaia grossa nel settore sud.

Dai dati ottenuti è infine possibile stimare alcuni parametri caratteristici del rilievo granulometrico; tra questi uno dei più significativi risulta essere senza dubbio il diametro medio ( $D_m$ ) della distribuzione calcolato come sommatoria dei prodotti delle frequenze assolute di ciascuna classe per il diametro medio della classe. Nella seguente tabella sono riportati tali valori ricordando che la frequenza assoluta è data dalla differenza delle frequenze (in %) tra due classi contigue:



<b>CLASSE</b>	<b>FREQUENZA ASSOLUTA (FI)</b>	<b>DIAMETRO MEDIO DELLA CLASSE (DI)</b>	<b>PRODOTTI FI*DI</b>
Massi piccoli	2%	384	768
Ciottoli grossi	9%	192	1728
Ciottoli Medi	9%	109	981
Ciottoli piccoli	20%	77	1540
Ghiaia molto grossa	40%	48	1920
Ghiaia grossa	19%	24	456
Ghiaia media	1%	12	12

*Sommatoria dei prodotti = 7.405*

Dividendo, infine, la sommatoria dei prodotti per 100 (giacché le frequenze sono state espresse in %) si ottiene il diametro medio:

$$D_m = 7.405/100 = 74,05 \text{ mm}$$