



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE
Via di S.Marta, 3 – I 50139 Firenze

**Contratto tra il comune di Signa e il Dipartimento di Ingegneria Civile
dell'Università degli Studi di Firenze per l'effettuazione della seguente prestazione:
“Indagini sedimentologiche finalizzate alla progettazione della cassa di espansione
dei Renai di Signa ”**

RELAZIONE FINALE

(Firenze, Settembre 2003)

Responsabile dell'attività: Prof. Ing. E. Paris

Indice

PREMESSA	3
DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'	4
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	8
 ALLEGATO 'ELABORATI'	 9
CAMPIONAMENTO N° 1	10
CAMPIONAMENTO N° 2	13
CAMPIONAMENTO N° 3	16
CAMPIONAMENTO N° 4	19
CAMPIONAMENTO N° 5	22
CAMPIONAMENTO N° 6	25
CAMPIONAMENTO N° 7	28
CAMPIONAMENTO N° 8	31
CAMPIONAMENTO N° 9	34
CAMPIONAMENTO N° 10	37
CAMPIONAMENTO N° 11	40

PREMESSA

A seguito del contratto stipulato tra il Comune di Signa e questo Dipartimento per l'”*effettuazione di indagini sedimentologiche finalizzate alla progettazione della cassa di espansione dei Renai di Signa*”, nella presente relazione si illustrano le attività e i risultati dello studio.

Tale studio è stato condotto dal personale del Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Firenze. In particolare, il gruppo di lavoro è così costituito:

- Prof. Enio PARIS, Professore Ordinario di Idraulica;
- Lucia Bacci, Laureanda in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio;
- Dott. Luca SOLARI, Ricercatore di Idraulica;
- Fabrizio VANNACCI, Tecnico del Laboratorio di Sedimentologia.

La presente relazione, che costituisce pertanto l'elaborato di consegna finale ai sensi dell'art. 3 del suddetto contratto, è articolata come segue:

- rappresentazione e definizione dell'area di studio;
- individuazione dei siti di campionamento;
- descrizione della metodologia di campionamento;
- curve granulometriche.

DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'

Nell'ambito delle attività di progettazione e realizzazione degli interventi di riduzione del rischio idraulico, il presente lavoro ha l'obiettivo di definire le caratteristiche sedimentologiche del tratto vallivo del fiume Bisenzio.

Il tratto considerato ai fini del presente studio è compreso tra la confluenza con il Torrente Marina e la confluenza nel fiume Arno.

Durante una fase iniziale di osservazioni generali delle caratteristiche morfologiche e sedimentarie del corso d'acqua nel tratto in esame, sono stati individuati una serie di tratti rappresentativi lungo i quali effettuare il campionamento.

I criteri di selezione dei tratti sono stati essenzialmente: a) rappresentatività dei vari tratti sulla base delle diverse caratteristiche morfologiche ed idrauliche; b) presenza di barre emerse di sufficienti dimensioni in corrispondenza delle quali poter effettuare possibilmente il campionamento sia dello strato superficiale che del sottostrato; c) accessibilità dei siti.

In totale sono stati selezionati 11 stazioni di campionamento, di cui 10 lungo il f. Bisenzio e 1 lungo un affluente (T.Marina).

In tutte le stazioni misura sono stati effettuati i campionamenti sia dello strato superficiale sia del sottostrato. L'ubicazione dei punti di campionamento e la relativa numerazione sono riportati schematicamente in Fig.1.

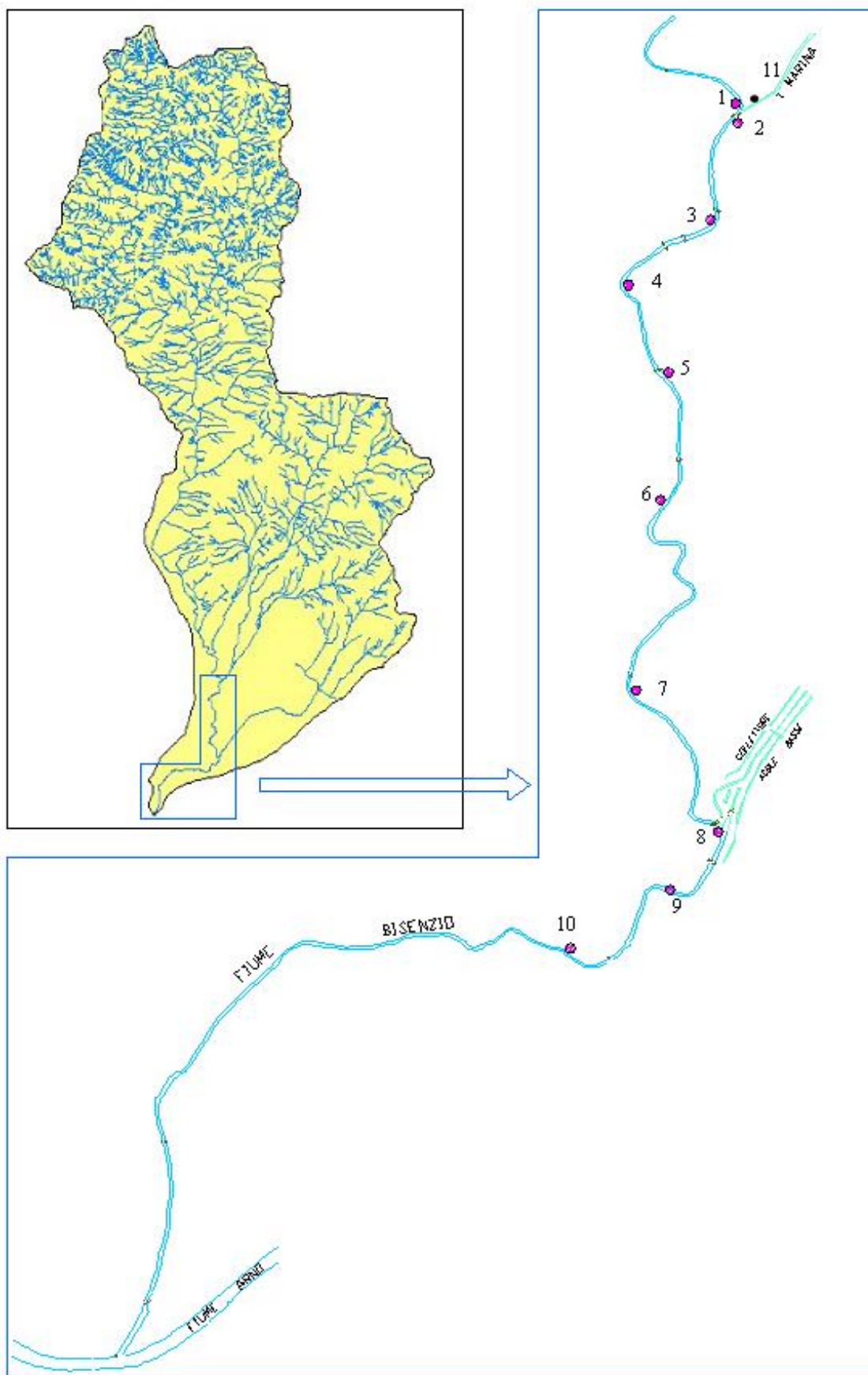


Figura 1: schema del bacino del f. Bisenzio e ubicazione dei campionamenti lungo il tratto in esame.

In Tab. 1 si riporta un riepilogo dei campionamenti effettuati, specificando il corso d'acqua e la data di campionamento.

N	Corso d'acqua	Data campionamento
1	f. Bisenzio	8/5/2003
2	f. Bisenzio	8/5/2003
3	f. Bisenzio	8/5/2003
4	f. Bisenzio	21/5/2003
5	f. Bisenzio	21/5/2003
6	f. Bisenzio	27/5/2003
7	f. Bisenzio	27/5/2003
8	f. Bisenzio	27/5/2003
9	f. Bisenzio	27/5/2003
10	f. Bisenzio	26/6/2003
11	t. Marina	8/5/2003

Tabella 1: stazioni di campionamento. N: numero del sito di campionamento.

Per i campionamenti sono stati adottati due metodi diversi:

- a) *Campionamento con la griglia (grid o transect*: Wolman, 1954; Leopold 1970), per la caratterizzazione della granulometria dello strato superficiale. Esso è stato adottato nei casi in cui era presente una barra emersa di sufficienti dimensioni. Il campionamento consiste nel definire una griglia sulla superficie emersa della barra e nel raccogliere tutti i granuli che si trovano in corrispondenza dei nodi di tale griglia. Nel caso in esame la griglia è stata disposta con un lato ortogonale rispetto alla direzione della corrente. In particolare, in funzione delle massime dimensioni dei granuli presenti e della superficie della barra, si sono definiti inizialmente per ogni stazione di campionamento il numero di *transects* (linee della griglia poste ortogonalmente alla direzione della corrente) e il passo spaziale da adottare lungo ognuno di essi, in modo da prelevare un numero minimo di circa 100 granuli. E' stata adottata una piastra metallica con fori di diametro prefissato con passo di $\frac{1}{2} \phi$, essendo $\phi = -\log_2 D$ e D espresso in mm (Krumbein, 1941), in modo da definire direttamente la classe granulometrica a cui appartiene ogni singolo granulo prelevato. Il principale limite di questo metodo consiste nella difficoltà di misurare il diametro o comunque stabilire la classe granulometrica di appartenenza per clasti di piccole dimensioni (generalmente il limite inferiore è di 8 mm), perdendo così delle informazioni relative soprattutto alla frazione sabbiosa del campione. Per ovviare a questo limite, si è adottato un comparatore visivo attraverso il quale è possibile definire per qualunque granulo la classe granulometrica di appartenenza (secondo un intervallo anche in questo caso di $\frac{1}{2} \phi$) (Billi & Paris, 1992).

- b) *Campionamento volumetrico* (Klingemann & Emmett, 1982). In questo caso viene prelevato un volume predefinito di materiale, sul quale viene poi effettuata successivamente una analisi granulometrica in laboratorio. Il campionamento volumetrico è stato adottato per campionare il sottostrato delle barre, in corrispondenza delle quali è stato effettuato il campionamento dello strato superficiale con il metodo della griglia. Dopo aver asportato la porzione più superficiale nel punto di campionamento, veniva individuato il diametro massimo presente nel sotto-strato e sulla base di questo raccolto un volume di sedimenti il cui peso doveva risultare maggiore di quello indicato dalla formula proposta da Church et al. (1987).

Nell'Allegato ELABORATI sono riportati, per ciascun sito di campionamento, i seguenti documenti:

- uno schema dell'ubicazione della barra sui cui è stato effettuato il campionamento;
- le foto del sito di campionamento;
- una tabella informativa del campionamento con l'indicazione della luogo, metodo e principali caratteristiche del campione;
- una tabella dei risultati del campionamento con l'indicazione dei principali percentili della distribuzione granulometrica e dei principali parametri statistici (media, deviazione standard, coefficiente di asimmetria –skewnes- e coefficiente di appuntamento –kurtosis-) relativi alla curva granulometrica del campione dello strato superficiale (*armour layer*), del sottostrato (*sublayer*) e del campione totale, quest'ultima ottenuta come media delle curve granulometriche relative ai campioni dell'*armour layer* e del *sublayer*;
- la curva granulometrica relativa al campione dello strato superficiale, del sottostrato e del totale.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Billi, P. and E. Paris, 1992. Bed sediment characterization in river engineering problems. In: Erosion and Sediment Transport Monitoring in River Basins. IAHS Publ. no. 210: 11-20.
- Church, M., D.G. McLean and J.F. Walcott, 1987. River bed gravels: sampling and analysis. In: Sediment Transport in Gravel-Bed Rivers, C.R. Thorne, J.C. Bathurst and R.D. Hey (eds.), John Wiley and Sons, Chichester, p. 43 – 88.
- Klingeman, P.C. and Emmett, W.W., 1982. Gravel bedload transport processes. In: Gravel-bed Rivers. Fluvial Processes, Engineering and Management. R.D. Hey; J.C. Bathurst and C.R. Thorne (eds.), John Wiley and Sons, Chichester, p. 141-179.
- Krumbein, W.C., 1941. Measurement and geological significance of shape and roundness of sedimentary particles. Journal of Sedimentary Petrology 11 (2): 64-72.
- Leopold, L.B., 1970. An improved method for size distribution of stream bed gravel. Water Resources Research 6(5): 1357-1366.
- Wolman, M.G., 1954. A method of sampling coarse bed material. American Geophysical Union, Transactions, 35: 951-956.

ALLEGATO 'ELABORATI'

CAMPIONAMENTO N° 1

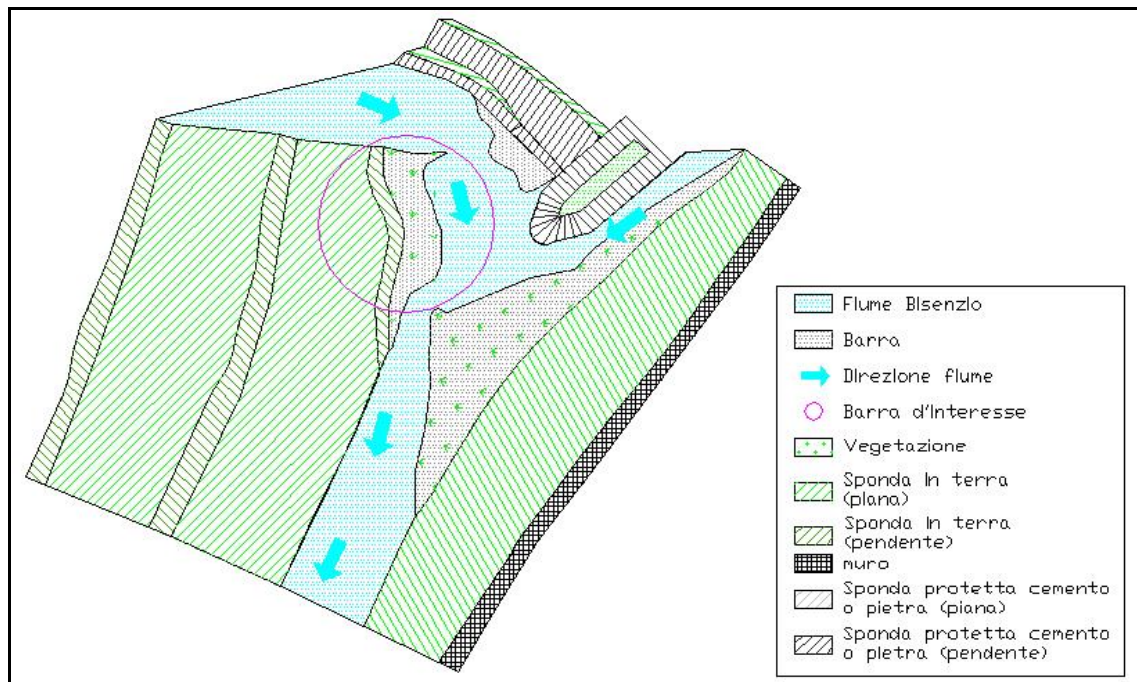


Figura 2: schema ubicazione del sito di campionamento N° 1.



Figura 3: foto del sito di campionamento N° 1 (vista da monte verso valle).



Figura 4: foto del sito di campionamento N° 1 (vista da valle verso monte).

Campionamento N°		1	
Data campionamento		08/05/2003	
Località:		Analisi effettuata sul Fiume Bisenzio poco a monte della confluenza con il Torrente Marina sul materiale accumulato in una barra laterale	
Descrizione campionamento superficiale <i>armour layer</i>			
Metodo di campionamento		mediante griglia	
Dimensioni "griglia"		32 m ₃ 6 m	Dimensione maglie "griglia" 0.5m ₃ 0.5m
Numero dei campioni analizzati:		367	
Descrizione campionamento volumetrico <i>sublayer</i>			
Peso totale campione [gr]		184966	Setacciatura a secco
Diametro del max ciottolo [mm]		80	Peso del max ciottolo [gr] 235
Φ _{max} del campione		-6	Φ _{min} del campione 4
Quartatura	si	Sed. inferiori a Φ=-4	Peso iniziale quartato [gr] 70106
Quartatura	si	Sed. inferiori a Φ=-1.5	Peso iniziale quartato [gr] 23965

Tabella 2: scheda informativa del campionamento N° 1.

Totale			Armour layer			Sublayer		
	Φ	D (mm)		Φ	D (mm)		Φ	D (mm)
D10	0.9483	0.5	D10	1.0786	0.5	D10	0.6654	0.6
D16	-0.7251	1.7	D16	0.1629	0.9	D16	-0.9933	2.0
D25	-2.5972	6.1	D25	-2.7109	6.5	D25	-2.4969	5.6
D35	-3.4862	11.2	D35	-3.6629	12.7	D35	-3.3162	10.0
D40	-3.7262	13.2	D40	-3.9793	15.8	D40	-3.5771	11.9
D50	-4.1413	17.6	D50	-4.3114	19.9	D50	-3.9497	15.5
D75	-5.0037	32.1	D75	-5.1375	35.2	D75	-4.8300	28.4
D84	-5.2992	39.4	D84	-5.3734	41.5	D84	-5.1749	36.1
D90	-5.4962	45.1	D90	-5.5694	47.5	D90	-5.4383	43.4
MEAN	-3.38	10.4	MEAN	-3.47	11.1	MEAN	-3.30	9.8
DEV STANDARD	2.28		DEV STANDARD	2.35		DEV STANDARD	2.20	
SKEWNESS	1.19		SKEWNESS	1.17		SKEWNESS	1.23	
KURTOSIS	3.34		KURTOSIS	3.08		KURTOSIS	3.68	
% Gravel	83.27		% Gravel	82.56		% Gravel	83.97	
% Sand	16.73		% Sand	17.44		% Sand	16.03	
% Silt	0.00		% Silt	0.00		% Silt	0.00	
% Clay	0.00		% Clay	0.00		% Clay	0.00	

Tabella 3: i principali percentili e parametri statistici relativi alla curva granulometrica del campione dello strato superficiale (Armour layer), del campione del sottostrato (Sublayer) e del campione totale media del campione armour layer con il campione sublayer; nel sito N° 1.

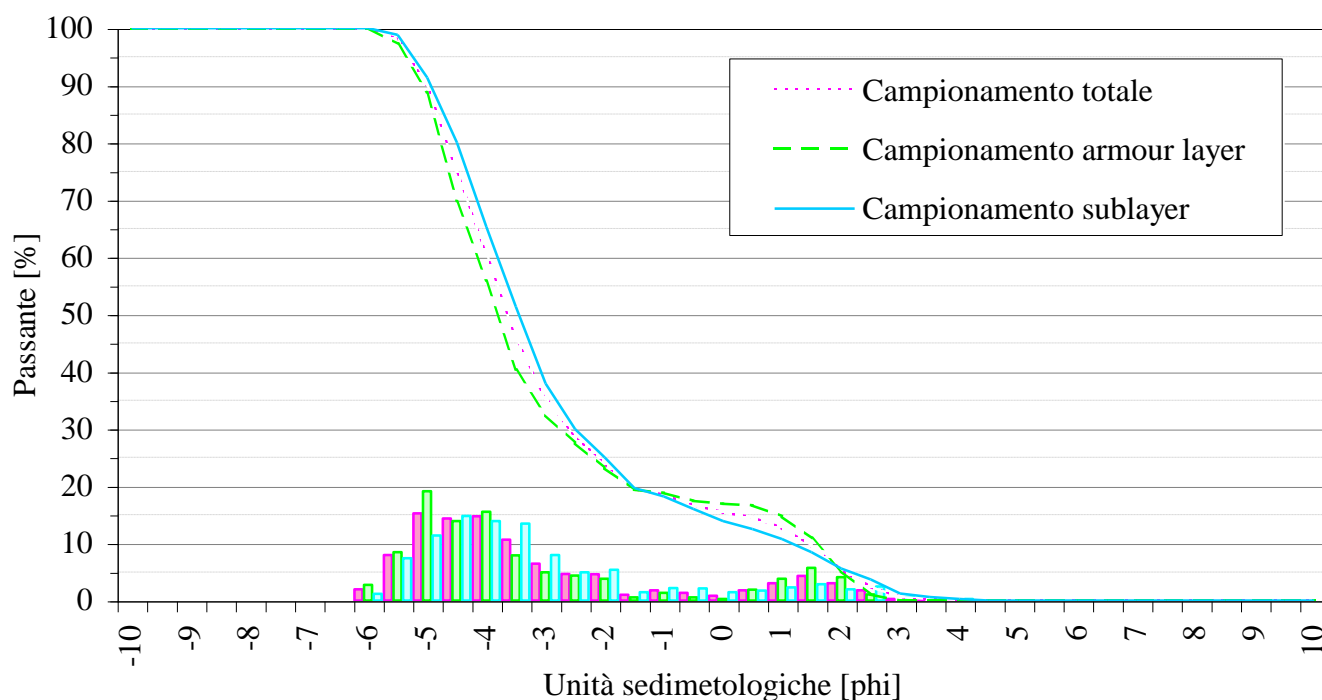


Figura 5: scheda granulometrica relativa al campione N° 1.

CAMPIONAMENTO N° 2

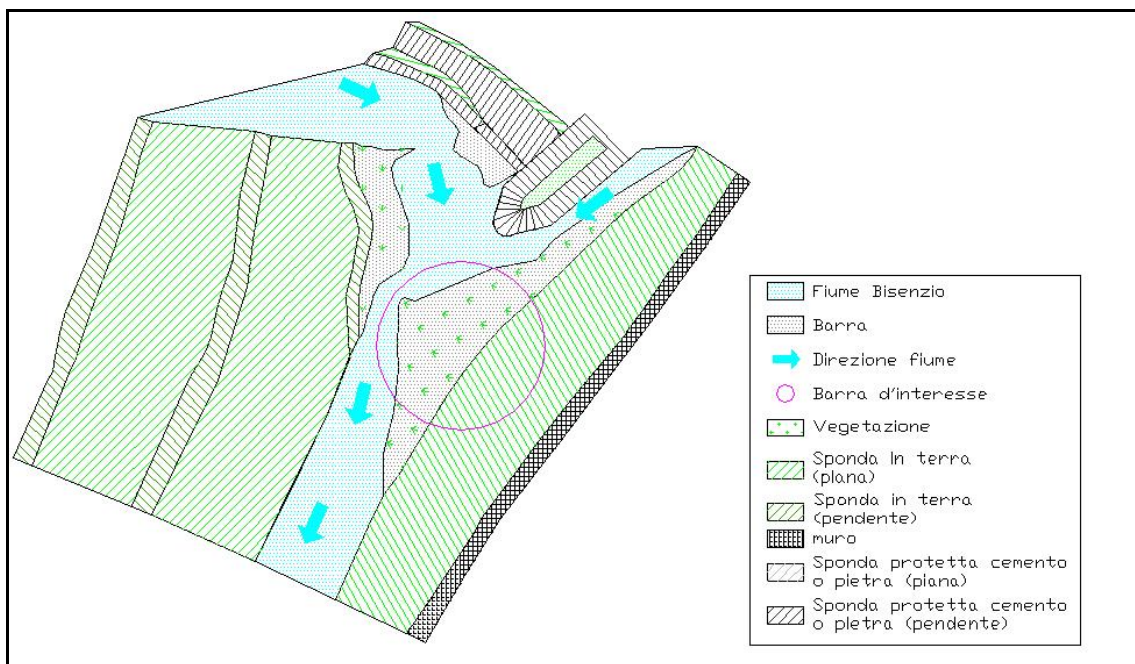


Figura 6: schema ubicazione del sito di campionamento N° 2.



Figura 7: foto del sito di campionamento N° 2 (vista da valle verso monte).

Campionamento N°	2		
Data campionamento	08/05/2003		
Località:	Analisi effettuata dopo la confluenza fra il fiume Bisenzio e il Torrente Marina sul materiale accumulato in una barra laterale.		
Descrizione campionamento superficiale <i>armour layer</i>			
Metodo di campionamento		mediante griglia	
Dimensioni "griglia"		12 m ₃ 5 m	Dimensione maglie "griglia" 0.5m ₃ 0.5m
Numero dei campioni analizzati:		355	
Descrizione campionamento volumetrico <i>sublayer</i>			
Peso totale campione [gr]		308332	Setacciatura a secco
Diametro del max ciottolo [mm]		123	Peso del max ciottolo [gr] 1100
Φ _{max} del campione		-6.5	Φ _{min} del campione 4
Quartatura	si	Sed. inferiori a Φ=-4	Peso iniziale quartato [gr] 134500
Quartatura	si	Sed. inferiori a Φ=-1.5	Peso iniziale quartato [gr] 24952

Tabella 4: scheda informativa del campionamento N° 2.

Totale			Armour layer			Sublayer		
	Φ	D (mm)		Φ	D (mm)		Φ	D (mm)
D10	-0.8769	1.8	D10	-2.3833	5.2	D10	0.5490	0.7
D16	-2.3007	4.9	D16	-3.0500	8.3	D16	-0.7135	1.6
D25	-3.3754	10.4	D25	-3.8750	14.7	D25	-2.6407	6.2
D35	-4.0942	17.1	D35	-4.4088	21.2	D35	-3.7023	13.0
D40	-4.3344	20.2	D40	-4.6058	24.3	D40	-4.0193	16.2
D50	-4.7481	26.9	D50	-4.9471	30.8	D50	-4.5004	22.6
D75	-5.4738	44.4	D75	-5.5453	46.7	D75	-5.3952	42.1
D84	-5.7611	54.2	D84	-5.8207	56.5	D84	-5.6927	51.7
D90	-5.9573	62.1	D90	-6.0083	64.4	D90	-5.9034	59.9
MEAN	-4.09	17.1	MEAN	-4.54	23.3	MEAN	-3.64	12.5
DEV STANDARD		2.05	DEV STANDARD		1.45	DEV STANDARD		2.43
SKEWNESS		1.51	SKEWNESS		1.17	SKEWNESS		1.20
KURTOSIS		4.91	KURTOSIS		4.12	KURTOSIS		3.47
% Gravel		89.45	% Gravel		96.34	% Gravel		82.56
% Sand		10.55	% Sand		3.66	% Sand		17.44
% Silt		0.00	% Silt		0.00	% Silt		0.00
% Clay		0.00	% Clay		0.00	% Clay		0.00

Tabella 5: i principali percentili e parametri statistici relativi alla curva granulometrica del campione dello strato superficiale (Armour layer), del campione del sottostrato (Sublayer) e del campione totale media del campione armour layer con il campione sublayer; nel sito N° 2.

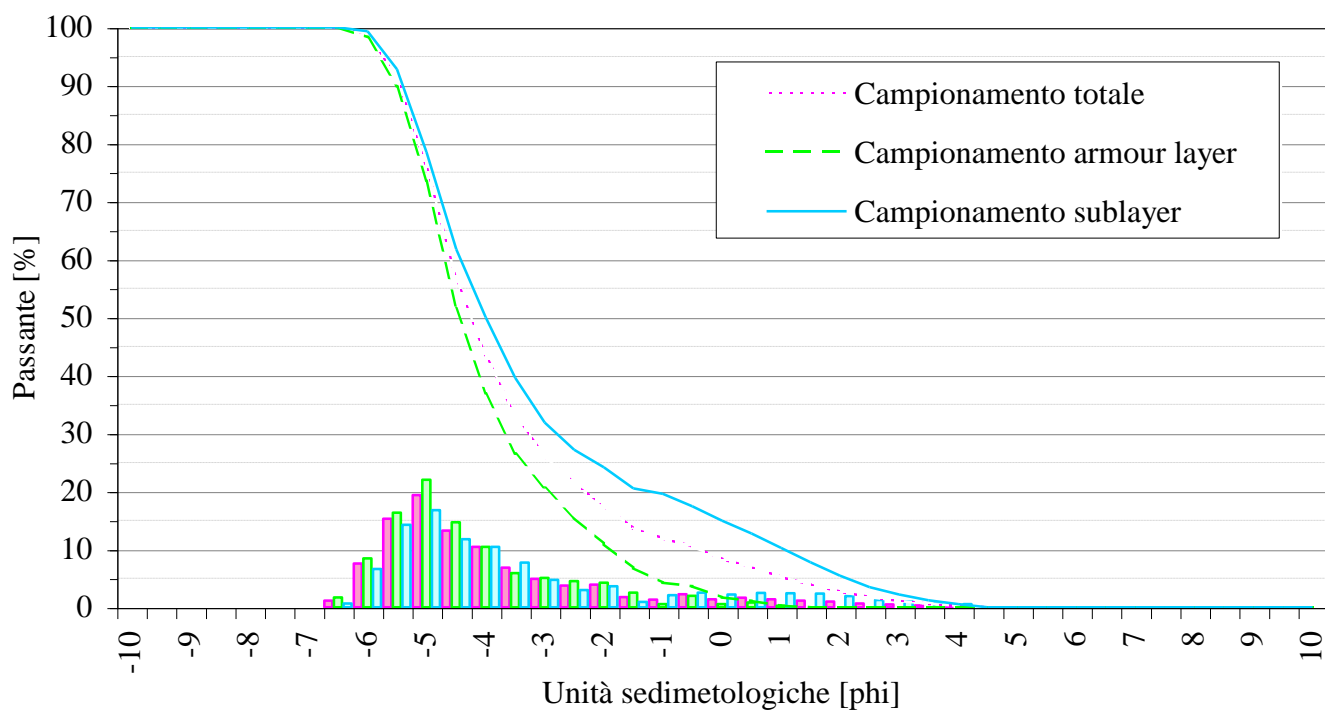


Figura 8: scheda granulometrica relativa al campione N° 2.

CAMPIONAMENTO N° 3

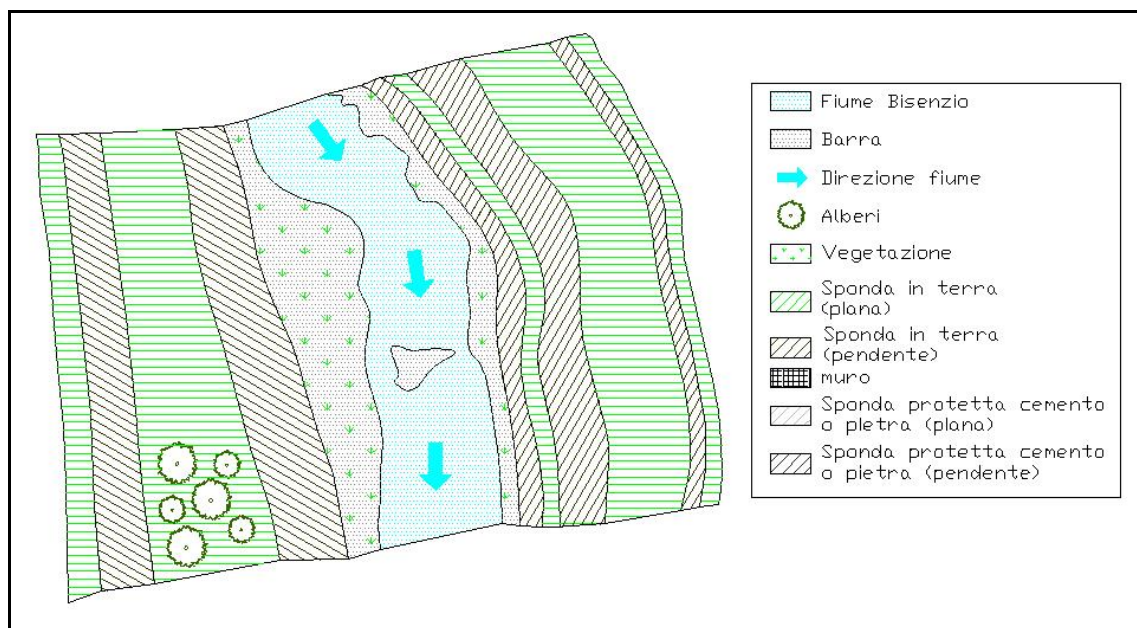


Figura 9: schema ubicazione del sito di campionamento N° 3.



Figura 10: foto del sito di campionamento N° 3 (vista da monte verso valle).



Figura 11: foto del sito di campionamento N° 3 (vista da valle verso monte).

Campionamento N°	3		
Data campionamento	08/05/2003		
Località:	Analisi effettuata sul Fiume Bisenzio vicino alla Chiesa di S.Maria poco prima del ponte di Campi B.;sul materiale accumulato in una barra laterale.		
Descrizione campionamento superficiale <i>armour layer</i>			
Metodo di campionamento		mediante griglia	
Dimensioni "griglia"		33 m3 10 m	Dimensione maglie "griglia" 0.5m3 0.5m
Numero dei campioni analizzati:		297	
Descrizione campionamento volumetrico <i>sublayer</i>			
Peso totale campione [gr]		98878	Setacciatura a secco
Diametro del max ciottolo [mm]		95	Peso del max ciottolo [gr] 410
Φ_{max} del campione		-6	Φ_{min} del campione 4
Quartatura	si	Sed. inferiori a $\phi=-1.5$	Peso iniziale quartato [gr] 15295

Tabella 6: scheda informativa del campionamento N° 3.

Totale			Armour layer			Sublayer		
	Φ	D (mm)		Φ	D (mm)		Φ	D (mm)
D10	-0.3263	1.3	D10	-2.2250	4.7	D10	0.5133	0.7
D16	-2.6848	6.4	D16	-2.9840	7.9	D16	-2.0942	4.3
D25	-3.5738	11.9	D25	-3.5650	11.8	D25	-3.5856	12.0
D35	-4.2162	18.6	D35	-4.1282	17.5	D35	-4.3493	20.4
D40	-4.5029	22.7	D40	-4.3677	20.6	D40	-4.6687	25.4
D50	-4.8620	29.1	D50	-4.6886	25.8	D50	-5.1538	35.6
D75	-5.6563	50.4	D75	-5.3460	40.7	D75	-5.8742	58.7
D84	-5.9497	61.8	D84	-5.6580	50.5	D84	-6.0965	68.4
D90	-6.1597	71.5	D90	-5.9550	62.0	D90	-6.2478	76.0
MEAN	-4.12	17.3	MEAN	-4.09	17.1	MEAN	-4.14	17.6
DEV STANDARD		2.37	DEV STANDARD		2.15	DEV STANDARD		2.57
SKEWNESS		1.77	SKEWNESS		2.03	SKEWNESS		1.59
KURTOSIS		5.47	KURTOSIS		6.91	KURTOSIS		4.53
% Gravel		89.16	% Gravel		92.26	% Gravel		86.05
% Sand		10.84	% Sand		7.74	% Sand		13.95
% Silt		0.00	% Silt		0.00	% Silt		0.00
% Clay		0.00	% Clay		0.00	% Clay		0.00

Tabella 7: i principali percentili e parametri statistici relativi alla curva granulometrica del campione dello strato superficiale (Armour layer), del campione del sottostrato (Sublayer) e del campione totale somma del campione armour layer con il campione sublayer; nel sito N° 3.

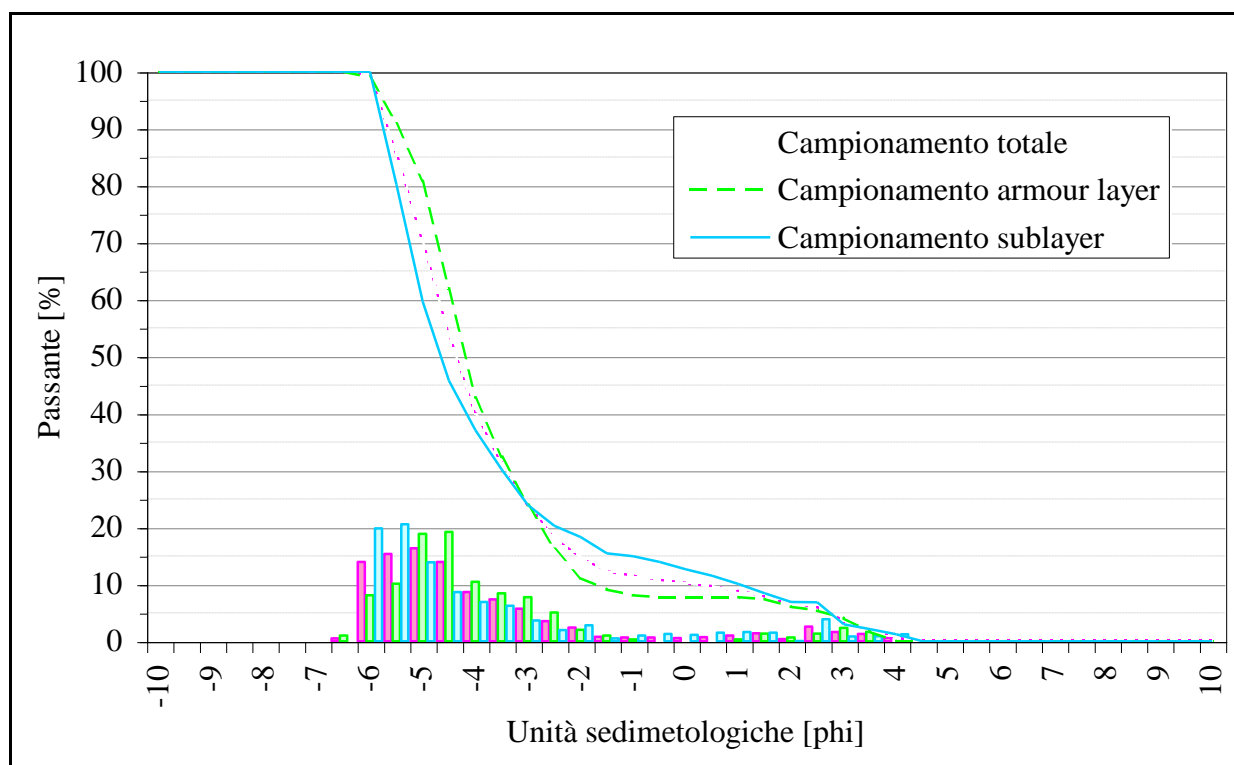


Figura 12: Scheda granulometrica relativa al campione N° 3.

CAMPIONAMENTO N° 4

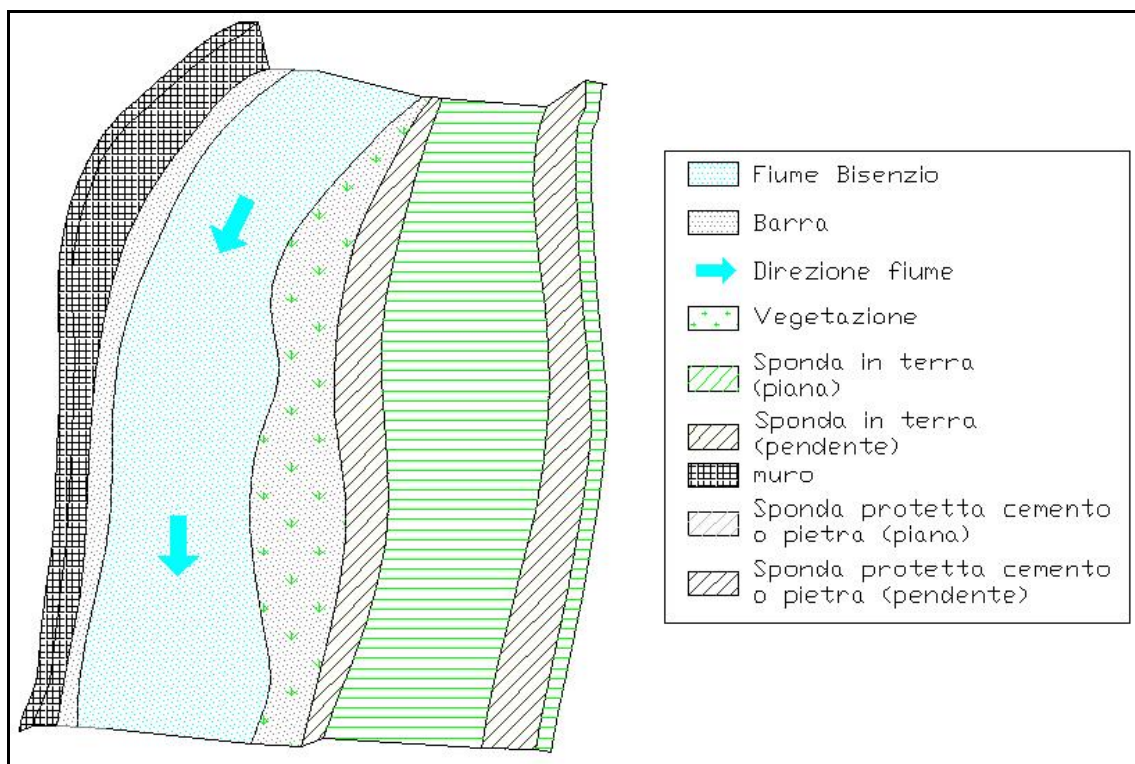


Figura 13: schema ubicazione del sito di campionamento N° 4.



Figura 14: foto del sito di campionamento N° 4 (vista da monte verso valle).



Figura 15: foto del sito di campionamento N° 4 (vista da valle verso monte).

Campionamento N°	4		
Data campionamento	21/05/2003		
Località:	Analisi effettuata sul Fiume Bisenzio vicino a piazza 8 Marzo, fra il ponte di Campi B. e la passerella pedonale di S.Martino sul materiale accumulato in una barra laterale.		
Descrizione campionamento superficiale <i>armour layer</i>			
Metodo di campionamento		mediante griglia	
Dimensioni "griglia"		16 m ₃ 14 m	Dimensione maglie "griglia" 0.5m ₃ 0.5m
Numero dei campioni analizzati:		318	
Descrizione campionamento volumetrico <i>sublayer</i>			
Peso totale campione [gr]		125500	Setacciatura a secco
Diametro del max ciottolo [mm]		59	Peso del max ciottolo [gr] 74
Φ _{max} del campione		-5.5	Φ _{min} del campione 4
Quartatura	si	Sed. inferiori a ϕ=-4.5	Peso iniziale quartato [gr] 125500
Quartatura	si	Sed. inferiori a ϕ=-1.5	Peso iniziale quartato [gr] 17309

Tabella 8: scheda informativa del campionamento N° 4.

Totale			Armour layer			Sublayer		
	Φ	D (mm)		Φ	D (mm)		Φ	D (mm)
D10	1.9080	0.3	D10	2.0353	0.2	D10	1.8476	0.3
D16	1.5923	0.3	D16	1.5530	0.3	D16	1.6117	0.3
D25	1.1017	0.5	D25	0.8864	0.5	D25	1.2107	0.4
D35	0.1586	0.9	D35	-1.5250	2.9	D35	0.6475	0.6
D40	-0.8280	1.8	D40	-2.3643	5.1	D40	0.1799	0.9
D50	-2.3842	5.2	D50	-3.0641	8.4	D50	-1.2192	2.3
D75	-3.7934	13.9	D75	-4.0064	16.1	D75	-3.4896	11.2
D84	-4.1937	18.3	D84	-4.3733	20.7	D84	-3.9443	15.4
D90	-4.4824	22.4	D90	-4.6704	25.5	D90	-4.2872	19.5
MEAN	-1.55	2.9	MEAN	-1.94	3.8	MEAN	-1.16	2.2
DEV STANDARD	2.57		DEV STANDARD	2.63		DEV STANDARD	2.45	
SKEWNESS	0.29		SKEWNESS	0.58		SKEWNESS	0.01	
KURTOSIS	1.62		KURTOSIS	1.88		KURTOSIS	1.56	
% Gravel	59.20		% Gravel	66.67		% Gravel	51.73	
% Sand	40.80		% Sand	33.33		% Sand	48.27	
% Silt	0.00		% Silt	0.00		% Silt	0.00	
% Clay	0.00		% Clay	0.00		% Clay	0.00	

Tabella 9: i principali percentili e parametri statistici relativi alla curva granulometrica del campione dello strato superficiale (Armour layer), del campione del sottostrato (Sublayer) e del campione totale somma del campione armour layer con il campione sublayer; nel sito N° 4.

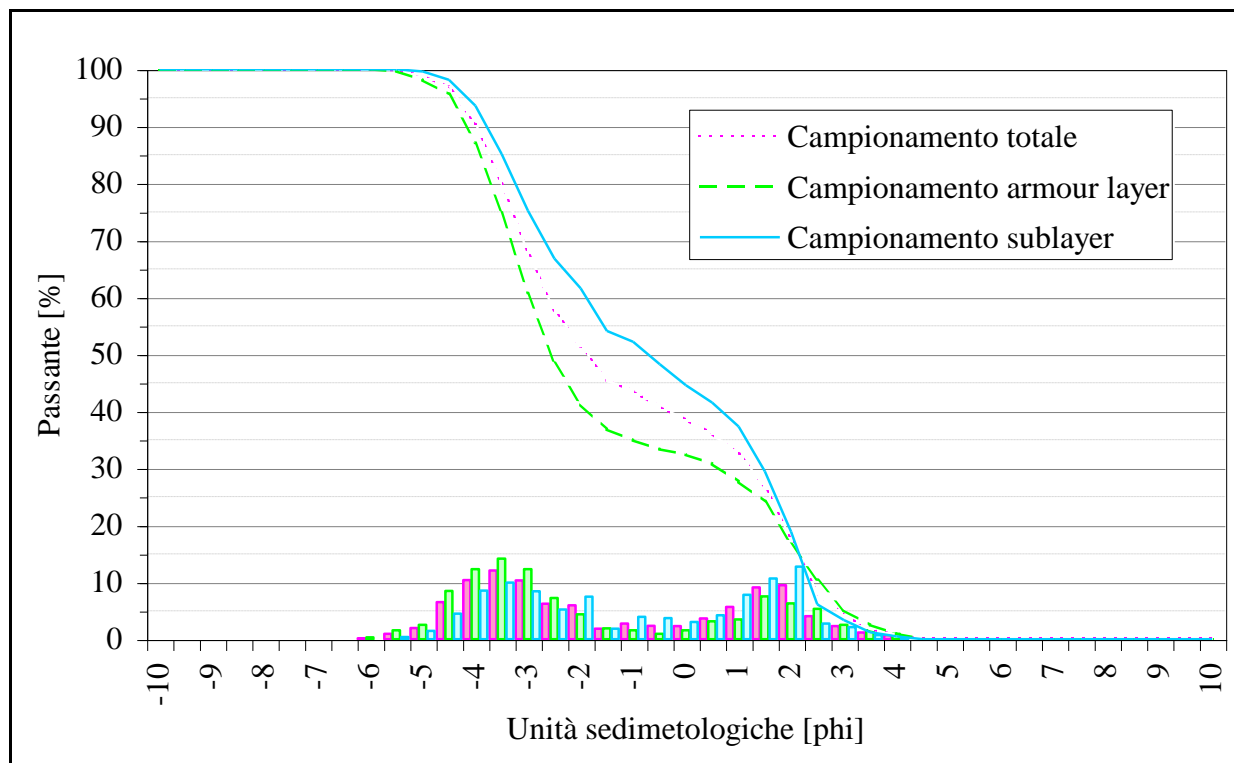


Figura 16: scheda granulometrica relativa al campione N° 4.

CAMPIONAMENTO N° 5

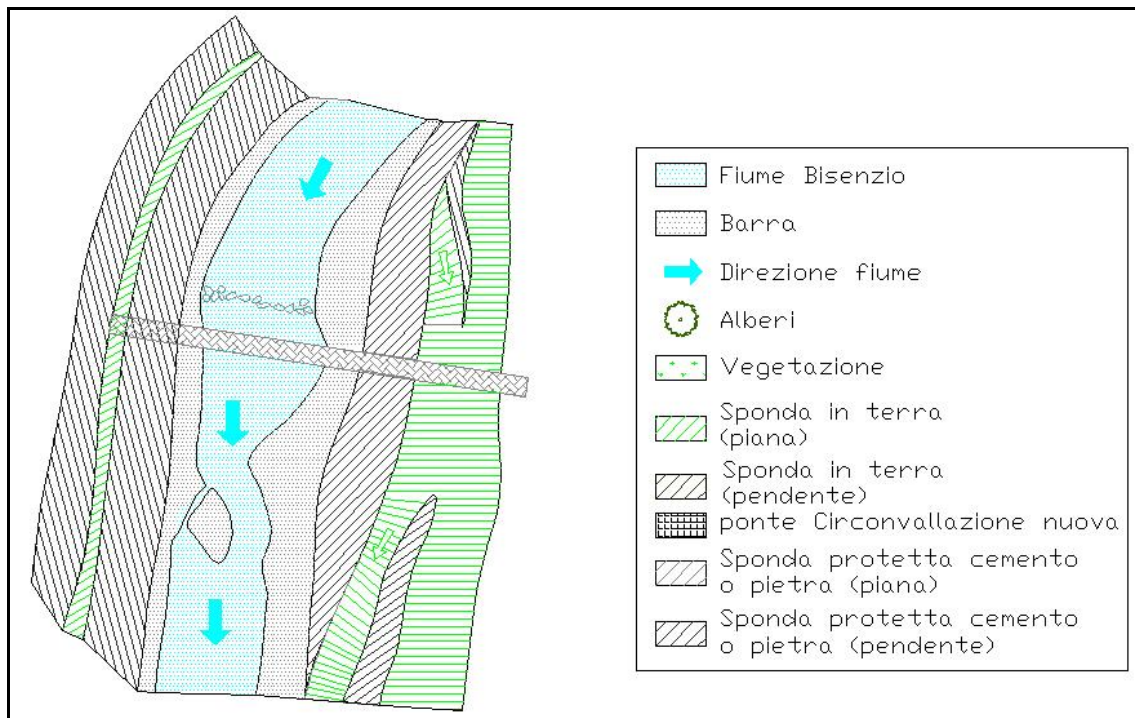


Figura 17: schema ubicazione del sito di campionamento N° 5.



Figura 18: foto del sito di campionamento N° 5 (vista da monte verso valle).



Figura 19: foto del sito di campionamento N° 5 (vista da valle verso monte).

Campionamento N°	5			
Data campionamento	21/05/2003			
Località:	Analisi effettuata sul Fiume Bisenzio sotto la passerella pedonale di S.Martino sul materiale accumulato in una barra laterale			
Descrizione campionamento superficiale <i>armour layer</i>				
Metodo di campionamento		mediante griglia		
Dimensioni "griglia"	6 m ₃ 4 m	10 m ₃ 7 m	Dimensione maglie "griglia"	0.5m ₃ 0.5m
Numero dei campioni analizzati:		254		
Descrizione campionamento volumetrico <i>sublayer</i>				
Peso totale campione [gr]		359416	Setacciatura	a secco
Diametro del max ciottolo [mm]		140.8	Peso del max ciottolo [gr]	913
Φ_{max} del campione		-6.5	Φ_{min} del campione	4
Quartatura	si	Sed. inferiori a ϕ =-4.5	Peso iniziale quartato [gr]	237427
Quartatura	si	Sed. inferiori a ϕ =-1.5	Peso iniziale quartato [gr]	12313

Tabella 10: scheda informativa del campionamento N° 5.

Totale			Armour layer			Sublayer		
	Φ	D (mm)		Φ	D (mm)		Φ	D (mm)
D10	-0.1377	1.1	D10	-1.4000	2.6	D10	0.1992	0.9
D16	-2.0459	4.1	D16	-2.9820	7.9	D16	-1.0477	2.1
D25	-3.1606	8.9	D25	-3.5595	11.8	D25	-2.4693	5.5
D35	-3.7968	13.9	D35	-4.0821	16.9	D35	-3.4603	11.0
D40	-4.0533	16.6	D40	-4.2333	18.8	D40	-3.7396	13.4
D50	-4.4326	21.6	D50	-4.5246	23.0	D50	-4.2592	19.1
D75	-5.1813	36.3	D75	-5.0671	33.5	D75	-5.3085	39.6
D84	-5.4751	44.5	D84	-5.3459	40.7	D84	-5.6374	49.8
D90	-5.7515	53.9	D90	-5.5619	47.2	D90	-5.8762	58.7
MEAN	-3.76	13.5	MEAN	-3.92	15.1	MEAN	-3.60	12.2
DEV STANDARD		2.16	DEV STANDARD		2.02	DEV STANDARD		2.28
SKEWNESS		1.47	SKEWNESS		1.99	SKEWNESS		1.08
KURTOSIS		4.57	KURTOSIS		6.50	KURTOSIS		3.39
% Gravel		87.60	% Gravel		90.94	% Gravel		84.26
% Sand		12.40	% Sand		9.06	% Sand		15.74
% Silt		0.00	% Silt		0.00	% Silt		0.00
% Clay		0.00	% Clay		0.00	% Clay		0.00

Tabella 11: i principali percentili e parametri statistici relativi alla curva granulometrica del campione dello strato superficiale (Armour layer), del campione del sottostrato (Sublayer) e del campione totale media del campione armour layer con il campione sublayer; nel sito N° 5.

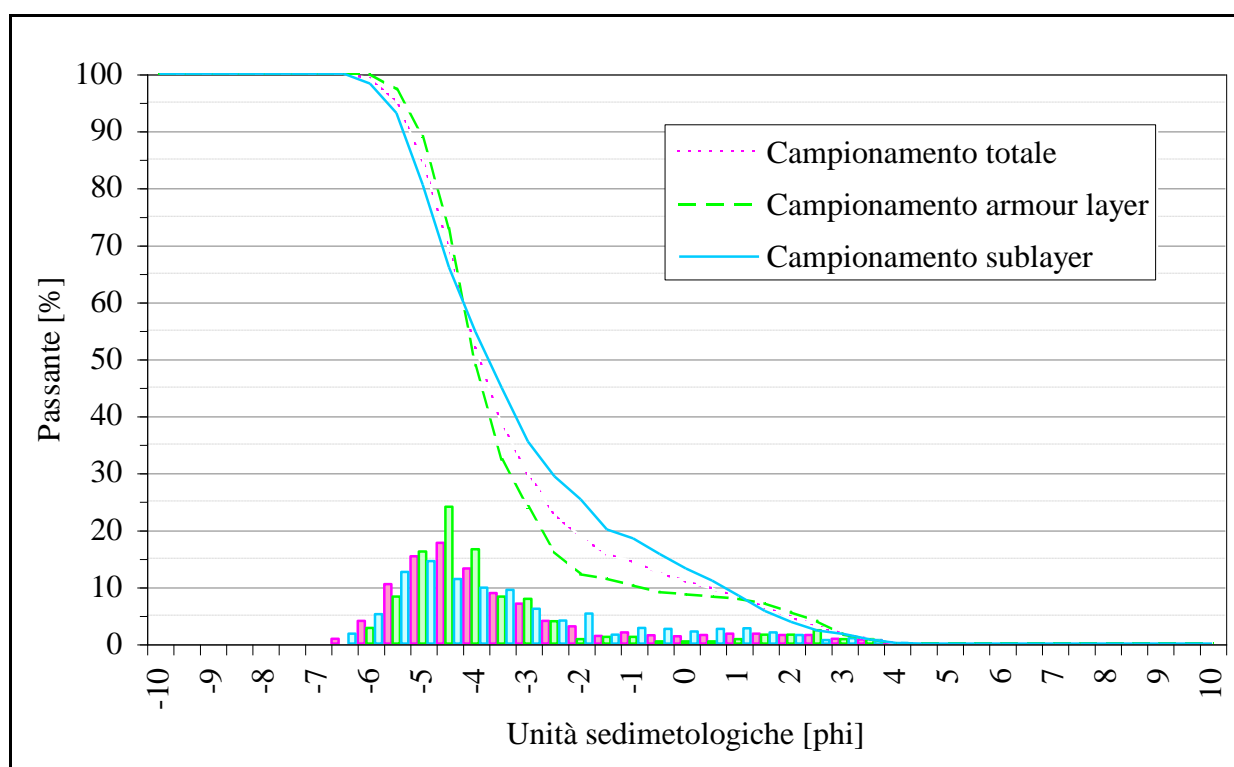


Figura 20: Scheda granulometrica relativa al campione N° 5.

CAMPIONAMENTO N° 6

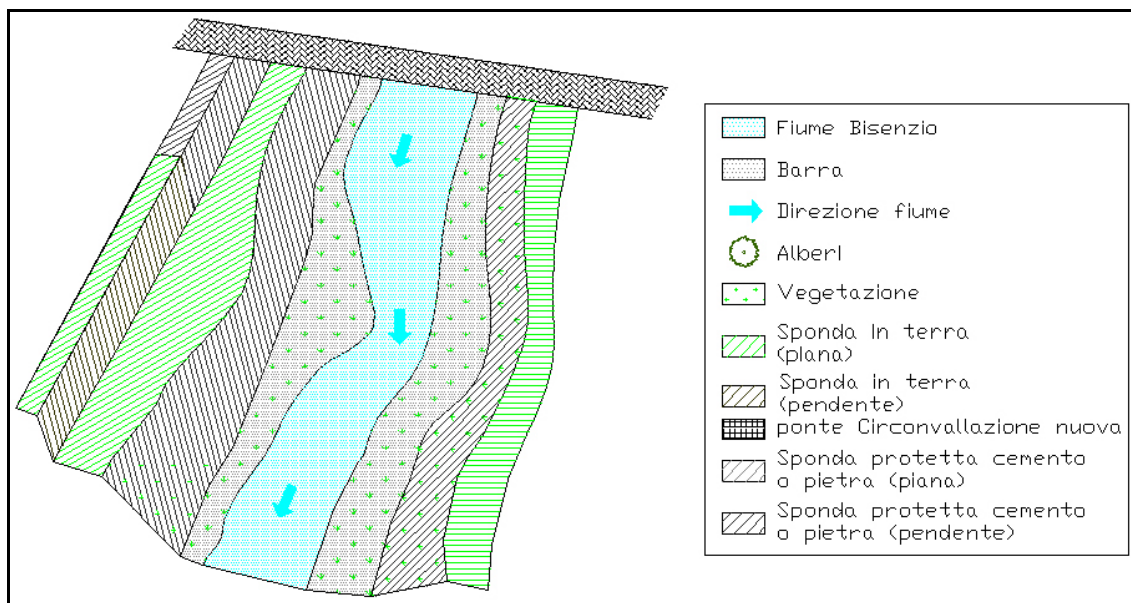


Figura 21: schema ubicazione del sito di campionamento N° 6.



Figura 22: foto del sito di campionamento N° 6 (vista dalla sponda sinistra verso quella destra).

Campionamento N°	6		
Data campionamento	27/05/2003		
Località:	Campionamento effettuato sul Fiume Bisenzio poco a valle della circonvallazione nuova, sul materiale accumulato in una barra laterale.		
Descrizione campionamento superficiale <i>armour layer</i>			
Metodo di campionamento		mediante griglia	
Dimensioni "griglia"		10 m ₃ 7 m	Dimensione maglie "griglia" 0.5m ₃ 0.5m
Numero dei campioni analizzati:		346	
Descrizione campionamento volumetrico <i>sublayer</i>			
Peso totale campione [gr]		269100	Setacciatura a secco
Diametro del max ciottolo [mm]		109	Peso del max ciottolo [gr] 450
Φ _{max} del campione		-6	Φ _{min} del campione 4
Quartatura	si	Sed. inferiori a Φ=-5	Peso iniziale quartato [gr] 236000
Quartatura	si	Sed. inferiori a Φ=-1.5	Peso iniziale quartato [gr] 9649

Tabella 12: scheda informativa del campionamento N° 6.

Totale			Armour layer			Sublayer		
	Φ	D (mm)		Φ	D (mm)		Φ	D (mm)
D10	2.2100	0.2	D10	1.8133	0.3	D10	2.4660	0.2
D16	1.7246	0.3	D16	1.0631	0.5	D16	1.9618	0.3
D25	1.0878	0.5	D25	-2.6042	6.1	D25	1.5537	0.3
D35	-0.7581	1.7	D35	-3.5539	11.7	D35	1.0458	0.5
D40	-2.5691	5.9	D40	-3.7816	13.8	D40	0.7101	0.6
D50	-3.6372	12.4	D50	-4.1579	17.9	D50	-1.1562	2.2
D75	-4.7559	27.0	D75	-4.9095	30.1	D75	-4.5166	22.9
D84	-5.0997	34.3	D84	-5.2106	37.0	D84	-4.9348	30.6
D90	-5.3620	41.1	D90	-5.4224	42.9	D90	-5.2637	38.4
MEAN	-2.22	4.7	MEAN	-3.10	8.6	MEAN	-1.35	2.6
DEV STANDARD		3.05	DEV STANDARD		2.69	DEV STANDARD		3.14
SKEWNESS		0.52	SKEWNESS		1.17	SKEWNESS		0.00
KURTOSIS		1.69	KURTOSIS		2.96	KURTOSIS		1.42
% Gravel		64.50	% Gravel		78.61	% Gravel		50.39
% Sand		35.50	% Sand		21.39	% Sand		49.61
% Silt		0.00	% Silt		0.00	% Silt		0.00
% Clay		0.00	% Clay		0.00	% Clay		0.00

Tabella 13: i principali percentili e parametri statistici relativi alla curva granulometrica del campione dello strato superficiale (Armour layer), del campione del sottostrato (Sublayer) e del campione totale media del campione armour layer con il campione sublayer; nel sito N° 6.

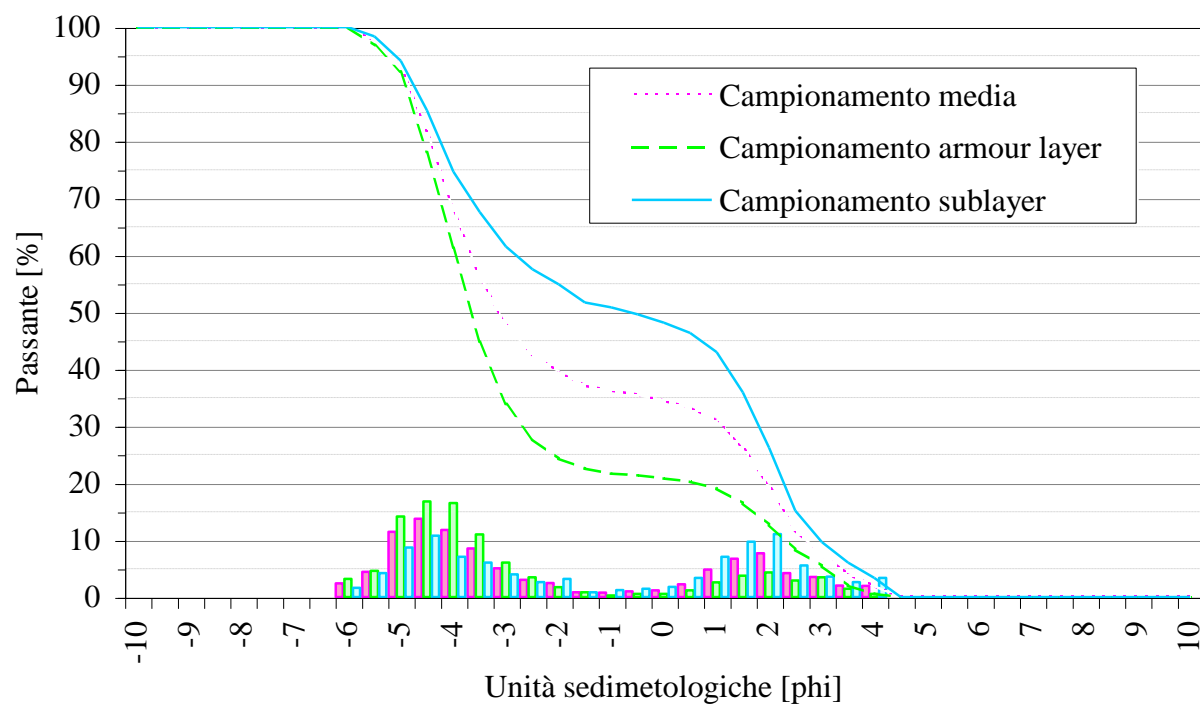


Figura 23: scheda granulometrica relativa al campione N° 6.

CAMPIONAMENTO N° 7

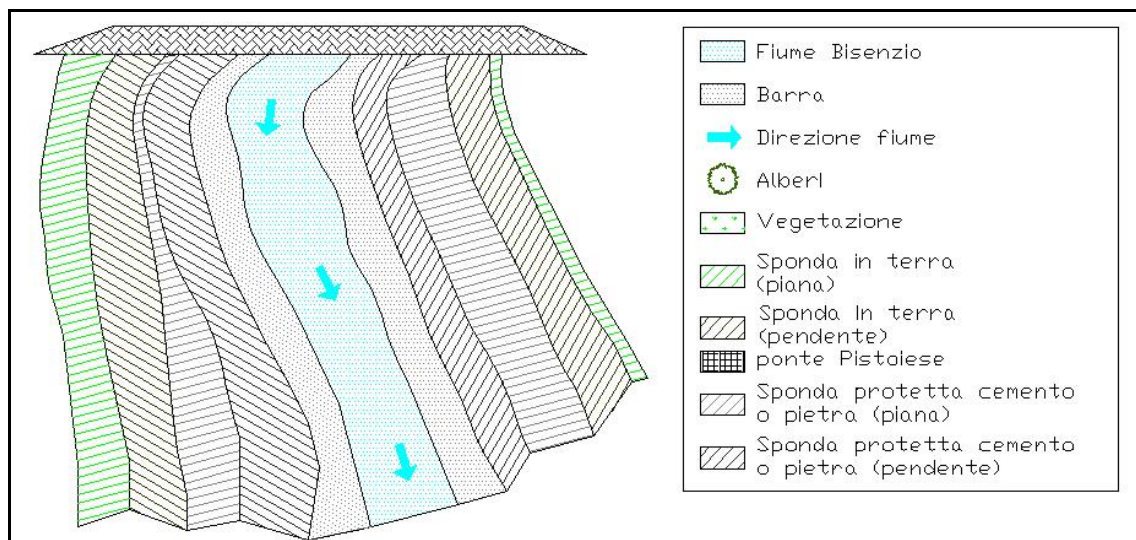


Figura 24: schema ubicazione del sito di campionamento N° 7.



Figura 25: foto della sito di campionamento N° 7 (da valle verso monte).

Campionamento N°	7		
Data campionamento	27/05/2003		
Località:	Analisi effettuata sul Fiume Bisenzio sul materiale accumulato in una barra laterale		
Descrizione campionamento superficiale <i>armour layer</i>			
Metodo di campionamento		mediante griglia	
Dimensioni "griglia"		40 m ₃ 4 m	Dimensione maglie "griglia" 0.5m ₃ 0.5m
Numero dei campioni analizzati:		317	
Descrizione campionamento volumetrico <i>sublayer</i>			
Peso totale campione [gr]		160400	Setacciatura a secco
Diametro del max ciottolo [mm]		72	Peso del max ciottolo [gr] 250
Φ _{max} del campione		-6	Φ _{min} del campione 4
Quartatura	si	Sed. inferiori a Φ=-5	Peso iniziale quartato [gr] 139600
Quartatura	si	Sed. inferiori a Φ=-1.5	Peso iniziale quartato [gr] 11366

Tabella 14: Scheda informativa del campionamento N° 7.

Totale			Armour layer			Sublayer		
	Φ	D (mm)		Φ	D (mm)		Φ	D (mm)
D10	2.3129	0.2	D10	2.6060	0.2	D10	1.6499	0.3
D16	1.7906	0.3	D16	2.2459	0.2	D16	1.0398	0.5
D25	0.8111	0.6	D25	1.6823	0.3	D25	0.2330	0.9
D35	-0.8517	1.8	D35	-0.5950	1.5	D35	-0.9583	1.9
D40	-1.9734	3.9	D40	-1.9857	4.0	D40	-1.9582	3.9
D50	-3.1566	8.9	D50	-3.2639	9.6	D50	-3.0559	8.3
D75	-4.5428	23.3	D75	-4.6174	24.5	D75	-4.4696	22.2
D84	-4.9703	31.3	D84	-5.0713	33.6	D84	-4.8926	29.7
D90	-5.3496	40.8	D90	-5.4848	44.8	D90	-5.2287	37.5
MEAN	-2.09	4.3	MEAN	-1.96	3.9	MEAN	-2.21	4.6
DEV STANDARD		2.92	DEV STANDARD		3.16	DEV STANDARD		2.66
SKEWNESS		0.45	SKEWNESS		0.41	SKEWNESS		0.45
KURTOSIS		1.75	KURTOSIS		1.57	KURTOSIS		1.91
% Gravel		64.20	% Gravel		63.72	% Gravel		64.68
% Sand		35.80	% Sand		36.28	% Sand		35.32
% Silt		0.00	% Silt		0.00	% Silt		0.00
% Clay		0.00	% Clay		0.00	% Clay		0.00

Tabella 15: i principali percentili e parametri statistici relativi alla curva granulometrica del campione dello strato superficiale (Armour layer), del campione del sottostrato (Sublayer) e del campione totale media del campione armour layer con il campione sublayer; nel sito N° 7.

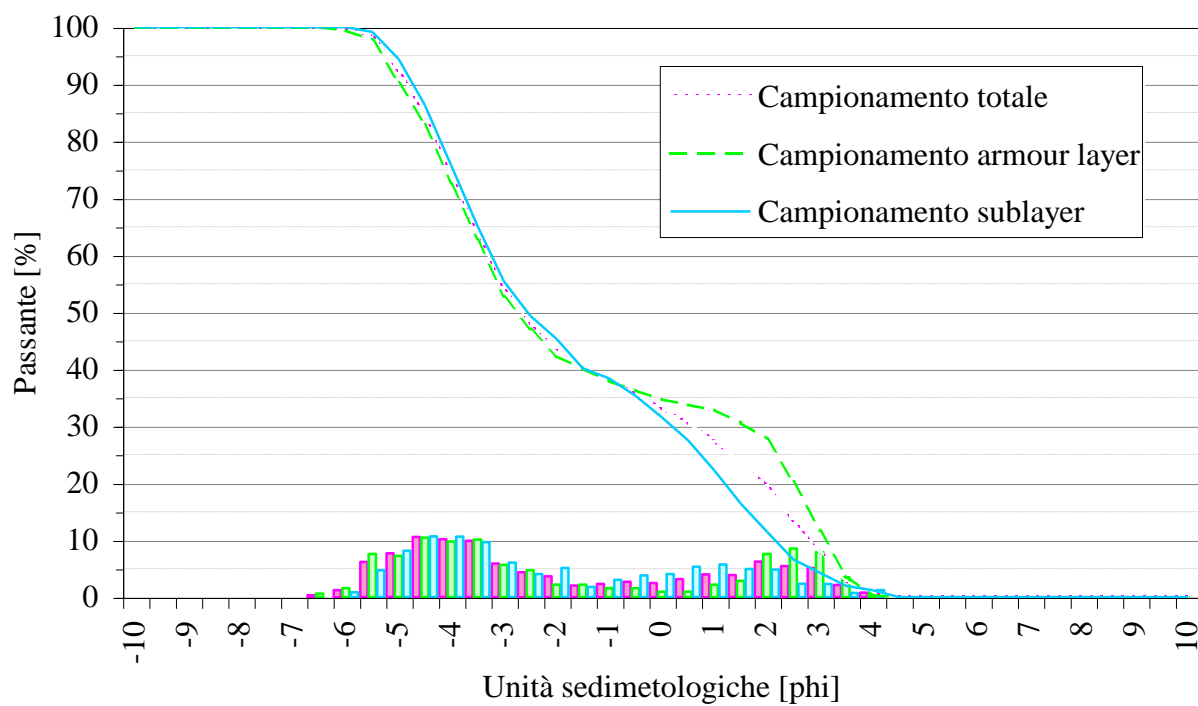


Figura 26: scheda granulometrica relativa al campione N° 7.

CAMPIONAMENTO N° 8

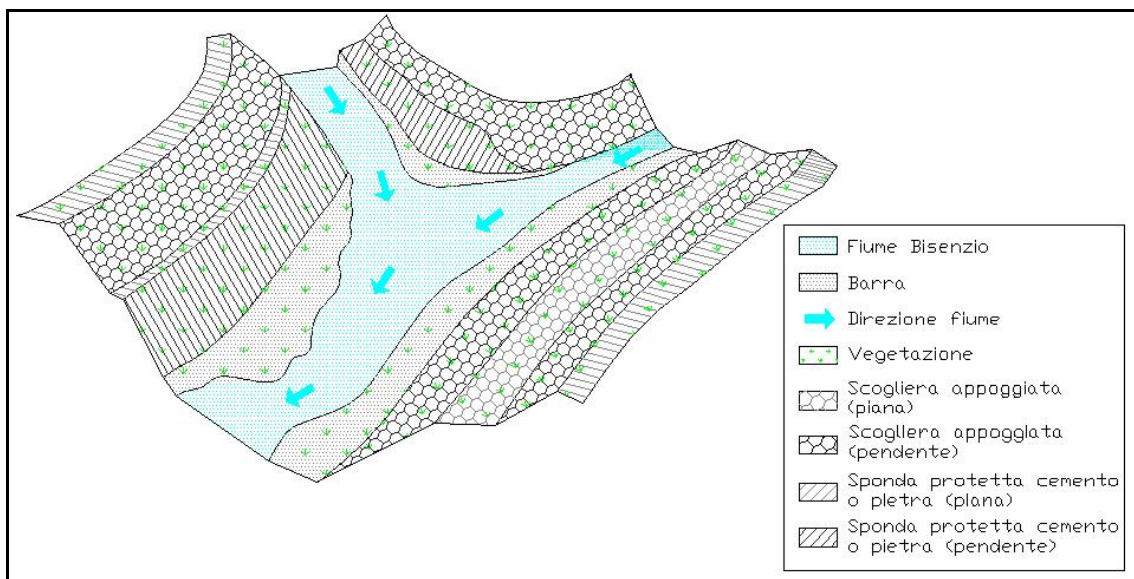


Figura 27: schema ubicazione del sito di campionamento N° 8.



Figura 28: foto del sito di campionamento N° 8 (da valle verso monte).



Figura 29: foto del sito di campionamento N° 8 (dalla sponda sinistra).

Campionamento N°	8		
Data campionamento	27/05/2003		
Località:	Analisi effettuata sul Fiume Bisenzio alla confluenza con il collettore delle acque basse, sul materiale accumulato in una barra laterale		
Descrizione campionamento superficiale <i>armour layer</i>			
Metodo di campionamento		mediante griglia	
Dimensioni "griglia"		38 m ₃ 4 m	Dimensione maglie "griglia" 0.5m ₃ 0.5m
Numero dei campioni analizzati:		358	
Descrizione campionamento volumetrico <i>sublayer</i>			
Peso totale campione [gr]		145000	Setacciatura a secco
Diametro del max ciottolo [mm]		66	Peso del max ciottolo [gr] 112
Φ _{max} del campione		-5	Φ _{min} del campione 4
Quartatura	si	Sed. inferiori a Φ=-5	Peso iniziale quartato [gr] 145000
Quartatura	si	Sed. inferiori a Φ=-1.5	Peso iniziale quartato [gr] 11114

Tabella 16: scheda informativa del campionamento N° 8.

Totale			Armour layer			Sublayer		
	Φ	D (mm)		Φ	D (mm)		Φ	D (mm)
D10	0.1515	0.9	D10	-1.4900	2.8	D10	0.7451	0.6
D16	-0.5426	1.5	D16	-2.3093	5.0	D16	0.2923	0.8
D25	-1.5043	2.8	D25	-2.9907	7.9	D25	-0.3859	1.3
D35	-2.4081	5.3	D35	-3.5427	11.7	D35	-1.1084	2.2
D40	-2.7251	6.6	D40	-3.6871	12.9	D40	-1.5147	2.9
D50	-3.2958	9.8	D50	-3.9758	15.7	D50	-2.2671	4.8
D75	-4.2253	18.7	D75	-4.6269	24.7	D75	-3.5301	11.6
D84	-4.5632	23.6	D84	-4.8748	29.3	D84	-3.8927	14.9
D90	-4.8376	28.6	D90	-5.0788	33.8	D90	-4.2039	18.4
MEAN	-2.78	6.9	MEAN	-3.62	12.3	MEAN	-1.94	3.8
DEV STANDARD	1.88		DEV STANDARD	1.45		DEV STANDARD	1.89	
SKEWNESS	0.77		SKEWNESS	1.36		SKEWNESS	0.37	
KURTOSIS	2.78		KURTOSIS	5.09		KURTOSIS	2.18	
% Gravel	79.54		% Gravel	92.74		% Gravel	66.35	
% Sand	20.46		% Sand	7.26		% Sand	33.65	
% Silt	0.00		% Silt	0.00		% Silt	0.00	
% Clay	0.00		% Clay	0.00		% Clay	0.00	

Tabella 17: i principali percentili e parametri statistici relativi alla curva granulometrica del campione dello strato superficiale (Armour layer), del campione del sottostrato (Sublayer) e del campione totale media del campione armour layer con il campione sublayer; nel sito N° 8.

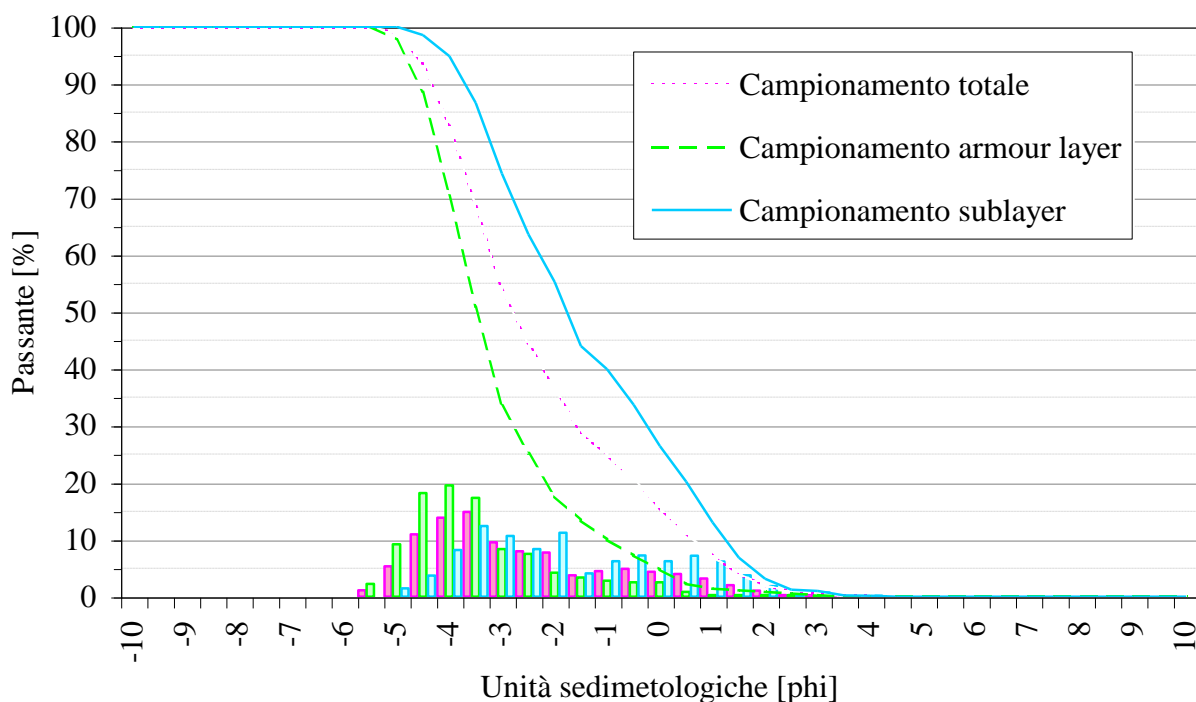


Figura 30: scheda granulometrica relativa al campione N° 8.

CAMPIONAMENTO N° 9

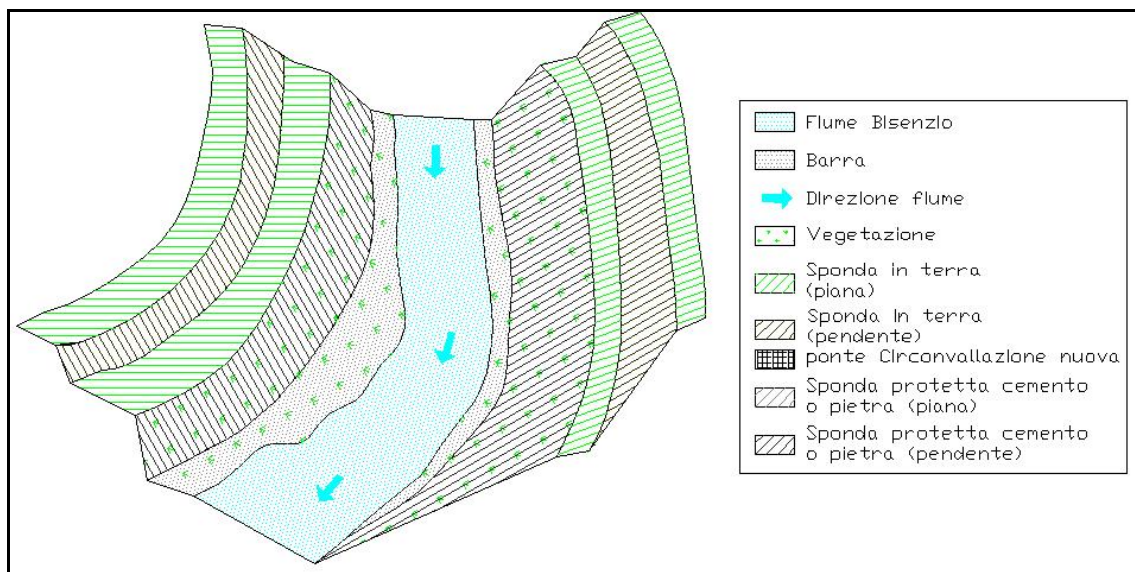


Figura 31: schema ubicazione del sito di campionamento N° 9.



Figura 32: foto della sito di campionamento N° 9 (da monte verso valle).

Campionamento N°	9		
Data campionamento	27/05/2003		
Località:	Analisi effettuata sul Fiume Bisenzio poco a valle del Ponte al Santo (ponte Nannucci), sul materiale accumulato in una barra laterale		
Descrizione campionamento superficiale <i>armour layer</i>			
Metodo di campionamento	mediante griglia		
Dimensioni "griglia"	24 m ₃ 6 m	Dimensione maglie "griglia"	0.5m ₃ 0.5m
Numero dei campioni analizzati:	330		
Descrizione campionamento volumetrico <i>sublayer</i>			
Peso totale campione [gr]	127400	Setacciatura	a umido
Diametro del max ciottolo [mm]	60	Peso del max ciottolo [gr]	78
Φ _{max} del campione	-5	Φ _{min} del campione	< 4
Peso totale del campione secco portato in laboratorio prima del lavaggio [gr]			13392
Peso totale del campione secco portato in laboratorio prima del lavaggio [gr]			10308
Quartatura	si	Sed. inferiori a ϕ=-5	Peso iniziale quartato [gr] 127400
Quartatura	si	Sed. inferiori a ϕ=-1.5	Peso iniziale quartato [gr] 5209

Tabella 18: scheda informativa del campionamento N° 9.

Totale			Armour layer			Sublayer		
	Φ	D (mm)		Φ	D (mm)		Φ	D (mm)
D10	4.0893	0.1	D10	2.9107	0.1	D10	4.2947	0.1
D16	3.3345	0.1	D16	2.5571	0.2	D16	4.1715	0.1
D25	2.4840	0.2	D25	1.8088	0.3	D25	3.8798	0.1
D35	1.6370	0.3	D35	-0.1250	1.1	D35	2.2677	0.2
D40	1.1113	0.5	D40	-2.0000	4.0	D40	1.8482	0.3
D50	-1.7176	3.3	D50	-3.0625	8.4	D50	0.9532	0.5
D75	-3.9131	15.1	D75	-4.3110	19.8	D75	-3.2849	9.7
D84	-4.3615	20.6	D84	-4.6651	25.4	D84	-3.8755	14.7
D90	-4.6732	25.5	D90	-4.8953	29.8	D90	-4.2506	19.0
MEAN	-0.75	1.7	MEAN	-1.66	3.2	MEAN	0.17	0.9
DEV STANDARD		3.35	DEV STANDARD		3.11	DEV STANDARD		3.34
SKEWNESS		0.19	SKEWNESS		0.48	SKEWNESS		-0.11
KURTOSIS		1.44	KURTOSIS		1.57	KURTOSIS		1.43
% Gravel		52.39	% Gravel		63.03	% Gravel		41.76
% Sand		35.43	% Sand		36.97	% Sand		33.89
% Silt		12.18	% Silt		0.00	% Silt		0.24
% Clay		0.00	% Clay		0.00	% Clay		0.00

Tabella 19: i principali percentili e parametri statistici relativi alla curva granulometrica del campione dello strato superficiale (Armour layer), del campione del sottostrato (Sublayer) e del campione totale media del campione armour layer con il campione sublayer; nel sito N° 9.

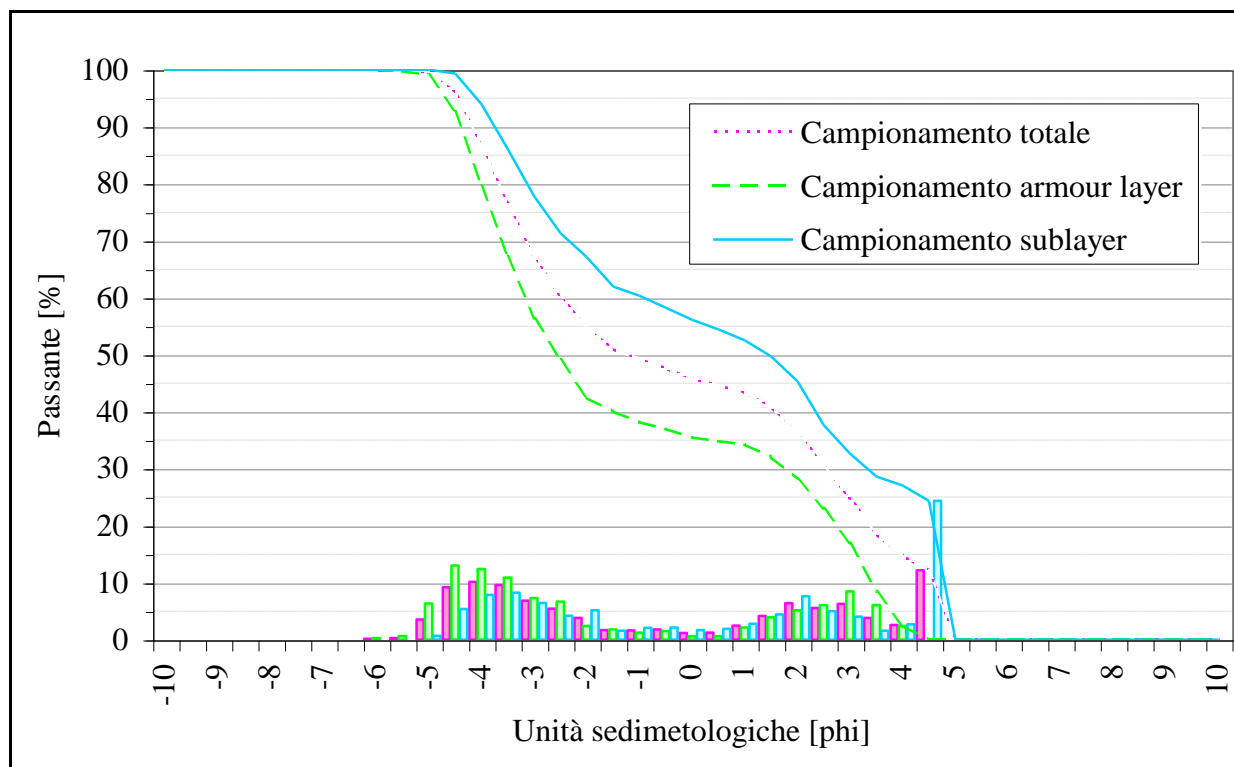


Figura 33: Scheda granulometrica relativa al campione N° 9.

CAMPIONAMENTO N° 10

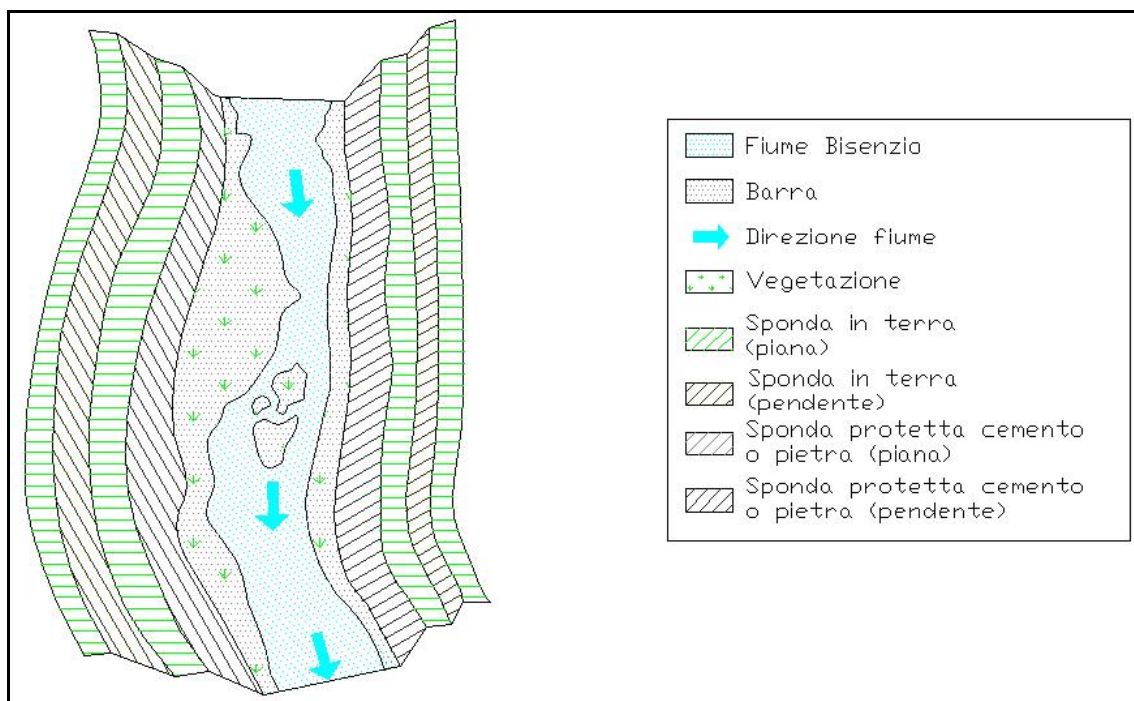


Figura 34: schema ubicazione della sito di campionamento N° 10.



Figura 35: foto del sito di campionamento N° 10 (da monte verso valle).



Figura 36: foto del sito di campionamento N° 10 (da valle verso monte).

Campionamento N°	10		
Data campionamento	26/06/2003		
Località:	Analisi effettuata sul Fiume Bisenzio poco a valle del Ponte delle Molina, sul materiale accumulato in una barra laterale		
Descrizione campionamento superficiale <i>armour layer</i>			
Metodo di campionamento		mediante griglia	
Dimensioni "griglia"		24 m ₃ 6 m	Dimensione maglie "griglia" 0.5m ₃ 0.5m
Numero dei campioni analizzati:		304	
Descrizione campionamento volumetrico <i>sublayer</i>			
Peso totale campione [gr]		142000	Setacciatura a secco
Diametro del max ciottolo [mm]		65	Peso del max ciottolo [gr] 150
Φ _{max} del campione		-5.5	Φ _{min} del campione < 4
Peso totale del campione secco portato in laboratorio [gr]			142000
Quartatura	si	Sed. inferiori a ϕ=-5	Peso iniziale quartato [gr] 142000
Quartatura	si	Sed. inferiori a ϕ=-1.5	Peso iniziale quartato [gr] 5364

Tabella 20: scheda informativa del campionamento N° 10

Totale			Armour layer			Sublayer		
	Φ	D (mm)		Φ	D (mm)		Φ	D (mm)
D10	0.4264	0.7	D10	0.8111	0.6	D10	-0.0594	1.0
D16	-0.8075	1.8	D16	-0.3314	1.3	D16	-1.1955	2.3
D25	-2.1973	4.6	D25	-1.9545	3.9	D25	-2.3262	5.0
D35	-2.9466	7.7	D35	-2.8565	7.2	D35	-3.0310	8.2
D40	-3.1950	9.2	D40	-3.1265	8.7	D40	-3.2676	9.6
D50	-3.6081	12.2	D50	-3.5568	11.8	D50	-3.6527	12.6
D75	-4.4005	21.1	D75	-4.3854	20.9	D75	-4.4152	21.3
D84	-4.7333	26.6	D84	-4.7045	26.1	D84	-4.7655	27.2
D90	-4.9739	31.4	D90	-4.9325	30.5	D90	-5.0340	32.8
MEAN	-2.97	7.8	MEAN	-2.83	7.1	MEAN	-3.11	8.7
DEV STANDARD	2.09		DEV STANDARD	2.23		DEV STANDARD	1.93	
SKEWNESS	1.29		SKEWNESS	1.23		SKEWNESS	1.30	
KURTOSIS	4.17		KURTOSIS	3.75		KURTOSIS	4.54	
% Gravel	82.92		% Gravel	80.59		% Gravel	85.25	
% Sand	16.74		% Sand	19.41		% Sand	14.06	
% Silt	0.00		% Silt	0.00		% Silt	0.01	
% Clay	0.00		% Clay	0.00		% Clay	0.00	

Tabella : i principali percentili e parametri statistici relativi alla curva granulometrica del campione dello strato superficiale (Armour layer), del campione del sottostrato (Sublayer) e del campione totale media del campione armour layer con il campione sublayer; nel sito N° 10.

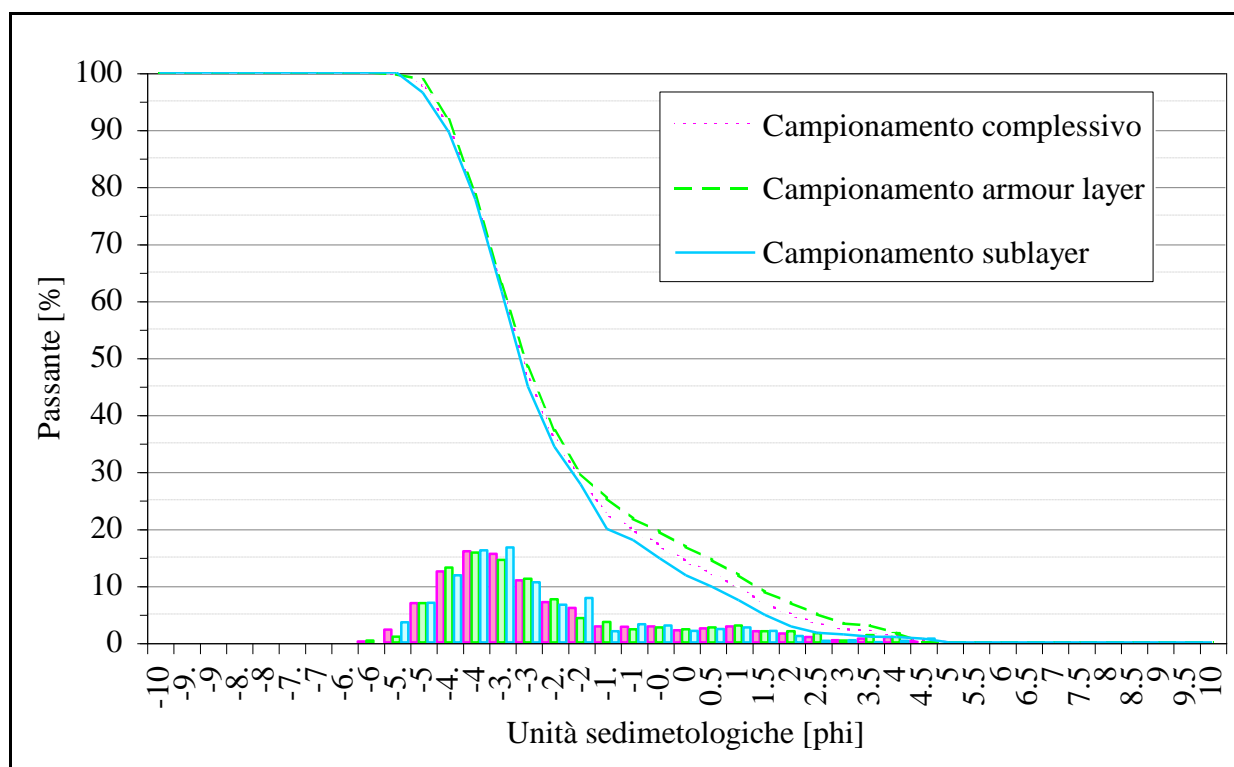


Figura 37: scheda granulometrica relativa al campione N° 10.

CAMPIONAMENTO N° 11



Figura 38: foto del sito di campionamento N° 11 (da valle verso monte).

Campionamento N°	11		
Data campionamento	08/05/2003		
Località:	Analisi effettuata sul Torrente Marina in prossimtà della confluenza con il Fiume Bisenzio sul materiale accumulato in una barra laterale		
Descrizione campionamento superficiale <i>armour layer</i>			
Metodo di campionamento	mediante griglia		
Dimensioni "griglia"	12 m ₃ 5 m	Dimensione maglie "griglia"	0.5m ₃ 0.5m
Numero dei campioni analizzati:	330		
Descrizione campionamento volumetrico <i>sublayer</i>			
Peso totale campione [gr]	59369	Setacciatura	a secco
Diametro del max ciottolo [mm]	110	Peso del max ciottolo [gr]	566
Φ _{max} del campione	-6.5	Φ _{min} del campione	4
Quartatura	si	Sed. inferiori a Φ=-1.5	Peso iniziale quartato [gr]
			12501

Tabella 21: scheda informativa del campionamento N° 11.

Totale			Armour layer			Sublayer		
	Φ	D (mm)		Φ	D (mm)		Φ	D (mm)
D10	-1.7195	3.3	D10	-2.9167	7.6	D10	-0.6708	1.6
D16	-2.5758	6.0	D16	-3.2897	9.8	D16	-1.4810	2.8
D25	-3.3089	9.9	D25	-3.7035	13.0	D25	-2.5002	5.7
D35	-3.8272	14.2	D35	-4.0682	16.8	D35	-3.4146	10.7
D40	-4.0476	16.5	D40	-4.2182	18.6	D40	-3.7252	13.2
D50	-4.4304	21.6	D50	-4.5213	23.0	D50	-4.2757	19.4
D75	-5.4226	42.9	D75	-5.3827	41.7	D75	-5.4711	44.4
D84	-5.7908	55.4	D84	-5.7167	52.6	D84	-5.8765	58.8
D90	-6.0721	67.3	D90	-5.9524	61.9	D90	-6.2055	73.8
MEAN	-4.04	16.4	MEAN	-4.43	21.6	MEAN	-3.64	12.5
DEV STANDARD		1.74	DEV STANDARD		1.34	DEV STANDARD		2.01
SKEWNESS		1.03	SKEWNESS		1.28	SKEWNESS		0.63
KURTOSIS		4.30	KURTOSIS		6.86	KURTOSIS		2.93
% Gravel		91.03	% Gravel		97.88	% Gravel		84.18
% Sand		7.35	% Sand		2.12	% Sand		12.58
% Silt		0.00	% Silt		0.00	% Silt		0.00
% Clay		0.00	% Clay		0.00	% Clay		0.00

Tabella : i principali percentili e parametri statistici relativi alla curva granulometrica del campione dello strato superficiale (Armour layer), del campione del sottostrato (Sublayer) e del campione totale media del campione armour layer con il campione sublayer; nel sito N° 11.

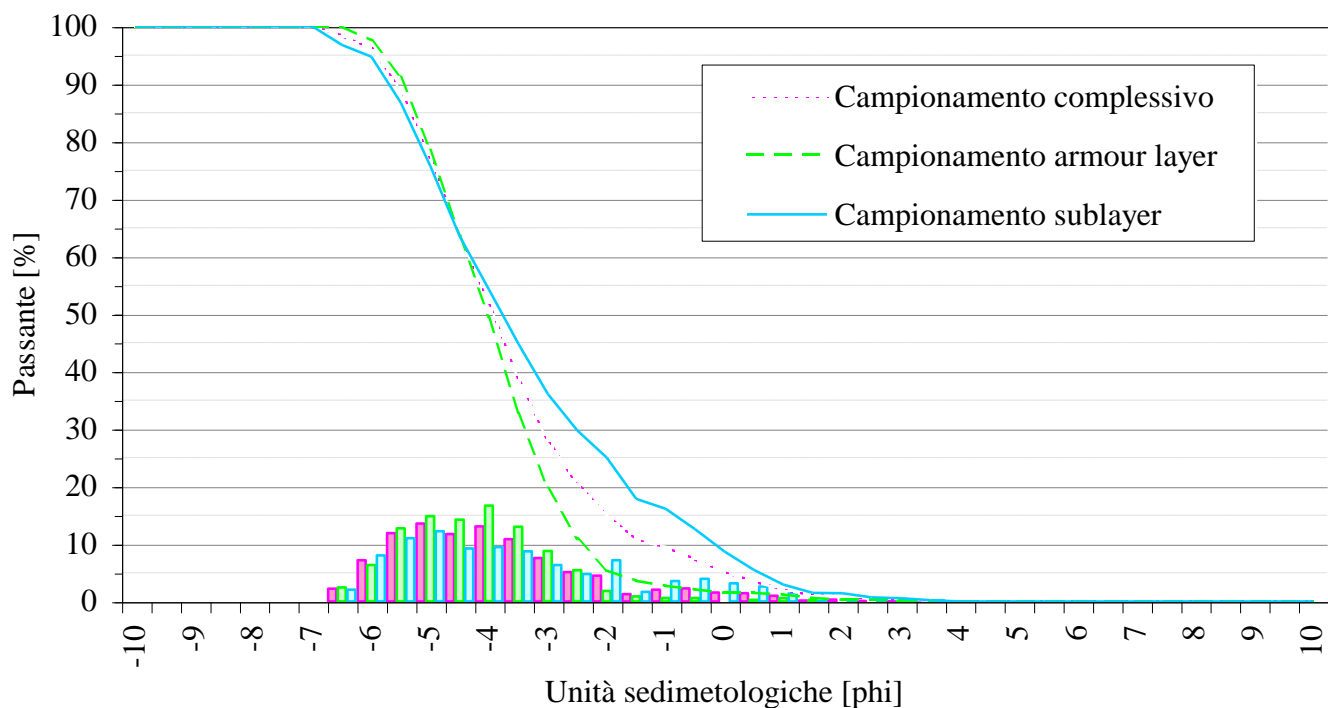


Figura 39: scheda granulometrica relativa al campione N° 11.