



***La riduzione del rischio idrogeologico mediante
l'impiego di trincee drenanti prefabbricate:
considerazioni tecniche ed operative***

***A cura di
MASSIMO BORGHI***

www.borghiazio.com



Prima Sezione , parere 69 adunanza 2 luglio 2013

Emissione settembre 2013

***Linee guida per la certificazione di idoneità tecnica
all'impiego di prodotti
in rete metallica a doppia torsione***



***Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Servizio Tecnico Centrale***



SCOPI

Fornire indirizzi e criteri i riferimenti normativi, teorici e sperimentali per la redazione di capitolati, per la produzione e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione, nonché indicazioni in merito alla durabilità ed il collaudo di opere realizzate con i suddetti prodotti CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALLE CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI SPECIFICHE DELLA RETE METALLICA E DELLE SUE APPLICAZIONI, nel rispetto del Decreto sulle Norme Tecniche per le costruzioni ed in coerenza con altre Normative europee ed internazionali riguardanti la produzione e l'impiego di questo materiale.

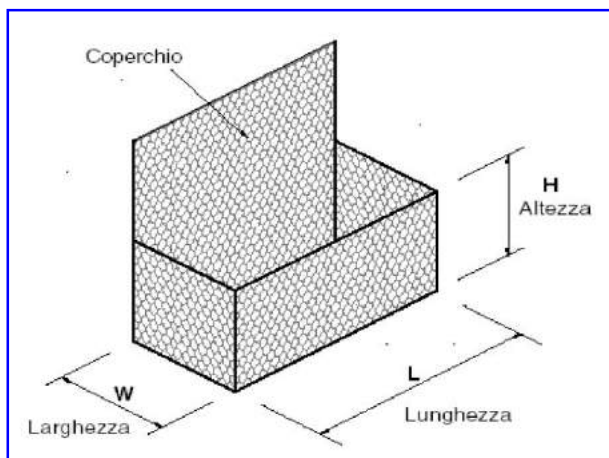
Le presenti Linee Guida comprendono e sostituiscono i contenuti della "Linee guida per la redazione di capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" del Maggio 2006



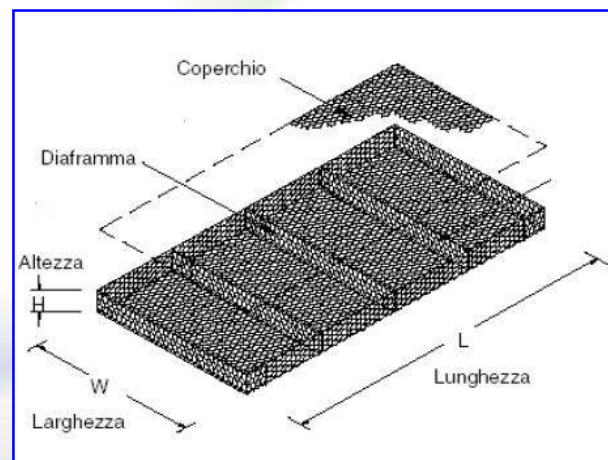
OGGETTO DELLA NORMA

Dispositivi e manufatti basati sull'impiego di rete metallica a doppia torsione con sostanziale valenza strutturale (come tali devono presentare i requisiti specificatamente richiesti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 febbraio 2008) per:

Opere di sostegno a gravità (gabbioni)

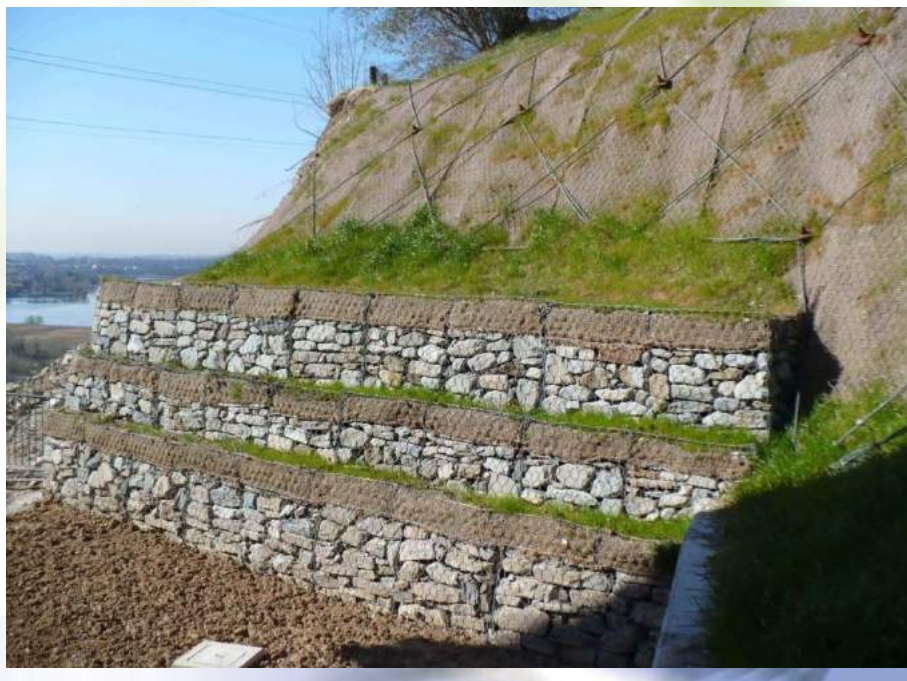


Protezione di argini e rilevati (materassi)



Contenimento di scarpate instabili (reti paramassi)

Costruzione di opere di sostegno speciali (terra rinforzata)



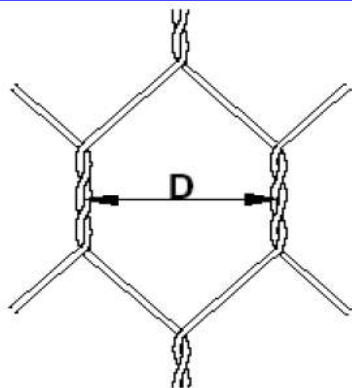






CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

La tolleranza sull'apertura della maglia 'D' è riferita all'interasse tra due torsioni in accordo alle normative UNI-EN 10223-3



Denominazione Tipo	Diametro "D" nominale (mm)	Tolleranze %
6x8	60	Da -4% a +16%
8x10	80	

	Maglia tipo	(D = mm)	Diametro filo minimo "d" del filo (*) (mm)
Rete per opere parasassi	6x8	60	2,7
	8x10	80	2,7(**)
	8x10	80	3,0
Gabbioni	6x8	60	2,7
	8x10	80	2,7(**)
	8x10	80	3,0
Materassi metallici	6x8	60	2,2 (**)
Opere in terra rinforzata	8x10	80	2,2 (**)
			2,7 (**)

* *Escluso eventuale rivestimento polimerico esterno*

** *diametri standard per fili con rivestimento polimerico*



NUOVI CONCETTI PROGETTUALI:

VITA UTILE E AGGRESSIVITA' AMBIENTALE

Per vita-nominale, in accordo con il punto 2.4.1 delle NTC 2008 e successive modifiche, si intende *"il numero di anni nel quale la struttura purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata"*.

Alla vita nominale devono essere adattati i criteri di progetto con particolare riferimento alla durabilità della rete e dei sistemi di protezione dalla corrosione dei fili metallici, anche in riferimento alla possibilità che in un'opera possano essere eseguiti od meno sostituzioni di componenti o ripristini, con operazioni di manutenzione ordinaria, nonché in riferimento alle condizioni di aggressività ambientali.

La scelta del materiale da adottare, dovrà derivare dalla combinazione tra i requisiti di vita nominale richiesti dal tipo di opera e dalle condizioni di aggressività (bassa, media, alta) degli ambienti nella quale l'opera verrà inserita. (per i criteri di aggressività ambientale ci si riferisce alla norma ISO 9223 – Tabella 1).

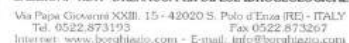
NUOVI CONCETTI PROGETTUALI:

VITA UTILE E AGGRESSIVITA' AMBIENTALE

	<u>Tipo di opera</u>	<u>Vita utile (minima)</u>
1	Opere caratterizzate da media difficoltà di manutenzione (es. reti paramassi)	25 anni
2	Opere caratterizzate da componenti difficilmente sostituibili senza rifacimento totale (es. opere di sostegno, opere idrauliche)	50 anni
3	Elementi non ispezionabili né sostituibili (es. muri in terra rinforzata)	50 anni

<u>Aggressività ambientale</u>	<u>Tipo di opera</u>	<u>Tipo di rivestimento</u>
bassa	1 e 2	Lega ZnAl
media	1	Lega ZnAl
media	2	Lega ZnAl e polimero
alta	1 e 2	Lega ZnAl e polimero
qualsiasi	3	Lega ZnAl e polimero

**OGNI CONFEZIONE
ATTRAVERSO LA
PRESSIONE**



* "Linee Guida per la redazione di capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" del Consiglio Superiore del LLPP 12/05/06



TECHNICKÝ A SKÚŠOBNÝ ÚSTAV STAVEBNÝ, n. o.
BUILDING TESTING AND RESEARCH INSTITUTE, Slovak Republic
Študentská 3, 821 04 Bratislava

EC - CERTIFICATO DEL CONTROLLO DEL PROCESSO DI FABBRICA

1301 - CPD - 0654

In conformità alla Direttiva 89/108/CEE del Consiglio delle Comunità Europee del 21 Dicembre 1988 sull'armonizzazione delle leggi, delle regole e dei provvedimenti amministrativi degli Stati Membri inerenti i prodotti da costruzione (Direttiva Prodotti da Costruzione - CPD), emendata dalla Direttiva 93/68/CEE del Consiglio delle Comunità Europee del 22 Luglio 1993, si certifica che il prodotto

Gabbioni e prodotti realizzati in rete metallica a doppia torsione o elettrosaldata

Impiego previsto

- opere di sostegno e opere a carattere architettonico - per quanto riguarda i gabbioni ed i materassi in rete elettrosaldata
- opere di sostegno, sistemazioni fluviali, sistemi di controllo dell'erosione, barriere fonoassorbenti e opere a carattere architettonico - per quanto riguarda i gabbioni e i materassi in rete metallica a doppia torsione.

fabbricato dal Produttore

BORGHI AZIO S.p.A.
Via Papa Giovanni XXIII n°15, 42020 San Polo D'Enza (Reggio Emilia)
Italy

nella Fabbrica di

BORGHI AZIO S.p.A.
Via Papa Giovanni XXIII n°15, 42020 San Polo D'Enza (Reggio Emilia), Italy

è sottoposto dal Produttore alle prove iniziali di tipo del prodotto ed al controllo della produzione di fabbrica e che l'ente Notificato n.

1301 - Technický a skúšobný ústav stavebný, n.o.

ha effettuato l'ispezione iniziale della fabbrica e del controllo della produzione di fabbrica ed esegue la sorveglianza continua, la valutazione e l'approvazione del controllo della produzione di fabbrica.

Questo certificato attesta che tutti i provvedimenti concernenti l'attestazione del controllo del processo di fabbrica descritti nell'

ETA-09/0413

sono stati applicati.

Questo certificato è stato rilasciato la prima volta il 14 Ottobre 2010 e rimane valido fino a quando non siano significativamente modificate le condizioni stabilite nelle specifiche tecniche armonizzate richiamate o le condizioni di produzione nella fabbrica od il controllo della produzione di fabbrica stesso.

Bratislava 14 Ottobre 2010



Dipl. Ing. Daša Kozáková
capo dell'Ente Notificato 1301

038132

ETA-09/0413



CONTROLLO ED ACCETTAZIONE IN CANTIERE

L'accettazione dei materiali, oltre che alla verifica della documentazione accompagnatoria in accordo con il capitolo 11.1 delle NTC 2008, è subordinata all'esito di prove specifiche di accettazione, eseguite su richiesta del DL, presso laboratori di cui all'art. 59 del DPR 380/2001, su campioni di filo ed elementi di rete, in accordo a quanto indicato al punto 4.1 della Linea Guida 69/2013.

Comunque risulti qualificato il prodotto, resta onere del DL, in fase di accettazione in cantiere, la verifica della prescritta documentazione di qualificazione.

Dove trovare copia della Linea Guida

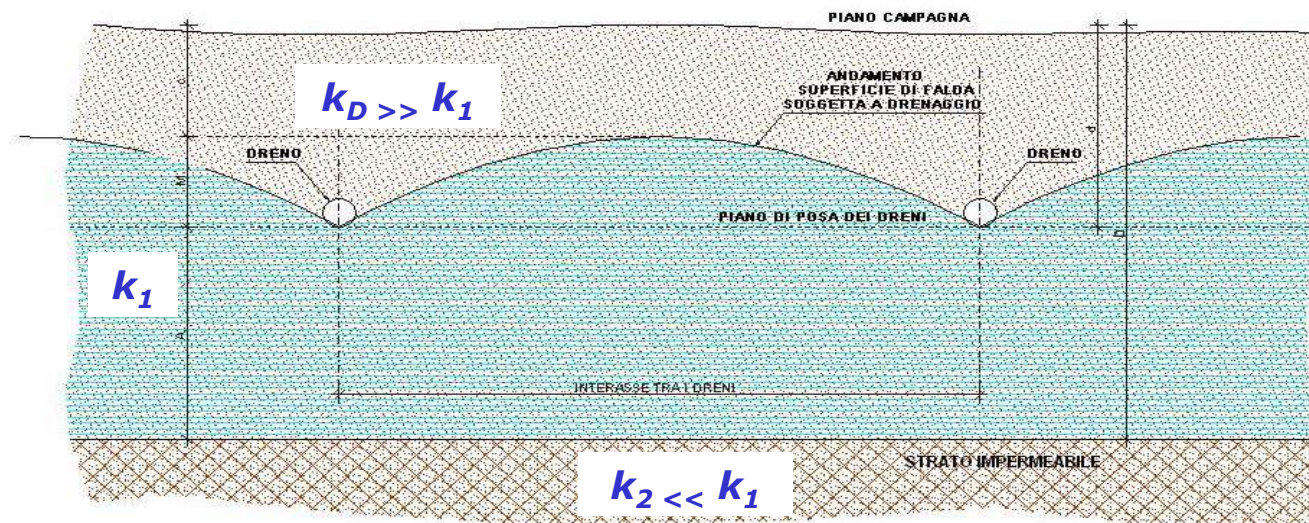
La trovate al
link <http://www.cslp.it/cslp/>

TRINCEE DRENANTI

Sono strutture allungate disposte parallelamente o trasversalmente alla linea di massima pendenza con profondità fino ai 6-8m e larghezza intorno al metro.

Principio: si innesci all'interno del terreno (k_1) un moto di filtrazione verso il dreno ($k_D \gg k_1$). Si ottiene così una riduzione della pressione interstiziale dal valore iniziale u_0 ad un nuovo valore u .

SCHEMA GEOMETRICO DI DRENAGGIO





TRINCEE DRENANTI FUNZIONAMENTO

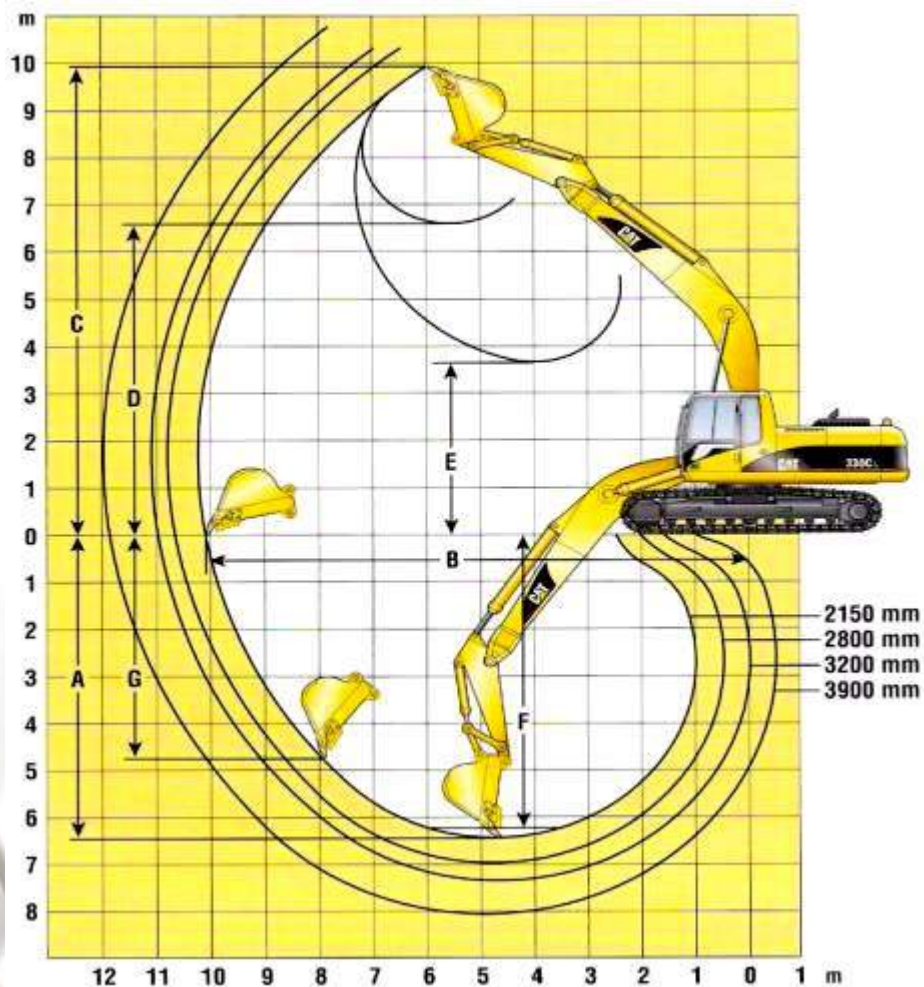
**- RIDUZIONE DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI u
(Δu)**

**- INCREMENTO DELLE TENSIONI EFFICACI
 $\sigma' = (\sigma - \Delta u)$ (principio degli sforzi efficaci di Terzaghi, 1923)**

**QUINDI DELLA RESISTENZA AL TAGLIO DISPONIBILE SULLA POTENZIALE FASCIA DI
INSTABILITA' $\tau = c' + (\sigma - \Delta u) \operatorname{tg} \Phi'$ (criterio di rottura di Coulomb, 1773 - Terzaghi)**

**PROCESSO DI CONSOLIDAMENTO MONODIMENSIONALE
ASSIMILABILE AD UN CARICO INFINITAMENTE ESTESO**

LIMITI DI IMPIEGO



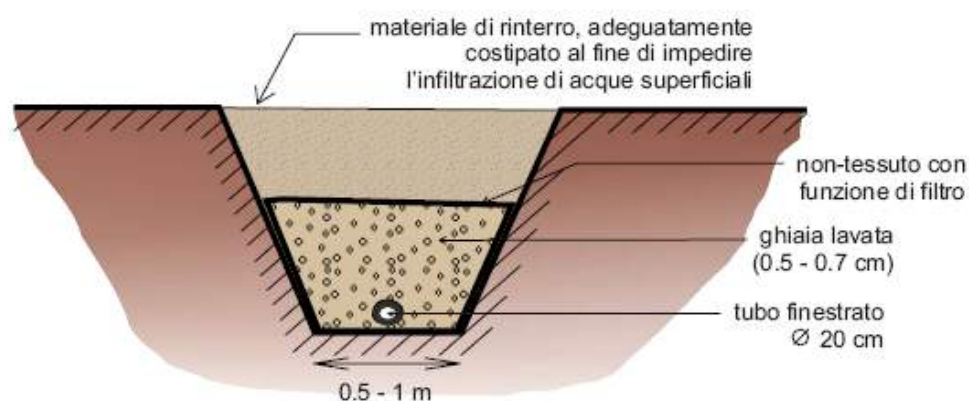
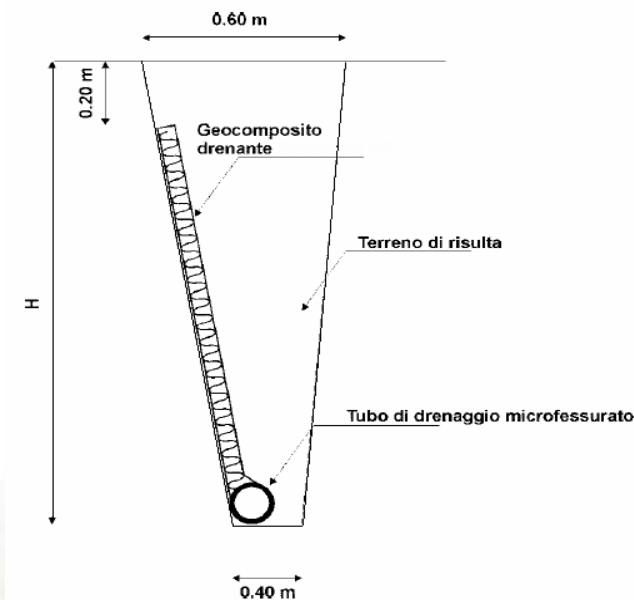
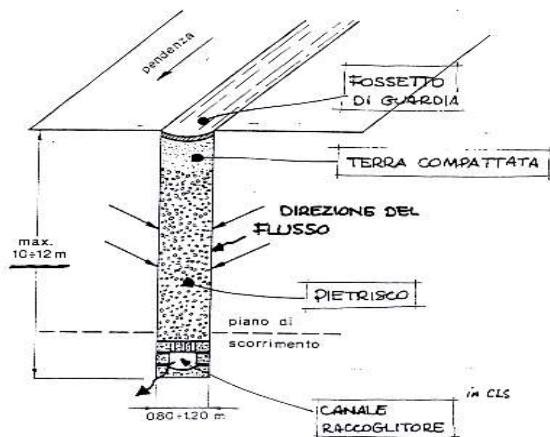
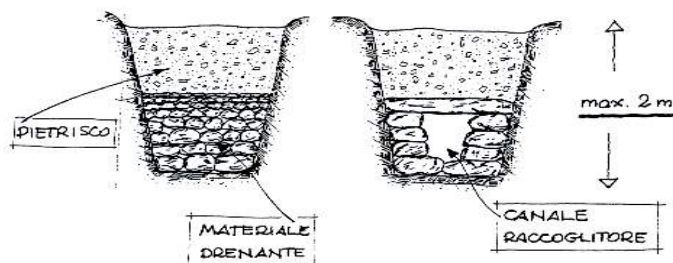
**- Lunghezza del braccio
dell'escavatore**

**- DIMINUIZIONE DELLA CAPACITÀ
DRENANTE con la profondità di
installazione**

SISTEMI DRENANTI: TIPOLOGIE

DRENAGGI PROFONDI

a) a cielo aperto (PROFONDITA' LIMITATA)



SISTEMA PREFABBRICATO GABBIODREN

E' un pannello prefabbricato ad alte prestazioni idraulico-meccaniche utilizzato nel drenaggio delle acque in alternativa al sistema ghiaia + tubo + non tessuto

Il sistema GABBIODREN™ consiste nella realizzazione di drenaggi mediante l'utilizzo di pannelli prefabbricati. Il pannello drenante è costituito da uno scatolare metallico esterno di contenimento, rivestito internamente con geotessile ritentore e separatore. Il nucleo drenante è costituito da "ciottoli" di polistirolo non riciclato, ad alta resistenza, imputrescibile, insolubile e chimicamente inerte alle acque.



SISTEMA PREFABBRICATO GABBIODREN T



Gabbia esterna di contenimento in rete metallica a doppia torsione

Geotessile di rivestimento e filtrazione

Nucleo drenante in polistirolo non riciclato imputrescibile

Tubo microforato diam.160mm inserito internamente

APPLICAZIONI

DRENAGGI IN FRANA

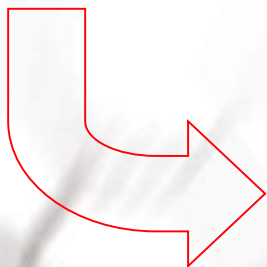
Il sistema GABBIODREN™ nasce come alternativa all'utilizzo di trincee drenanti tradizionali nel consolidamento dei versanti attivamente o potenzialmente in movimento e nella stabilizzazione di corpi franosi.





APPLICAZIONI

DRENAGGI NEI CONSOLIDAMENTI DI CORPI STRADALI



APPLICAZIONI

DRENAGGI IN EDILIZIA

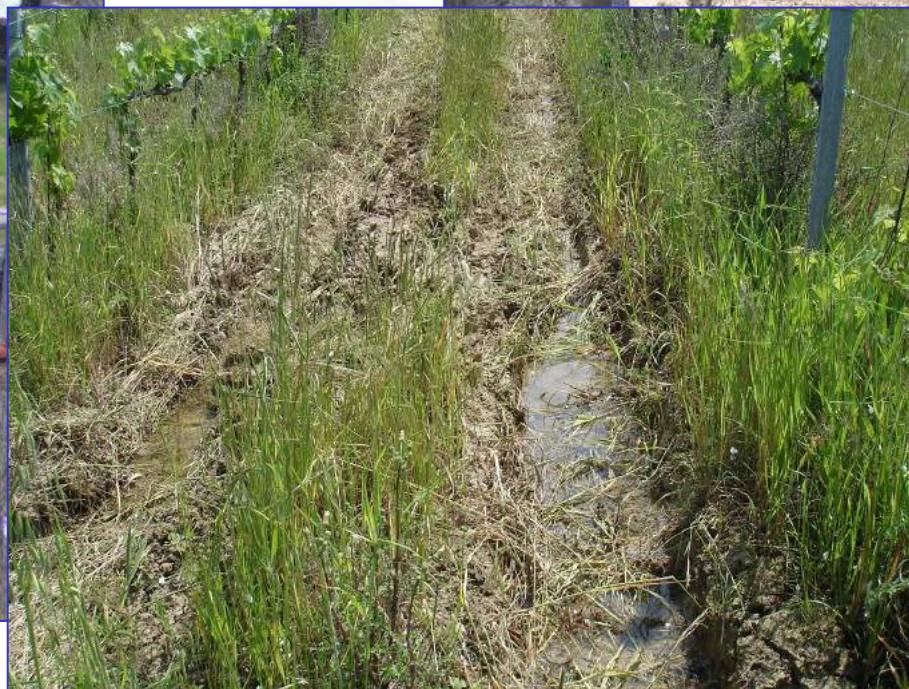
Il GABBIODREN™ è largamente impiegato per la risoluzione di problemi legati ad oscillazioni della falda e infiltrazioni di acqua dai muri e dai solai. L'utilizzo in contesto residenziale assicura lo stoccaggio rapido e ordinato dei materiali, la massima pulizia nella zona dei lavori, massima velocità realizzativa, minimo uso di mezzi con riduzione di ingombri, rumori e disagi



APPLICAZIONI

DRENAGGI IN AREE AGRICOLE

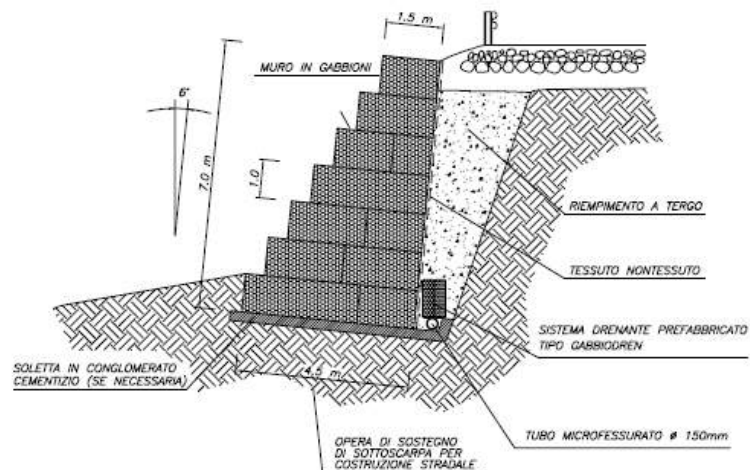
Il GABBIODREN™ trova largo impiego in agricoltura dove si è rivelato particolarmente efficace nei vigneti e nei frutteti. Consente infatti di mantenere stabili e drenati i terreni, assicurando lo smaltimento e la raccolta delle acque meteoriche. Concorre efficacemente nel mantenere il suolo in condizioni ottimali al transito dei mezzi agricoli.



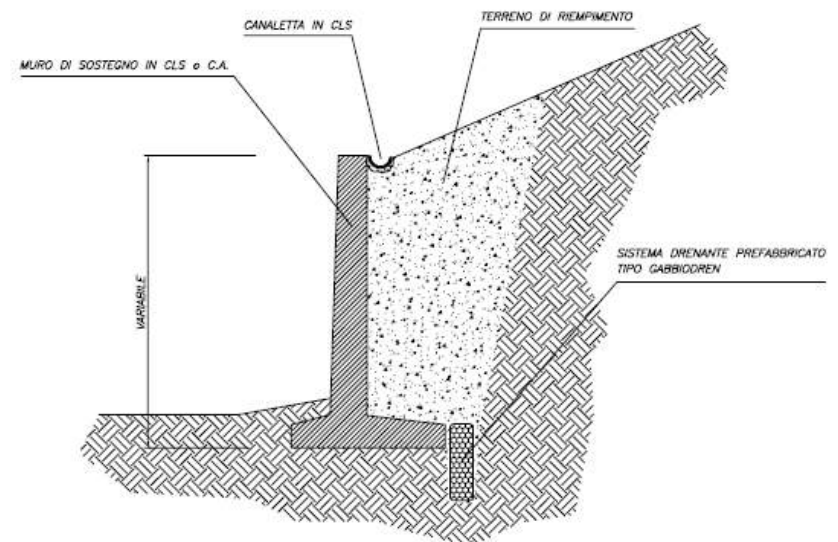
APPLICAZIONI

DRENAGGI A TERGO MURI E OPERE DI SOSTEGNO

ESEMPIO DI UTILIZZO DI GABBIODREN
COME DRENAGGIO A TERGO DI MURI DI SOSTEGNO IN GABBIONI



ESEMPIO DI UTILIZZO DI GABBIODREN
COME DRENAGGIO A TERGO DI MURI DI SOSTEGNO



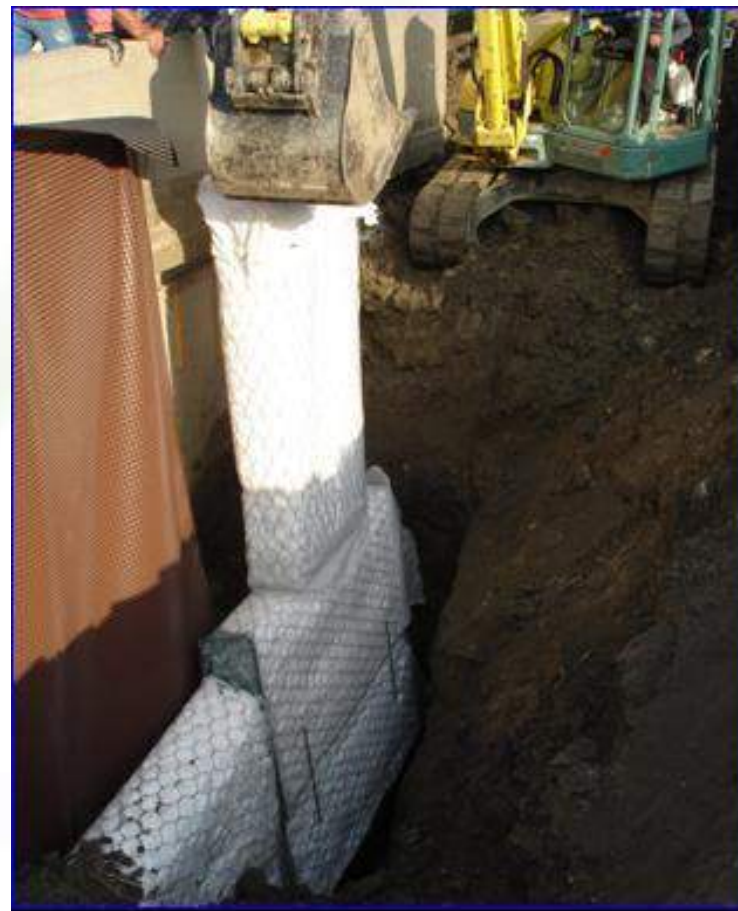
APPLICAZIONI

DRENAGGI A TERGO GABBIONATE CHIODATE



APPLICAZIONI

DRENAGGI A TERGO MURI, OPERE DI SOSTEGNO





APPLICAZIONI

DRENAGGI A TERGO DI PALIFICATE



APPLICAZIONI

DRENAGGI A TERGO DI GABBIONATE E TERRE RINFORZATE



APPLICAZIONI PARTICOLARI



**ALLEGGERIMENTO E
DRENAGGIO DI MURI**



DRENAGGIO IN DISCARICA

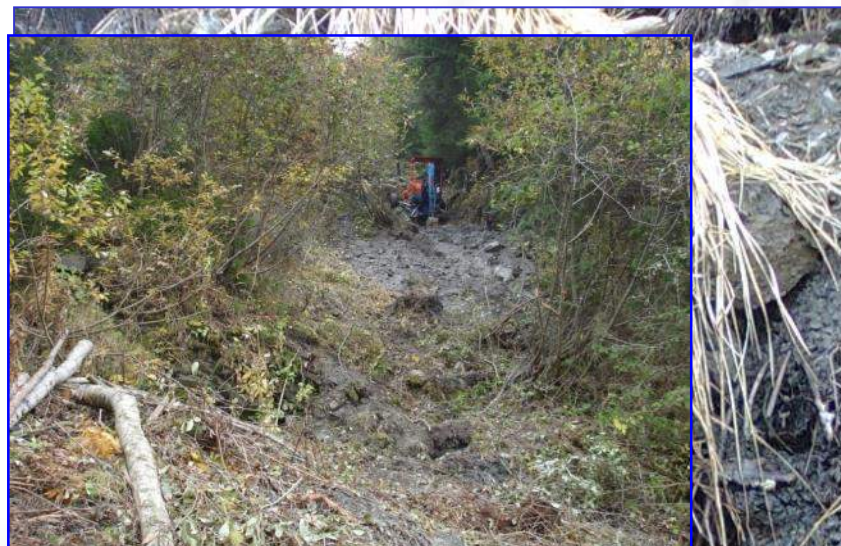
DRENAGGIO PISTA DA SCI

DRENAGGI SU MOVIMENTI GRAVITATIVI



STABILIZZAZIONE DI PENDICI MONTANE

DRENAGGI SU MOVIMENTI GRAVITATIVI in situazioni molto complesse





BONIFICA IDROGEOLOGICA – IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Localizzazione: Provincia di Pesaro-Urbino



BONIFICA IDROGEOLOGICA – IMPIANTO FOTOVOLTAICO



Sistemazione Rio Marotto, Sestri Ponente – Comune di Genova



Sistemazione Rio Marotto, Sestri Ponente – Comune di Genova



**Finitura terre rinforzate
preassemblate**

**Legatura pannelli
Gabbiodren**



**Posa trincea drenante
Gabbiodren a monte del rilevato
terra rinforzata + Gabbioni**



Villafranca Lunigiana (MS)



Villafranca Lunigiana (MS)



Villafranca Lunigiana (MS)



Villafranca Lunigiana (MS)



Villafranca Lunigiana (MS)

POSA IN OPERA



SISTEMA PREFABBRICATO



Guaina occhiellata impermeabile

***Geomembrana in polietilene a bassa densità (LPDE) rinforzata con
armatura interna in tessuto di polietilene ad alta densità (HPDE)***

POSA IN OPERA



esempio di posa di trincea con camini



POSA IN OPERA



SCAVO SVASATO



SCAVO A SEZIONE OBBLIGATA

POSA IN OPERA





CAMINI DRENANTI

- ***Aumento della sezione drenante***
- ***Maggior velocità del flusso di drenaggio***
 - ***diminuzione del transitorio***



VANTAGGI NELL'UTILIZZO DEL SISTEMA GABBIODREN™

rispetto ai sistemi tradizionali

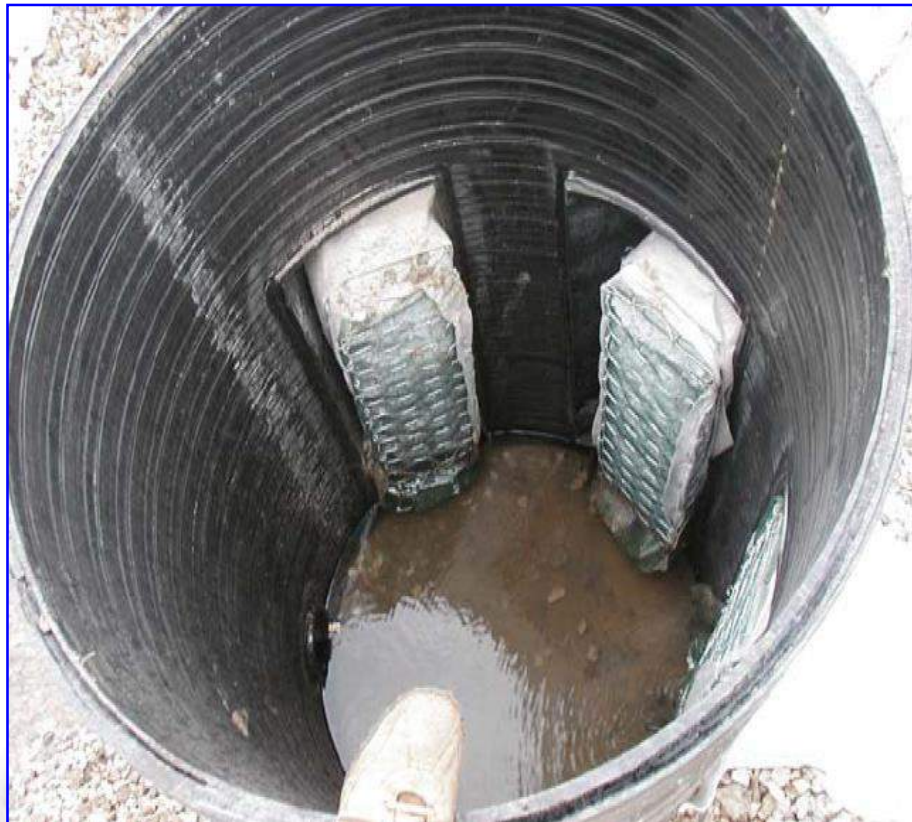
- **ACCESSIBILITÀ IN OGNI CANTIERE**
- **MAGGIORE SICUREZZA**
- **MINORE MOVIMENTO TERRA**
- **MAGGIORE VELOCITÀ DI POSA**
- **GRANDE FACILITÀ DI MOVIMENTAZIONE**





SISTEMA GABBIODREN™

RACCOLTA – GESTIONE ACQUE





SISTEMA GABBIODREN™



***Test di portata a carico statico e gradiente idraulico variabili
CONFIGURAZIONE ORIZZONTALE***



SISTEMA GABBIODREN™

Configurazione orizzontale

Carico statico σ (kPa)	Gradiente idraulico i (n°)	Portata Q (l/s)	Capacità drenante q (m³/m*s)
2	0,10	4,51	9,02E-03
	0,40	14,12	2,82E-02
	0,60	21,88	4,38E-02
20	0,10	2,25	4,50E-03
	0,40	6,35	1,27E-02
	0,60	8,08	1,62E-02
100	0,10	0,35	6,96E-04
	0,40	1,41	2,82E-03
	0,60	1,75	3,50E-03
200	0,10	0,18	3,66E-04
	0,30	0,48	9,60E-04



***Test di portata a carico
statico e gradiente idraulico
variabili***

Configurazione verticale

Carico statico σ (kPa)	Gradiente idraulico i (n°)	Portata Q (l/s)	Capacità drenante q (m³/m*s)
2	0,10	5,05	1,68E-02
	0,20	7,60	2,53E-02
	0,40	11,52	3,84E-02
20	0,10	3,21	1,07E-02
	0,20	4,82	1,61E-02
	0,40	7,33	2,44E-02
100	0,10	0,44	1,46E-03
	0,20	0,76	2,54E-03
	0,40	1,16	3,87E-03
200	0,10	0,17	5,60E-04
	0,20	0,37	1,25E-03
	0,40	0,77	2,57E-03



SVILUPPO DEL SISTEMA GABBIODREN™

GABBIODREN FORTE

GABBIA METALLICA ESTERNA DI CONTENIMENTO

Altezza : 1.0 m

Lunghezza: 2.0 m

Spessore: 0.17 m

Peso pannello: ≥ 30 kg

Maglia: esagonale doppia torsione tipo 8x10

Diametro del filo: 2.70 mm

Zincatura : FORTE

Resistenza a trazione rete: 42 kN/m

GEOTESSILE DI RIVESTIMENTO

geotessile tessuto monofilamento

100% polietilene alta densità

Massa arei 4 kN/m

Resistenza trasv.: 11 kN/m

Allungamento long. max: 34%

Allungamento trasv. max: 24%

NUCLEO DRENANTE

Materia prima: POLIETILENE ALTA DENSITA'

Dimensioni minime trucioli 13x35 mm





SVILUPPO DEL SISTEMA GABBIODREN™



Prestazioni idrauliche ricavate da prove su pannello 2x1x0.17 m (σ = VARIABILE; $i=10\%$)

PROVE DI FILTRAZIONE A CARICO COSTANTE

carico statico (kPa)	gradiente idraulico	portata (l/s)
228	0,10	4,29
304	0,10	3,67
399	0,10	2,79

***Test di portata a
carico statico
costante***





SVILUPPO DEL SISTEMA GABBIODREN™

CAMPI DI IMPIEGO SPECIFICI

Grazie alla resistenza fisica e chimica dei componenti il sistema Gabbiodren™ FORTE viene applicato quando:

IL SISTEMA DRENANTE VIENE SOTTOPOSTO A INGENTI CARICHI STATICI (elevate profondità di impiego – fino a 400 kPa)

IL SISTEMA DRENANTE E' SOGGETTO A FORTI SPINTE E DEFORMAZIONI DOPO LA POSA (spinte e frizioni causate dal riaggiustamento e movimento residuo di corpi di frana)

IL SISTEMA DRENANTE VIENE A CONTATTO CON SOSTANZE ALTAMENTE INQUINANTI (acque con carichi di solventi o idrocarburi, percolati di discarica)



Gabbiodren®

Copyright 2005



Borghi Azio S.p.A.

Gabbiodren® Project 2.0

Pagine Web: www.borghiazio.com

e-mail: info@borghiazio.com



***Cantiere sperimentale di Pomarance (PI) in collaborazione con:
Unione Montana Alta Val di Cecina
Università Mediterranea di Reggio Calabria – Dip. Meccanica dei Materiali
Università di Bologna – Dip. Scienze della Terra e Geologico Ambientali***

***Studio sperimentale dell'intasamento
nel tempo di due tipologie dei filtri di
geotessile applicati alle trincee drenanti
prefabbricate a pannelli***

***Risultati del monitoraggio a 5 anni
dall'esecuzione delle trincee***

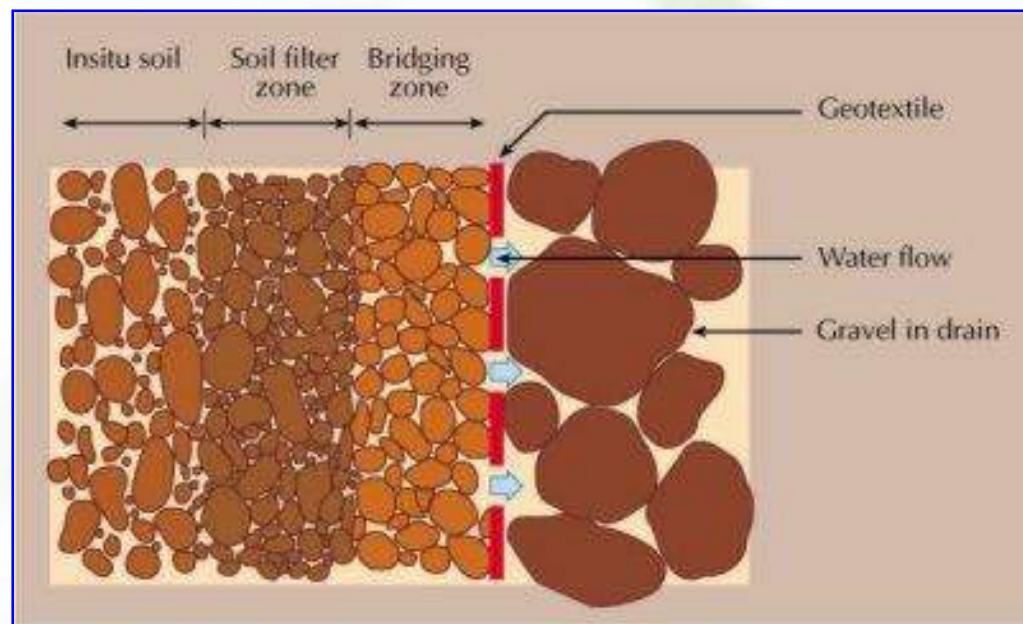
***Massimo Salmi
Responsabile Ufficio Tecnico
Borghi Azio Srl***



PRESTAZIONE DELLE TRINCEE NEL TEMPO

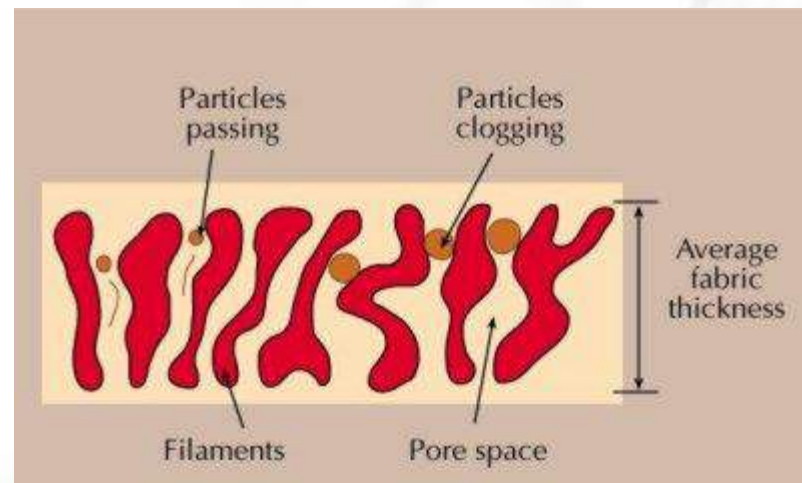


SCELTA DEL TESSUTO



Blinding

Geotextile filaments



CRITERIO DI RESISTENZA ALL'INTASAMENTO $0_{95} \text{geotessile} > D_{15} \text{terreno}$



Monitoraggio delle evidenze di cantiere



Monitoraggio di pozzetti su drenaggio Gabbiodren. A sinistra la fotografia scattata a primavera del 2006, alcune settimane dopo la fine dei lavori, mostra la torbidità delle acque raccolte ed il trasporto solido del terreno transitato e trasportato dal drenaggio

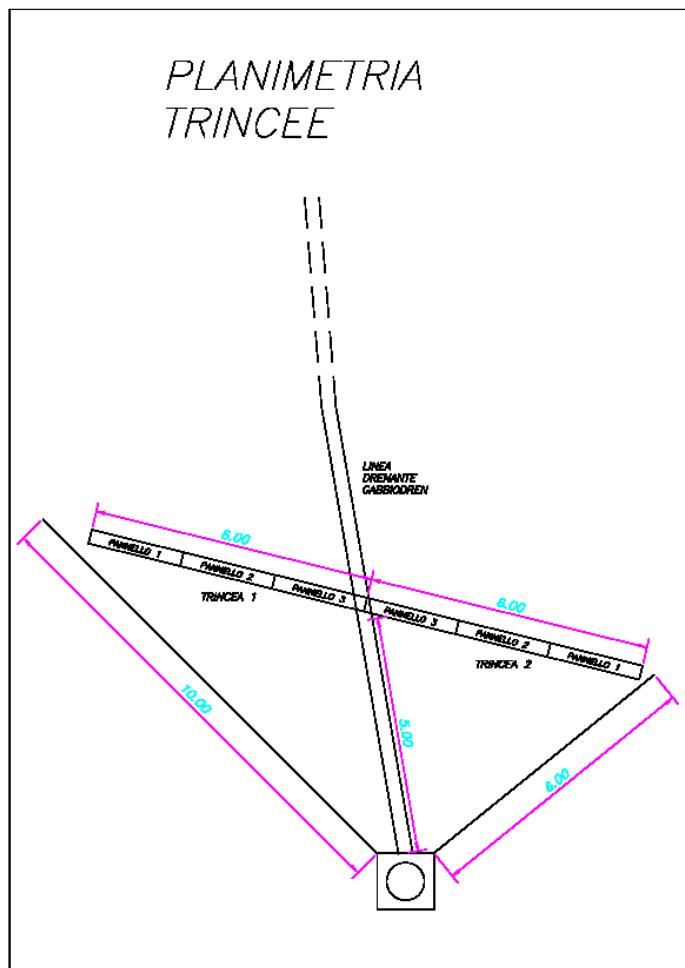


La foto di destra scattata nell'inverno del 2006 evidenzia la limpidezza delle acque raccolte e l'assenza di ulteriore trasporto solido. La funzionalità del dreno è a tutt'oggi (ultimo monitoraggio estate 2012) perfettamente attiva



**Cantiere sperimentale di Pomarance (PI)
in collaborazione con UMAVC
ottobre 2007**

***PRESTAZIONE DELLE TRINCEE NEL TEMPO – valutazioni effettuate attraverso
installazione e successivi prelievi nel tempo dei pannelli – analisi sui tessuti***



PRESTAZIONE DELLE TRINCEE NEL TEMPO – posa delle trincee sperimentali



Prelievi per indagini granulometriche

The drawing shows a plan view of a trench layout, divided into two sections: TRINCEA 1 on the left and TRINCEA 2 on the right. The layout includes several panels (PANNELLO 1, PANNELLO 2, PANNELLO 3) and various measurement points (TR1-1, TR1-2, TR1-3, TR1-4, TR2-1, TR2-2, TR2-3) marked with red circles. Dimensions are provided in meters (m) and centimeters (cm).

TRINCEA 1 Dimensions:

- Overall width: 3.50 m
- Panel 1 width: 3.70 m
- Panel 2 width: 3.00 m
- Panel 3 width: 3.00 m
- Panel 4 width: 3.00 m
- Panel 5 width: 3.00 m
- Panel 6 width: 3.00 m
- Panel 7 width: 3.00 m
- Panel 8 width: 3.00 m
- Panel 9 width: 3.00 m
- Panel 10 width: 3.00 m
- Panel 11 width: 3.00 m
- Panel 12 width: 3.00 m
- Panel 13 width: 3.00 m
- Panel 14 width: 3.00 m
- Panel 15 width: 3.00 m
- Panel 16 width: 3.00 m
- Panel 17 width: 3.00 m
- Panel 18 width: 3.00 m
- Panel 19 width: 3.00 m
- Panel 20 width: 3.00 m
- Panel 21 width: 3.00 m
- Panel 22 width: 3.00 m
- Panel 23 width: 3.00 m
- Panel 24 width: 3.00 m
- Panel 25 width: 3.00 m
- Panel 26 width: 3.00 m
- Panel 27 width: 3.00 m
- Panel 28 width: 3.00 m
- Panel 29 width: 3.00 m
- Panel 30 width: 3.00 m
- Panel 31 width: 3.00 m
- Panel 32 width: 3.00 m
- Panel 33 width: 3.00 m
- Panel 34 width: 3.00 m
- Panel 35 width: 3.00 m
- Panel 36 width: 3.00 m
- Panel 37 width: 3.00 m
- Panel 38 width: 3.00 m
- Panel 39 width: 3.00 m
- Panel 40 width: 3.00 m
- Panel 41 width: 3.00 m
- Panel 42 width: 3.00 m
- Panel 43 width: 3.00 m
- Panel 44 width: 3.00 m
- Panel 45 width: 3.00 m
- Panel 46 width: 3.00 m
- Panel 47 width: 3.00 m
- Panel 48 width: 3.00 m
- Panel 49 width: 3.00 m
- Panel 50 width: 3.00 m
- Panel 51 width: 3.00 m
- Panel 52 width: 3.00 m
- Panel 53 width: 3.00 m
- Panel 54 width: 3.00 m
- Panel 55 width: 3.00 m
- Panel 56 width: 3.00 m
- Panel 57 width: 3.00 m
- Panel 58 width: 3.00 m
- Panel 59 width: 3.00 m
- Panel 60 width: 3.00 m
- Panel 61 width: 3.00 m
- Panel 62 width: 3.00 m
- Panel 63 width: 3.00 m
- Panel 64 width: 3.00 m
- Panel 65 width: 3.00 m
- Panel 66 width: 3.00 m
- Panel 67 width: 3.00 m
- Panel 68 width: 3.00 m
- Panel 69 width: 3.00 m
- Panel 70 width: 3.00 m
- Panel 71 width: 3.00 m
- Panel 72 width: 3.00 m
- Panel 73 width: 3.00 m
- Panel 74 width: 3.00 m
- Panel 75 width: 3.00 m
- Panel 76 width: 3.00 m
- Panel 77 width: 3.00 m
- Panel 78 width: 3.00 m
- Panel 79 width: 3.00 m
- Panel 80 width: 3.00 m
- Panel 81 width: 3.00 m
- Panel 82 width: 3.00 m
- Panel 83 width: 3.00 m
- Panel 84 width: 3.00 m
- Panel 85 width: 3.00 m
- Panel 86 width: 3.00 m
- Panel 87 width: 3.00 m
- Panel 88 width: 3.00 m
- Panel 89 width: 3.00 m
- Panel 90 width: 3.00 m
- Panel 91 width: 3.00 m
- Panel 92 width: 3.00 m
- Panel 93 width: 3.00 m
- Panel 94 width: 3.00 m
- Panel 95 width: 3.00 m
- Panel 96 width: 3.00 m
- Panel 97 width: 3.00 m
- Panel 98 width: 3.00 m
- Panel 99 width: 3.00 m
- Panel 100 width: 3.00 m

TRINCEA 2 Dimensions:

- Overall width: 3.60 m
- Panel 1 width: 3.50 m
- Panel 2 width: 3.50 m
- Panel 3 width: 3.50 m
- Panel 4 width: 3.50 m
- Panel 5 width: 3.50 m
- Panel 6 width: 3.50 m
- Panel 7 width: 3.50 m
- Panel 8 width: 3.50 m
- Panel 9 width: 3.50 m
- Panel 10 width: 3.50 m
- Panel 11 width: 3.50 m
- Panel 12 width: 3.50 m
- Panel 13 width: 3.50 m
- Panel 14 width: 3.50 m
- Panel 15 width: 3.50 m
- Panel 16 width: 3.50 m
- Panel 17 width: 3.50 m
- Panel 18 width: 3.50 m
- Panel 19 width: 3.50 m
- Panel 20 width: 3.50 m
- Panel 21 width: 3.50 m
- Panel 22 width: 3.50 m
- Panel 23 width: 3.50 m
- Panel 24 width: 3.50 m
- Panel 25 width: 3.50 m
- Panel 26 width: 3.50 m
- Panel 27 width: 3.50 m
- Panel 28 width: 3.50 m
- Panel 29 width: 3.50 m
- Panel 30 width: 3.50 m
- Panel 31 width: 3.50 m
- Panel 32 width: 3.50 m
- Panel 33 width: 3.50 m
- Panel 34 width: 3.50 m
- Panel 35 width: 3.50 m
- Panel 36 width: 3.50 m
- Panel 37 width: 3.50 m
- Panel 38 width: 3.50 m
- Panel 39 width: 3.50 m
- Panel 40 width: 3.50 m
- Panel 41 width: 3.50 m
- Panel 42 width: 3.50 m
- Panel 43 width: 3.50 m
- Panel 44 width: 3.50 m
- Panel 45 width: 3.50 m
- Panel 46 width: 3.50 m
- Panel 47 width: 3.50 m
- Panel 48 width: 3.50 m
- Panel 49 width: 3.50 m
- Panel 50 width: 3.50 m
- Panel 51 width: 3.50 m
- Panel 52 width: 3.50 m
- Panel 53 width: 3.50 m
- Panel 54 width: 3.50 m
- Panel 55 width: 3.50 m
- Panel 56 width: 3.50 m
- Panel 57 width: 3.50 m
- Panel 58 width: 3.50 m
- Panel 59 width: 3.50 m
- Panel 60 width: 3.50 m
- Panel 61 width: 3.50 m
- Panel 62 width: 3.50 m
- Panel 63 width: 3.50 m
- Panel 64 width: 3.50 m
- Panel 65 width: 3.50 m
- Panel 66 width: 3.50 m
- Panel 67 width: 3.50 m
- Panel 68 width: 3.50 m
- Panel 69 width: 3.50 m
- Panel 70 width: 3.50 m
- Panel 71 width: 3.50 m
- Panel 72 width: 3.50 m
- Panel 73 width: 3.50 m
- Panel 74 width: 3.50 m
- Panel 75 width: 3.50 m
- Panel 76 width: 3.50 m
- Panel 77 width: 3.50 m
- Panel 78 width: 3.50 m
- Panel 79 width: 3.50 m
- Panel 80 width: 3.50 m
- Panel 81 width: 3.50 m
- Panel 82 width: 3.50 m
- Panel 83 width: 3.50 m
- Panel 84 width: 3.50 m
- Panel 85 width: 3.50 m
- Panel 86 width: 3.50 m
- Panel 87 width: 3.50 m
- Panel 88 width: 3.50 m
- Panel 89 width: 3.50 m
- Panel 90 width: 3.50 m
- Panel 91 width: 3.50 m
- Panel 92 width: 3.50 m
- Panel 93 width: 3.50 m
- Panel 94 width: 3.50 m
- Panel 95 width: 3.50 m
- Panel 96 width: 3.50 m
- Panel 97 width: 3.50 m
- Panel 98 width: 3.50 m
- Panel 99 width: 3.50 m
- Panel 100 width: 3.50 m



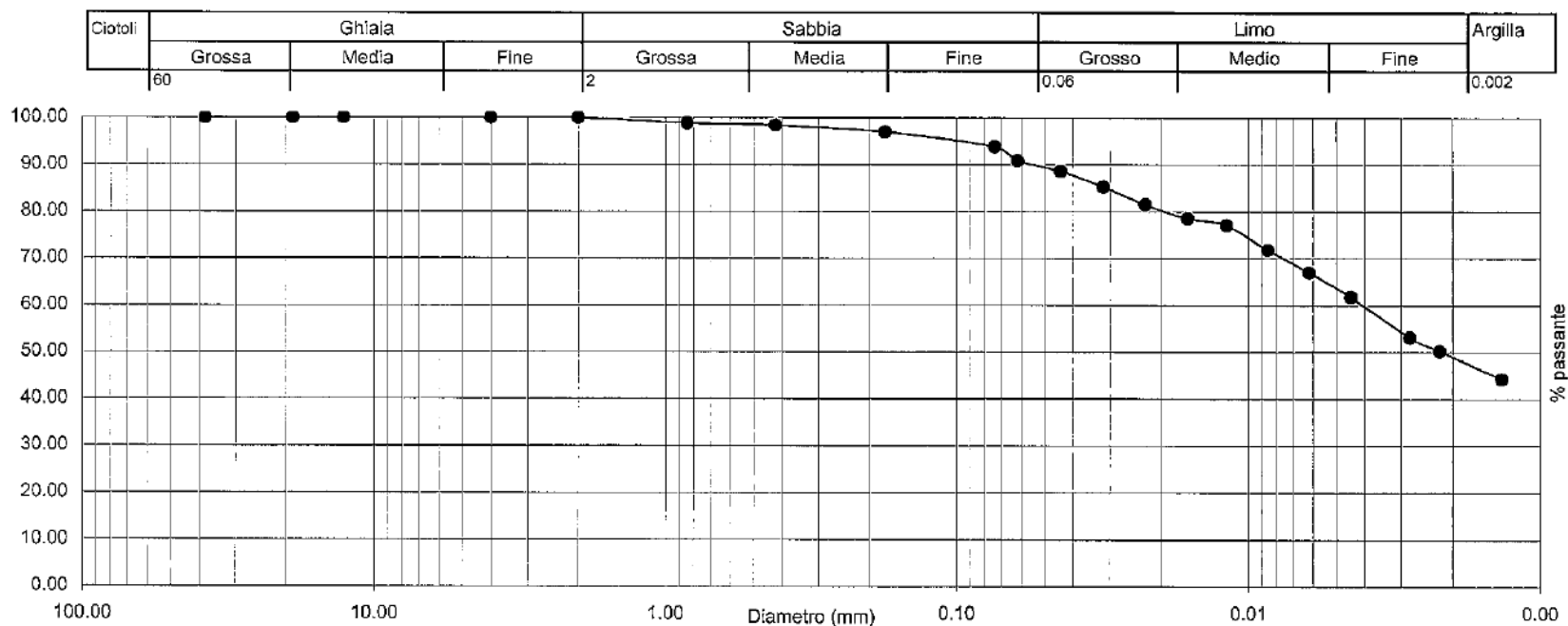
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BOLOGNA

Dipartimento di Scienze della Terra e Geambientali - Laboratorio di Geologia Applicata

Riferimento: Borghi Azio S.p.A.

10/01/2008

Ghiaia	0.0	%
Sabbia	9.2	%
Limo	40.6	%
Argilla	50.2	%

Campione: TR2-1Profondità (m): 3.9**Analisi granulometrica (setacciatura e sedimentazione)**Responsabile del laboratorio
(Prof. C. Elmi)Il Direttore del Dipartimento
(Prof. P.L. Rossi)



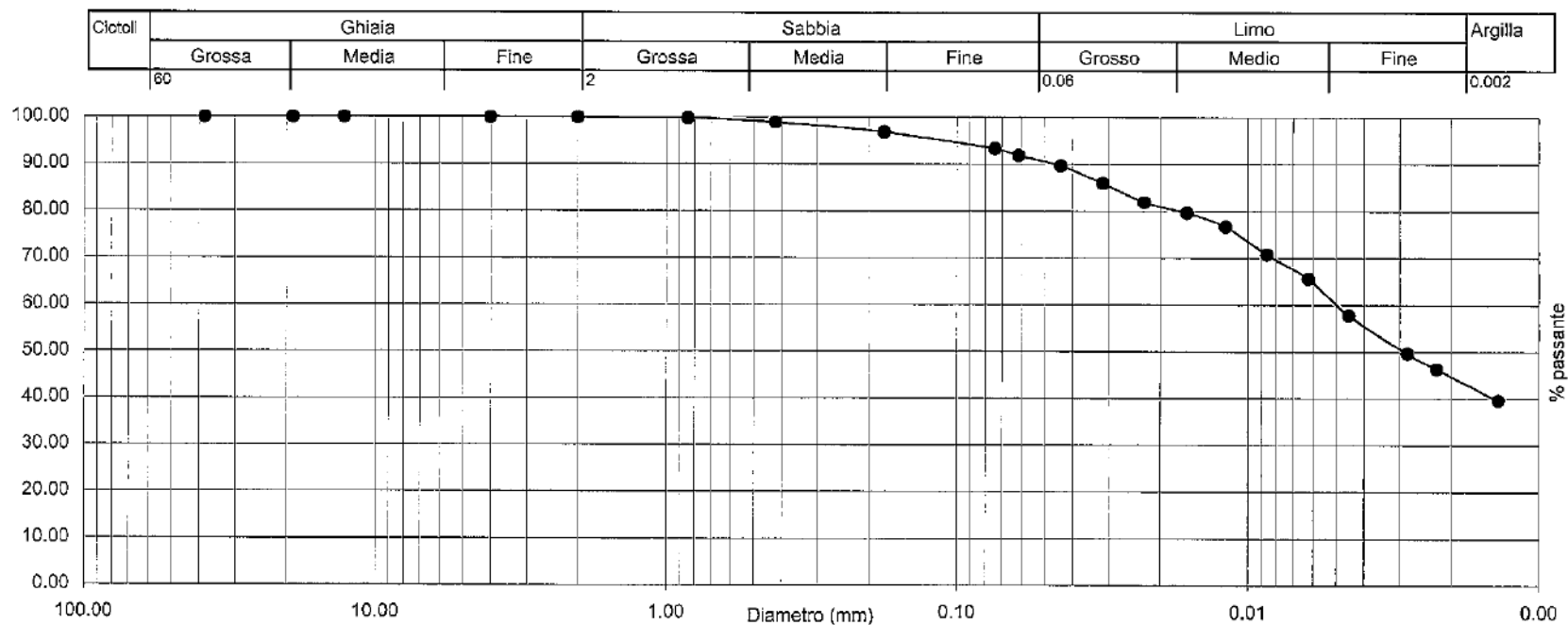
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BOLOGNA

Dipartimento di Scienze della Terra e Geambientali - Laboratorio di Geologia Applicata

Riferimento: Borghi Azio S.p.A.

10/01/2008

Ghiaia	0.0	%
Sabbia	8.1	%
Limo	45.6	%
Argilla	46.3	%

Campione: TR1-indProfondità (m): 3.5**Analisi granulometrica (setacciatura e sedimentazione)**Responsabile del laboratorio
(Prof. C. Elmi)Il Direttore del Dipartimento
(Prof. P.L. Rossi)



**GEOTESSILE TIPO 2
GEOTESSILE NONTESSUTO PER AGUGLIATURA A
STRUTTURA CAOTICA**



**GEOTESSILE TIPO 1
GEOTESSILE TESSUTO TRAMA/ORDITO
A MAGLIA APERTA**



GEOTESSILE TIPO 1 **GEOTESSILE TESSUTO TRAMA/ORDITO** **A MAGLIA APERTA**

SCHEDA TECNICA GABBIODREN® 100-30

Pannello drenante ad alte prestazioni idrauliche / meccaniche

GABBIA METALLICA ESTERNA DI CONTENIMENTO
(valori nominali)

Altezza: 100 cm
Spessore: 30 cm
Lunghezza: 200 cm
Peso pannello: ≥ 16 Kg
Maglia: esagonale doppia torsione tipo 8x10
Diametro del filo: 2.70 mm
Zincatura: lega di Zinco-Alluminio (ZN.AL5%)
Resistenza media a trazione rete: 51 kN/m



GEOTESSILE DI RIVESTIMENTO
(valori nominali)

geotessile tessuto monofilamento 100% polietilene alta densità
Massa areica: ≥ 100 g/m² (EN ISO 9864)
Diametro efficace di filtrazione O_{90} : 300 μ m ($\pm 10\%$) (EN ISO 12956)
Permeabilità normale al piano V_{H50} : 180 l/m²sec (EN ISO 11058)
Resistenza a trazione long.: 22 kN/m (EN ISO 10319)
Resistenza a trazione trasv.: 12 kN/m (EN ISO 10319)
Allungamento long. max: 35% (EN ISO 10319)
Allungamento trasv. max: 20% (EN ISO 10319)
Resistenza a punzonamento statico CBR: 2,2 kN (EN ISO 12236)

GEOTESSILE TIPO 2 **GEOTESSILE NONTESSUTO PER AGUGLIATURA A** **STRUTTURA CAOTICA**

SCHEDA TECNICA GABBIODREN® 100-30

Pannello drenante ad alte prestazioni idrauliche / meccaniche

GABBIA METALLICA ESTERNA DI CONTENIMENTO
(valori nominali)

Altezza: 100 cm
Spessore: 30 cm
Lunghezza: 200 cm
Peso pannello: ≥ 16 Kg
Maglia: esagonale doppia torsione tipo 8x10
Diametro del filo: 2.70 mm
Zincatura: lega di Zinco-Alluminio (ZN.AL5%)
Resistenza media a trazione rete: 51 kN/m



GEOTESSILE DI RIVESTIMENTO
(valori nominali)

geotessile nontessuto a filamento continuo agugliato meccanicamente 100% polipropilene

Apertura caratteristica O_{90} : 85 μ m (EN ISO 12956)
Permeabilità normale al piano V_{H50} : 100 l/m²sec (EN ISO 11058)
Resistenza a rottura trasversale: 10,5 kN/m (EN ISO 10319)
Resistenza a rottura longitudinale: 9,5 kN/m (EN ISO 10319)
Spessore: min. 1,10 mm (2kPa) (EN ISO 9863-1)
Massa areica: 140 g/m² (EN ISO 9864)

**Filtrazione idrodinamica**

Metodo CNR 145/92

GEOTESSILE TIPO 1**Tipologia del prodotto: geotessile tessuto per Gabbiodren in trama/ordito da 300micron sito (2011)**

Massa areica nominale (μ)	232.3 gr/m ²
Provenienza del campione	
Data di prova:	17/11/2011
Dimensione dei provini (diam.)	380 mm

Caratteristiche fisiche determinate sui provino quadrati (lato = 400 mm) prima della saggi circolari

	A	B	C	Valore medio
Massa areica μ (gr/m ²)	238.4	202	256.6	232.3
Spessore sotto 2 kPa (mm)				

Risultati della prova di filtrazione:

Diametro dei grani corrispondente al 98% del terreno passante	d_{98} (μ m)	793
Diametro dei grani corrispondente al 95% del terreno passante, assunto come DIAMETRO DI FILTRAZIONE	d_{95} (μ m)	723
Diametro dei grani corrispondente al 90% del terreno passante	d_{90} (μ m)	605
Percentuale di terreno inglobato nel geotessile	D (%)	1.1
Percentuale di terreno trattenuto sopra il geotessile	T (%)	21.9
Percentuale di terreno passante attraverso il geotessile	P (%)	77

GEOTESSILE TIPO 2**Tipologia del prodotto: tessuto nontessuto a trama caotica da 95micron (tipo Enkadrain o similari), prelevato in sito (2011)**

Massa areica nominale (μ)	412.6 gr/m ²
Provenienza del campione	
Data di prova:	24/11/2011
Dimensione dei provini (diam.)	380 mm

Caratteristiche fisiche determinate sui provino quadrati (lato = 400 mm) prima della saggi circolari

	A	B	C	Valore medio
Massa areica μ (gr/m ²)	322	551	364.7	412.6
Spessore sotto 2 kPa (mm)				

Risultati della prova di filtrazione:

Diametro dei grani corrispondente al 98% del terreno passante	d_{98} (μ m)	222
Diametro dei grani corrispondente al 95% del terreno passante, assunto come DIAMETRO DI FILTRAZIONE	d_{95} (μ m)	181
Diametro dei grani corrispondente al 90% del terreno passante	d_{90} (μ m)	111
Percentuale di terreno inglobato nel geotessile	D (%)	7.3
Percentuale di terreno trattenuto sopra il geotessile	T (%)	52.3
Percentuale di terreno passante attraverso il geotessile	P (%)	40.4



CONCLUSIONI:

**INDICE DI CLOGGING PER IL TESSUTO DI TIPO 1
E' 7 VOLTE INFERIORE AL TESSUTO DI TIPO 2**

**INDICE DI BLINDING PER IL TESSUTO DI TIPO 1
E' 2,5 VOLTE INFERIORE AL TESSUTO DI TIPO 2**

PERCENTUALE DI TERRENO PASSANTE ATTRAVERSO IL TESSUTO
TIPO 1 – 77%
TIPO 2 – 40%



CONCLUSIONI:

UTILIZZO DI TESSUTO GEOTECNICO TIPO 1 NEL GABBIODREN:

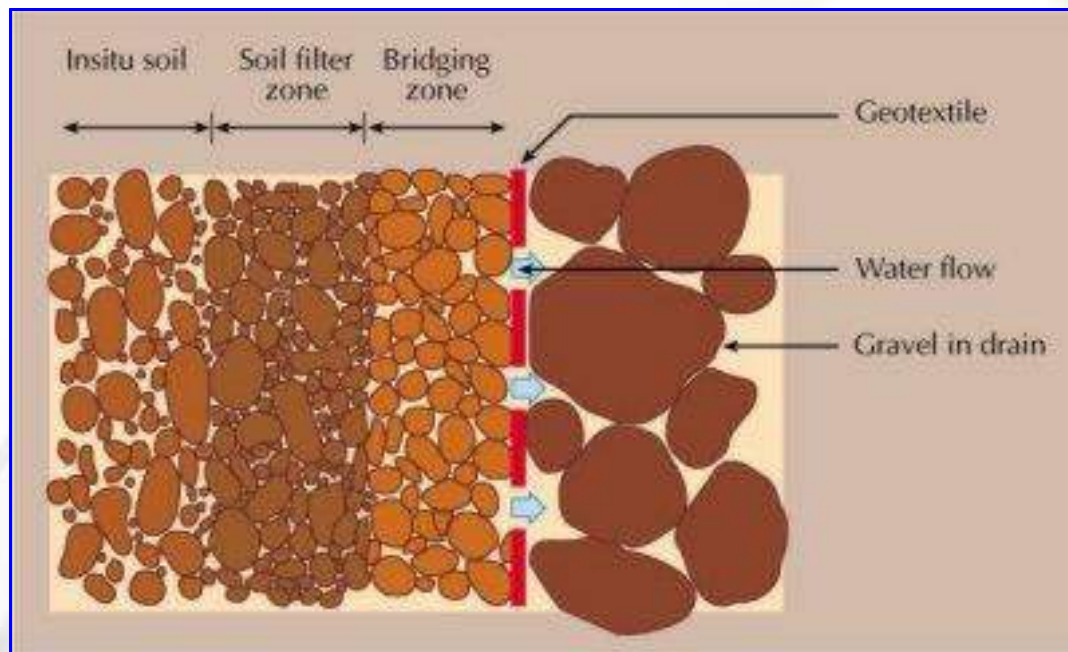
E' VEROSIMILE CHE I DATI SCATURITI DALLE ANALISI SIANO UNA RAPRESENTAZIONE DI CIO' CHE AVVIENE NEI PRIMI MESI/SETTIMANE DI VITA DELLE TRINCEE

Si osserva un iniziale passaggio delle particelle più fini attraverso il tessuto (che non viene così intasato) e una asportazione delle stesse verso i pozzetti che avviene tramite trasporto all'interno delle trincee. Asportato il particolato all'interfaccia, che avrebbe potuto intasare il filtro esterno delle trincee, si osserva la stabilizzazione di un flusso idraulico privo di particelle in sospensione e una ottima funzionalità delle trincee drenanti

PRESTAZIONE DELLE TRINCEE NEL TEMPO



GIUSTA SCELTA DEL TESSUTO





ULTERIORI SVILUPPI DELLA RICERCA

**A DICEMBRE 2013 PRELEVATO UN ULTERIORE SET DI PANNELLI
I CUI TESSUTI SONO STATI INVIATI AL LABORATORIO
PER L'ANALISI DEI TESSUTI**

**DA QUESTI AVREMO UN QUADRO COMPARATIVO TRA I TESSUTI CHE HANNO
LAVORATO DAL 2007 AL 2011
E QUELLI CHE HANNO LAVORATO DAL 2007 AL 2013
CERCANDO DI VALUTARE L'ANDAMENTO DELL'INTESAMENTO DEI TESSUTI
NEL TEMPO (VITA UTILE DELLE TRINCEE)**

**UN ALTRO PRELIEVO E' PREVISTO NEL 2015 A COMPLETAMENTO DELLA
RICERCA CHE AVRA' ABBRACCIATO UN ARCO DI TEMPO DI 8 ANNI**



Università degli Studi *Mediterranea* di Reggio Calabria
Facoltà di Ingegneria
Dipartimento Meccanica e Materiali
Via Graziella - Feo di Vito - 89122 Reggio Calabria



PUBBLICAZIONI DELLA RICERCA EFFETTUATE IN AMBITO INTERNAZIONALE:

GhIGS GeoAfrica 2013 Conference
Accra, Ghana 18 – 20 November 2013

Experimental study on the behaviour of geotextile filters

N. Moraci. "Mediterranea" University of Reggio Calabria, Italy. nicola.moraci@unirc.it
M. C. Mandaglio. "Mediterranea" University of Reggio Calabria, Italy. linda.mandaglio@unirc.it
M. Pisano. "Mediterranea" University of Reggio Calabria, Italy. marilene.pisano@unirc.it
M. Salmi. Borghi Azio s.r.l., San Polo d'Enza (RE), Italy. massimo.salmi@borghiazio.com

ABSTRACT

In this paper the experimental results of a research carried out to evaluate the long term behaviour of geotextile filters in contact with clayey silt soils are showed. In order to develop this study, physical and hydraulic characteristics of virgin geotextiles and the ones taken on site after a long period of working were determined in laboratory using different testing procedures. In particular, the mass per unit area, the nominal thickness, the Pore Size Characteristics (ASTM D6767), the filtration opening size by the hydrodynamic sieving (CNR BU 145) have been evaluated on two virgin geotextiles installed in 2007 and on the same geotextiles taken on the site in 2010. The experimental results showed that the level of clogging after three years since the installation is not significant.

2013: International Geosynthetics conference – ACCRA, GHANA

***2016 April: GeoAmericas 2016 - 3rd Pan-American Conference on
Geosynthetics - MIAMI BEACH, USA***

CONVENZIONE PER IL MONITORAGGIO SPERIMENTALE DI CAMPO E
L'ANALISI COMPARATIVA DELL'EFFICACIA DI TRINCEE
DRENANTI NELLA STABILIZZAZIONE DI PENDII

Università di Bologna



DIPARTIMENTO di SCIENZE della TERRA e GEOLOGICO-AMBIENTALI



BORGHI AZIO® s.r.l.

GABIONI • RETI • DRENAGGI E GEOTECNICA PER LA GEOTECNICA E L'INGEGNERIA NATURALISTICA
Via Papa Giovanni XXIII, 15 - 42020 S. Polo d'Enza (RE) - ITALY - Tel. 0522 873193 - Fax 0522 873267
Internet: www.borghiazio.com - E-mail: info@borghiazio.com



Responsabile
Alessandro Simoni

Responsabile
Lanfranco Zanolini

Responsabile
Massimo Salmi

**Studio comparativo a scala reale tra trincee drenanti
tradizionali e trincee drenanti prefabbricate con
riempimento in polistirolo**

Campo Sperimentale di Ozzola – Corte Brugnatella (PC) - ITALY

Attività di indagine e monitoraggio 2009/2014

Temi di discussione: programma di massima

Evidenze sperimentali di campo

dati piezometrici

dati di portata delle trincee drenanti a gravità

comparazione dei set di dati (trincea tradizionale vs GABBIODREN)

Caratterizzazione geotecnica

stratigrafie di sondaggio e campionamento

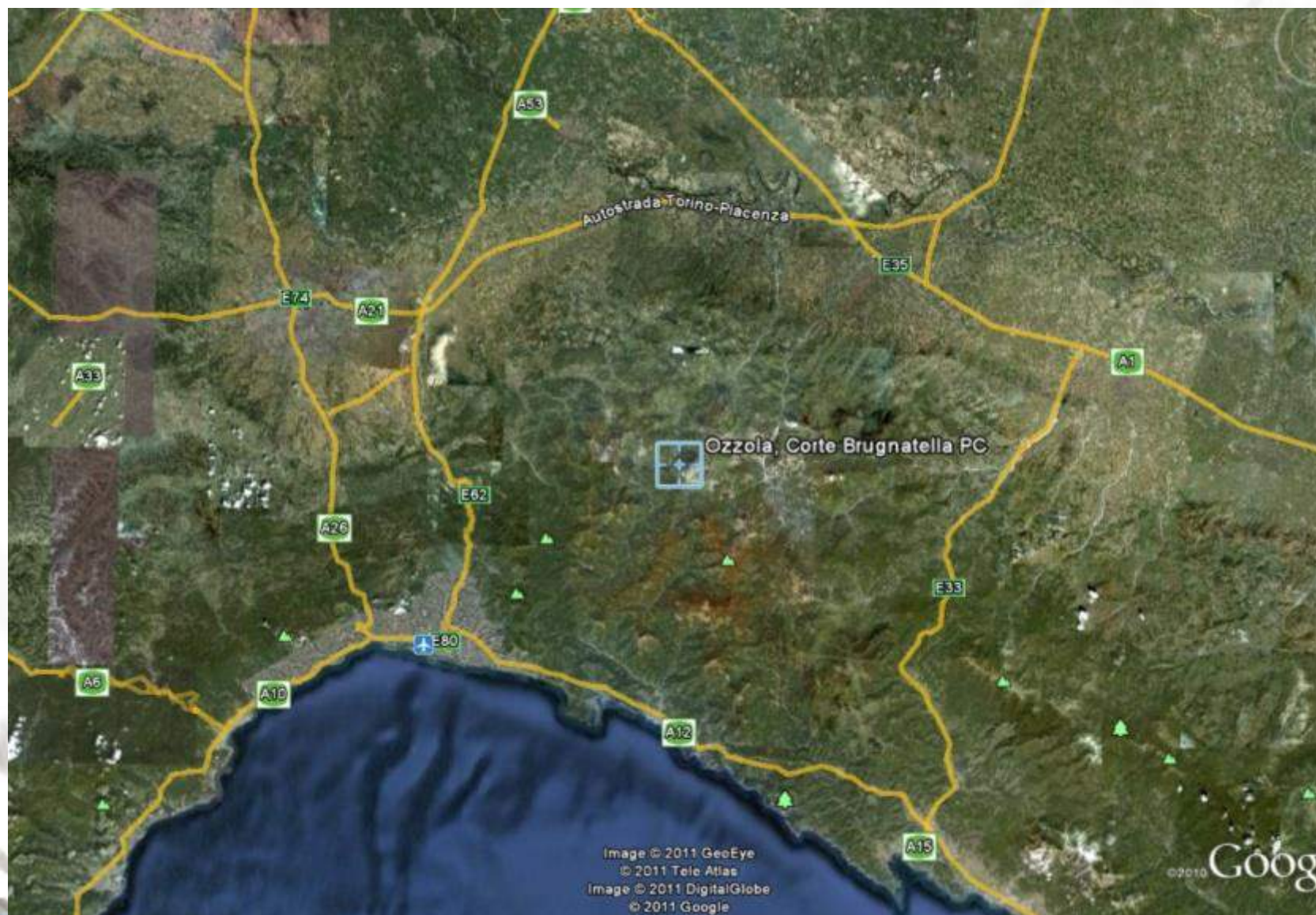
variabilità delle caratteristiche granulometriche e di plasticità

resistenza al taglio

Caratterizzazione idrogeologica

slug tests - conducibilità idraulica dell'acquifero

Campo sperimentale di Ozzola



Campo sperimentale di Ozzola



Campo sperimentale di Ozzola



Campo sperimentale di Ozzola

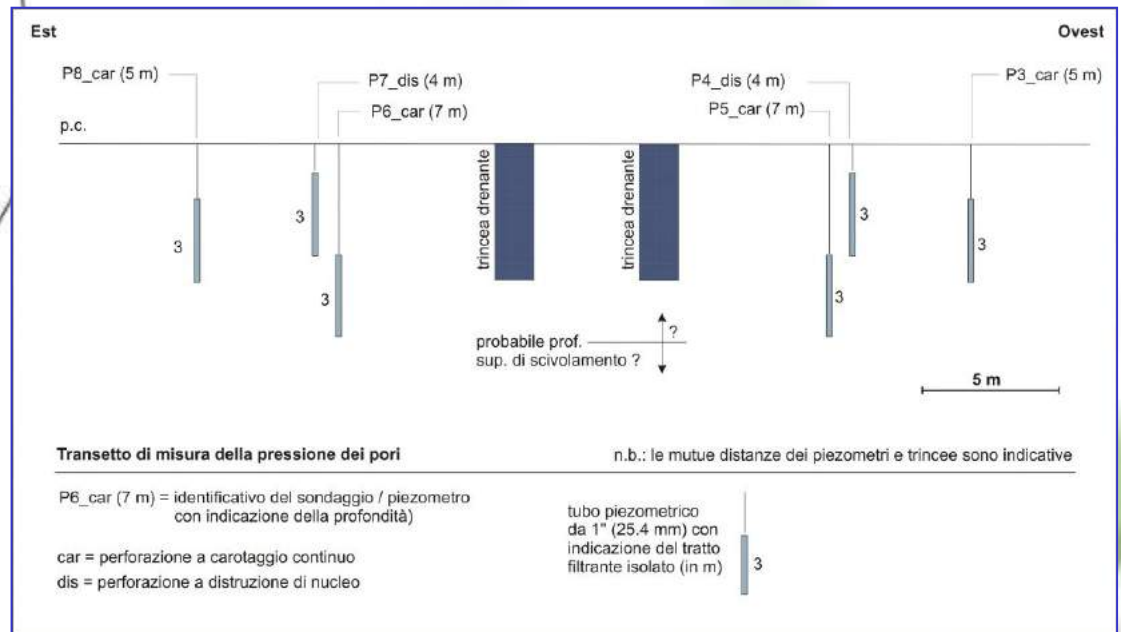


Installazione trincea gabbiodren agosto 2009

Installazione trincea tradizionale settembre 2009

Installazione stramazzi e misuratori di portata

1 ottobre 2009 – letture in continuo dal 04/10/09

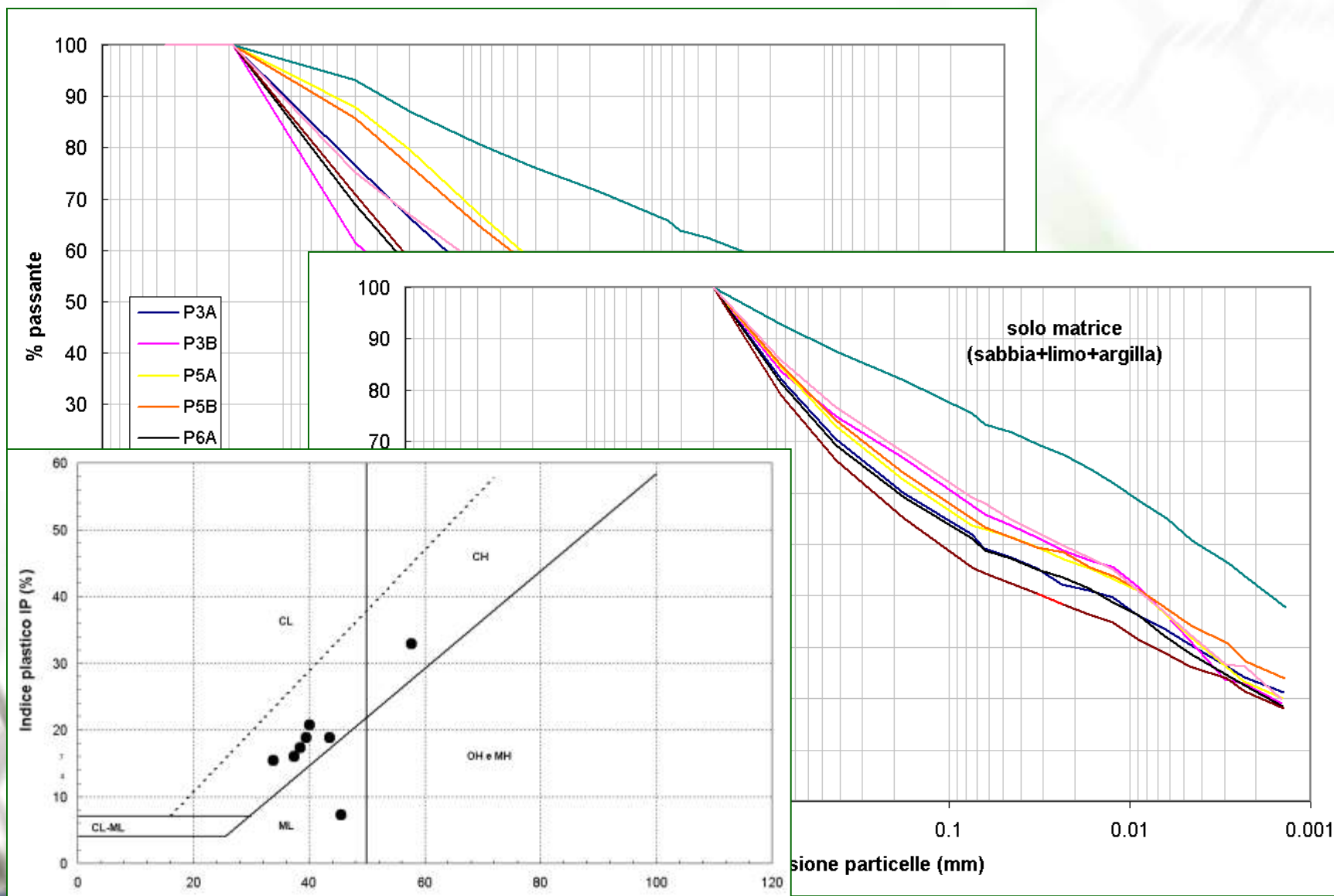


Installazione piezometri e lettura sensori di pressione tipo Keller DCX-22 da settembre 2008

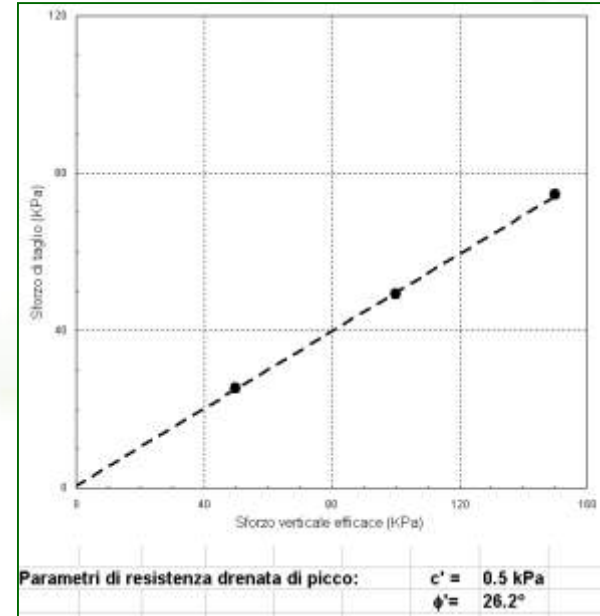
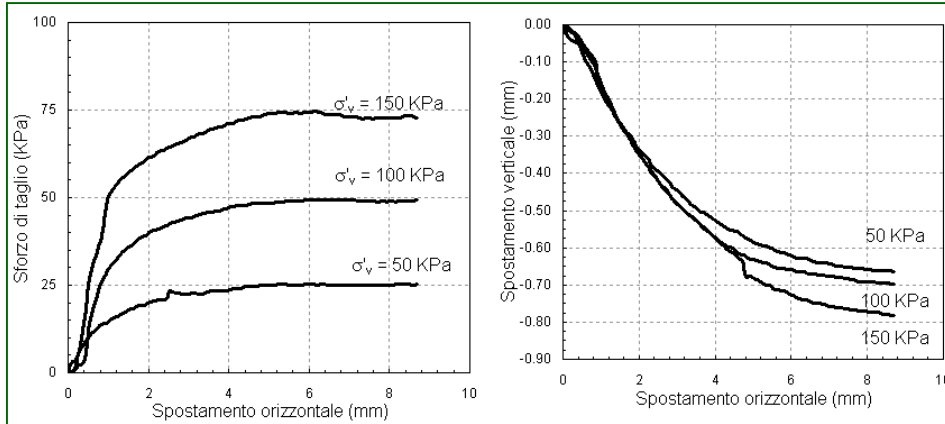
Campo sperimentale di Ozzola, caratterizzazione geotecnica materiali

Sondaggio	prof. (m)	nome campione	Descrizione	Analisi Granul.	Limiti	T.D.	T.A.
P3	1.5 - 1.9	P3A	Limo argilloso grigio con abbondanti screziature marroni, struttura assente, diffuse tracce di ossidazione, piccoli frustoli nerastri, inclusi millimetrici e centimetrici frequenti di varia natura: marne calcaree grigie e marroni, calcite, calcare grigio chiaro; la presenza degli inclusi rende difficoltosa la preparazione dei provini	X	X	X**	
P3	3.4 - 3.7	P3B	Limo argilloso debolmente sabbioso, marrone chiaro con diffuse tracce di ossidazione e rari calcinelli, inclusi da millimetrici a centimetrici frequenti di marne calcaree molto dure e colore grigio-marrone	X	X		
P5	2.2 - 2.7	P5A	Limo argilloso grigio-marrone chiaro, tracce di ossidazione, calcinelli, rara sostanza organica nerastra, frequenti inclusi millimetrici e rari centimetrici spesso calcarei e marnosi	X	X		
P5	5 - 5.4	P5B	Limo argilloso grigio scuro, tracce di ossidazione, calcinelli millimetrici, inclusi millimetrici e centimetrici frequenti di tipo marnoso molto duri, matrice fine plastica	X	X		
P6	4.5 - 4.8	P6A	Limo argilloso grigio molto umido poco consistente, molto plastico, rari calcinelli, frequenti inclusi marnosi molto duri millimetrici e centimetrici	X	X		
P6	5.7 - 6	P6B	Limo argilloso grigio molto umido, consistente, molto plastico, rari calcinelli, frequenti inclusi marnosi molto duri millimetrici e centimetrici	X	X		
P8	1.6 - 1.95	P8A	Limo argilloso grigio-nocciola, tracce di ossidazione, molto consistente, rari calcinelli millimetrici, rari inclusi litici millimetrici e centimetrici	X	X	X**	X
P8	4.7 - 5	P8B	Limo argilloso grigio molto consistente, tracce di ossidazione, rari calcinelli, frequenti inclusi millimetrici e centimetrici (marnosi?) molto duri, sparse zone nerastre di sostanza organica	X	X		

Campo sperimentale di Ozzola, caratterizzazione geotecnica materiali

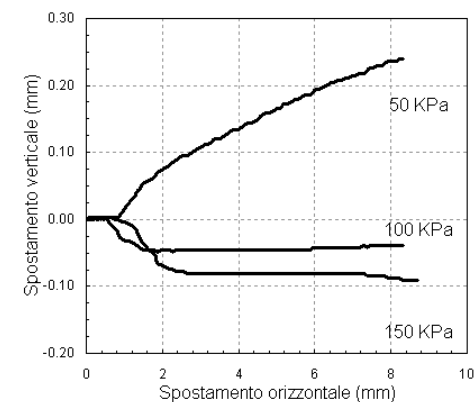
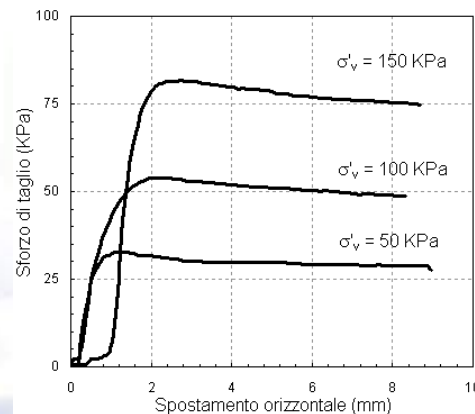
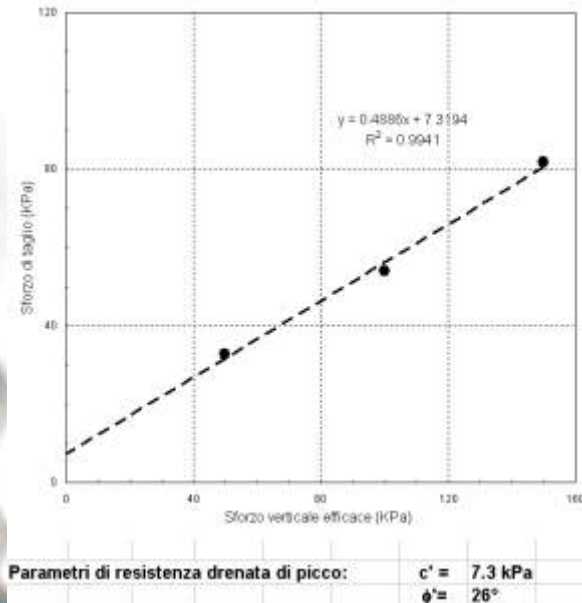


Campo sperimentale di Ozzola, caratterizzazione geotecnica materiali

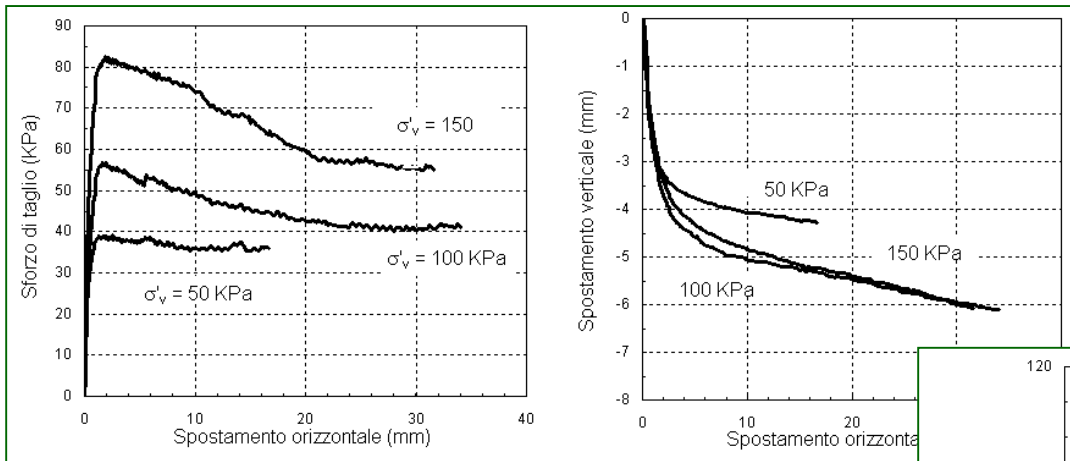


P3A

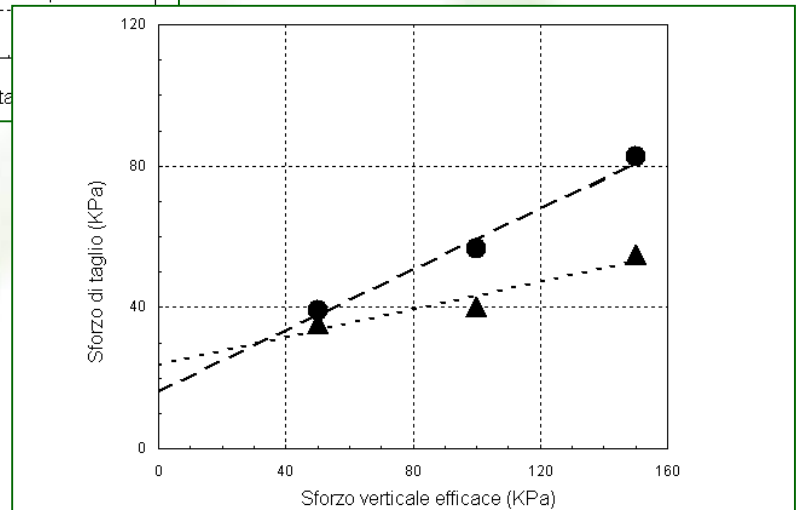
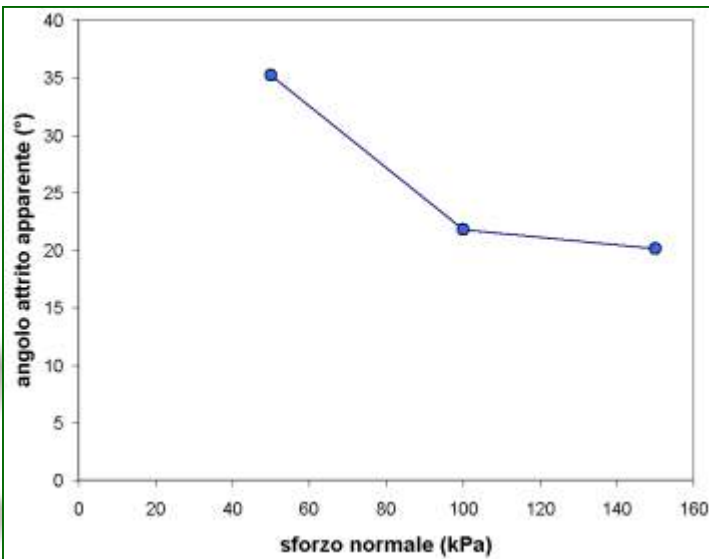
P8A



Campo sperimentale di Ozzola, caratterizzazione geotecnica materiali



P8A, prova di taglio anulare

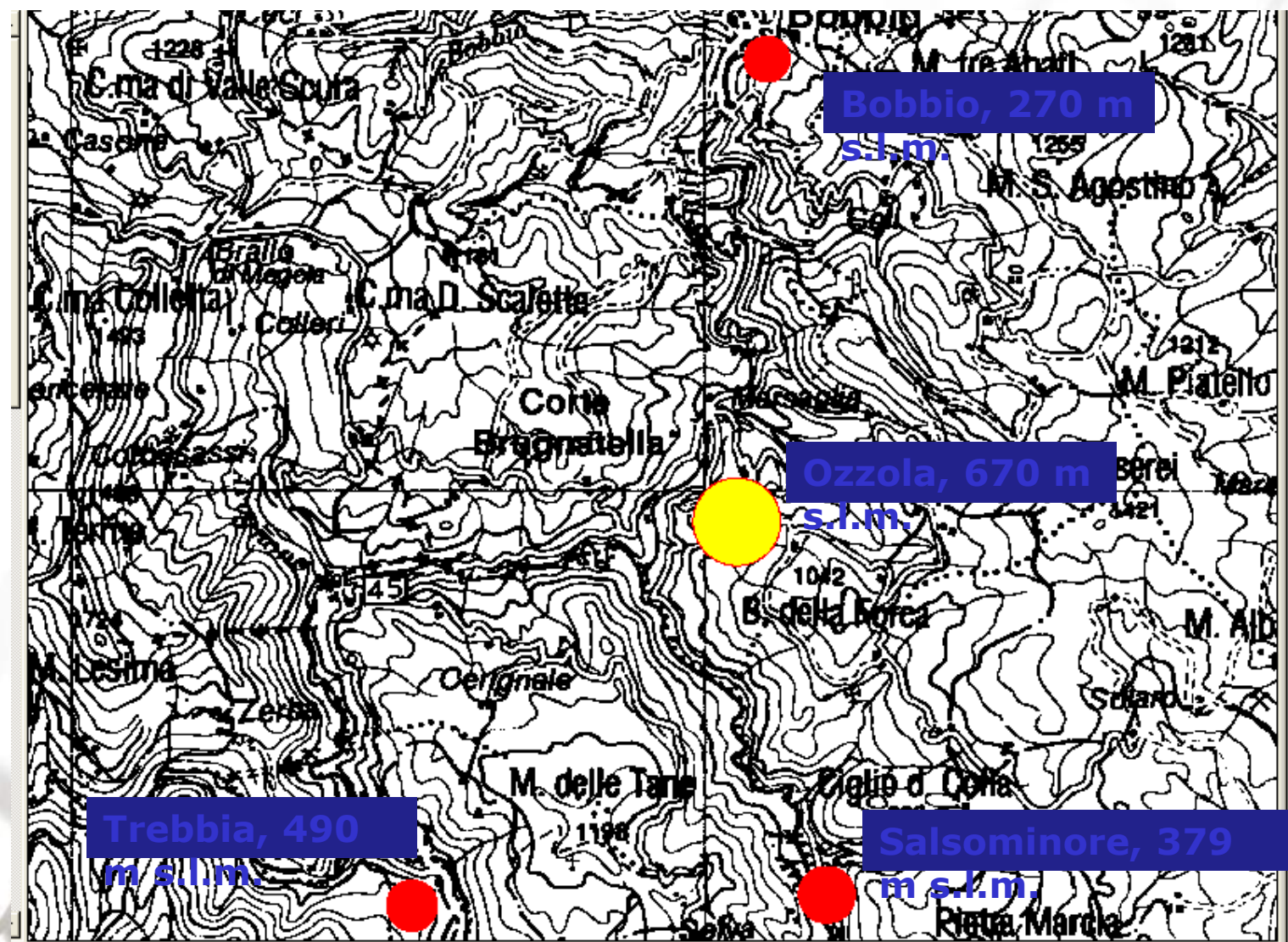


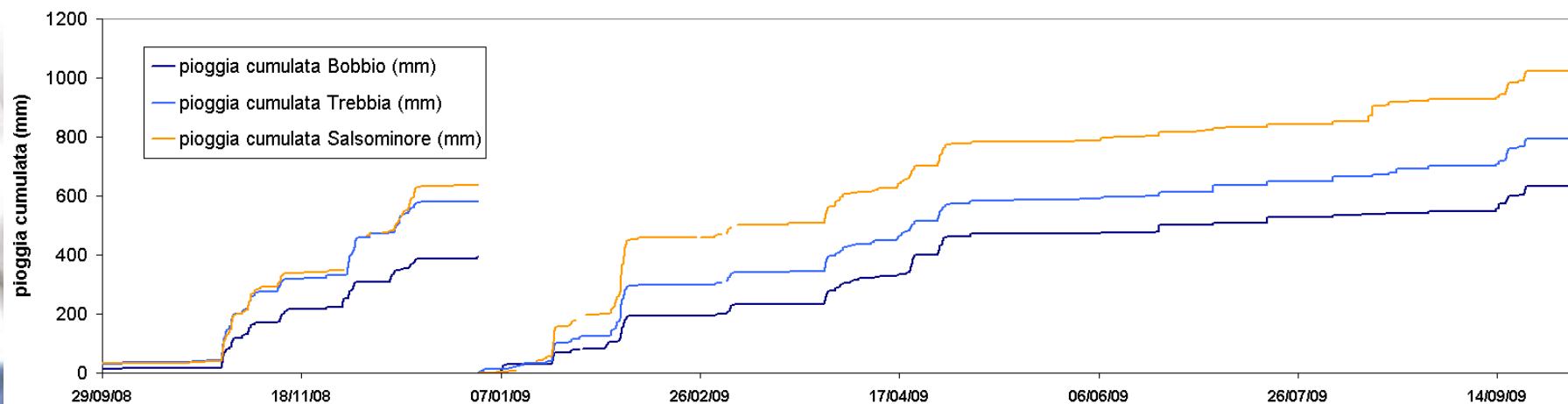
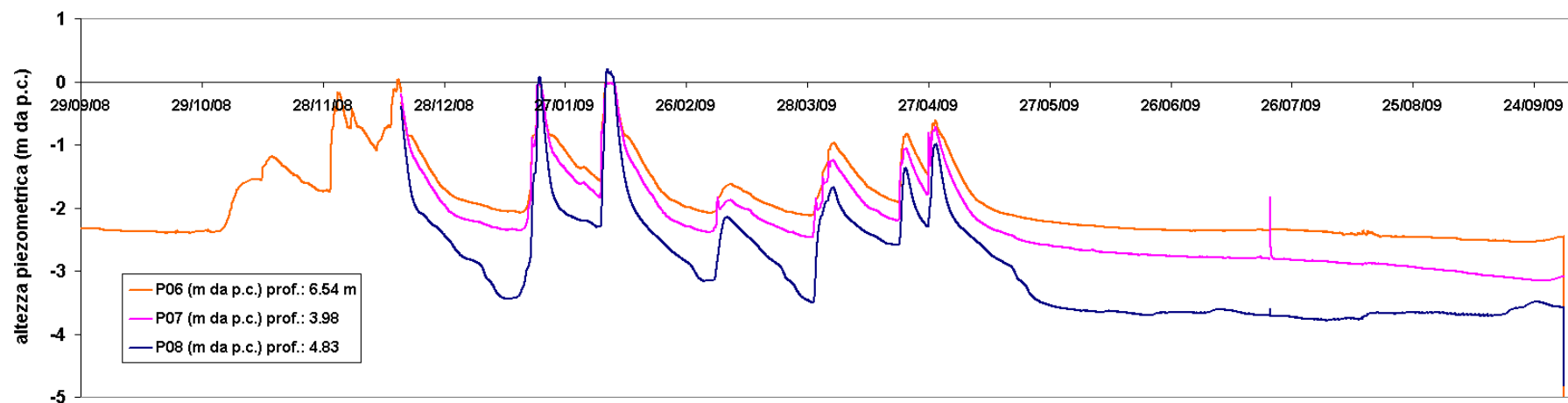
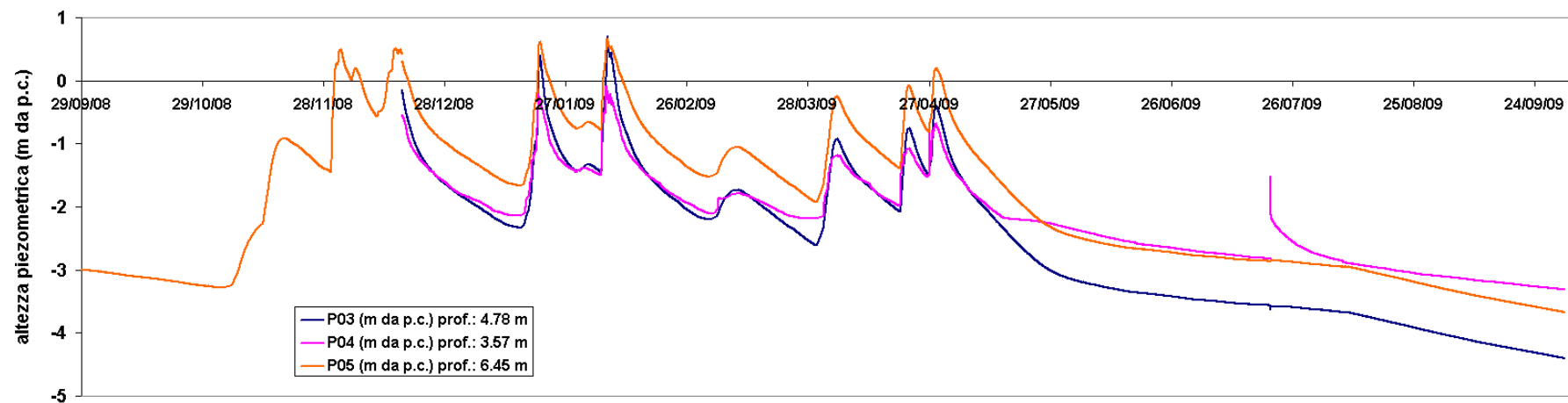
Parametri di resistenza drenata di picco e residua:

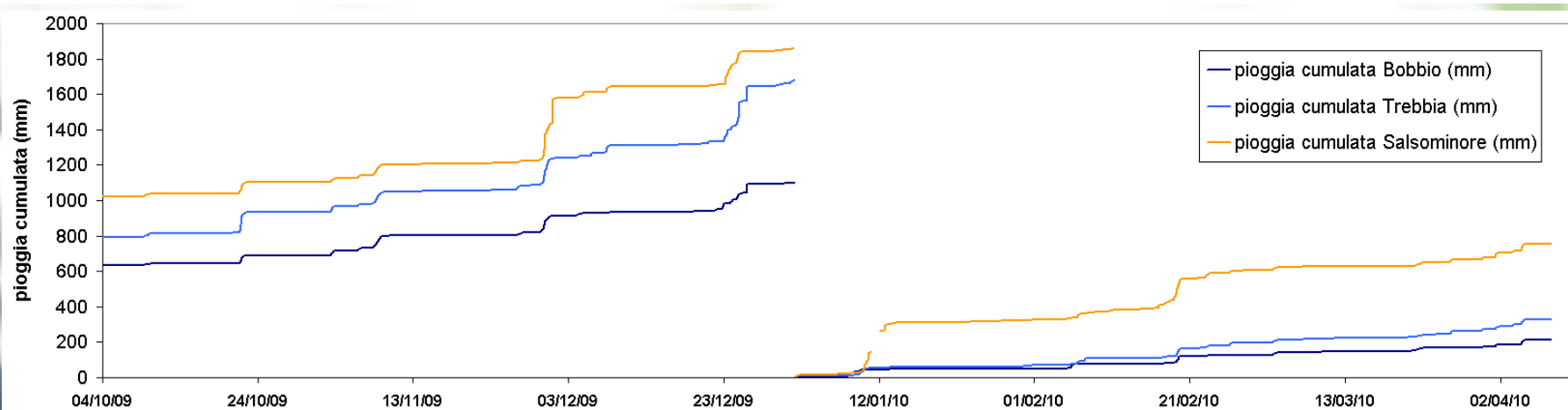
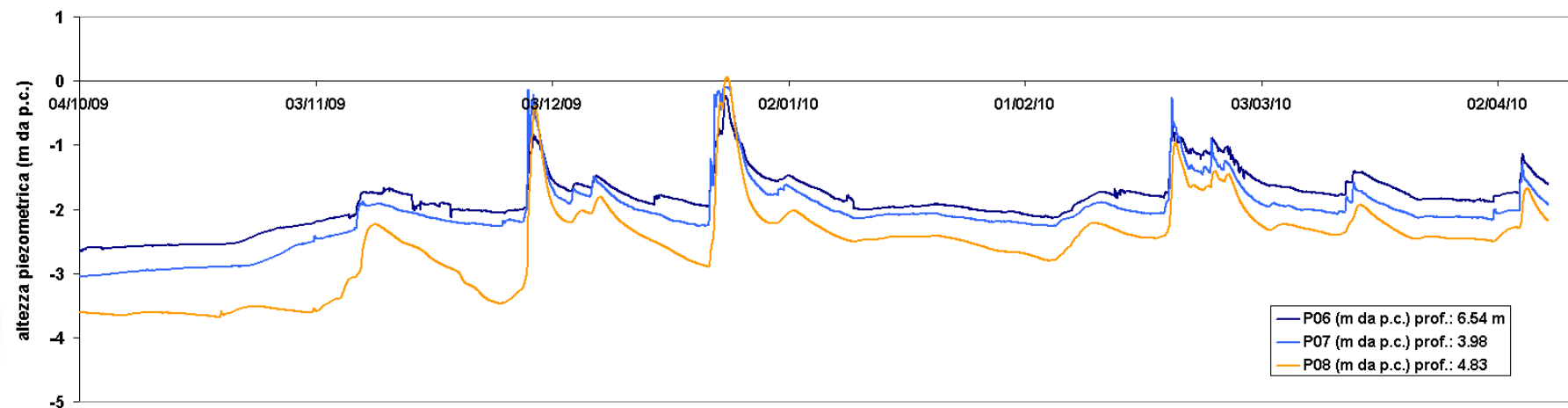
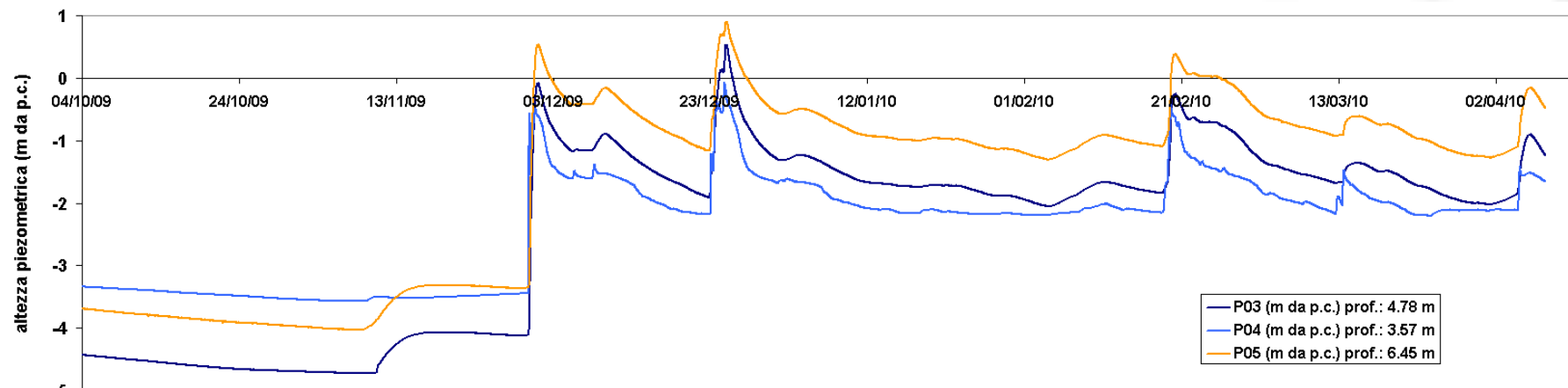
picco		
c'	16.2	kPa
ϕ'	23.4	(°)

residua		
c'	23.7	kPa
ϕ'	11.2	(°)

dati pluviometrici







INSTALLAZIONE CANTIERE PROVA



INSTALLAZIONE TRINCEA GABBIODREN AGOSTO 2009

PANNELLO 100x30m CON SEZIONE DRENANTE 0,30mq

INSTALLAZIONE CANTIERE PROVA



INSTALLAZIONE TRINCEA TRADIZIONALE SETTEMBRE 2009

SEZIONE DRENANTE 0,95mq

LARGHEZZA BASE SEZIONE DRENANTE 0,60m - SOMMITA' SEZIONE DRENANTE 1,30m

ALTEZZA SEZIONE DRENANTE 1,00m – TUBO FESSURATO Ø=160mm – PIETRISCO 40/70

INSTALLAZIONE CANTIERE PROVA



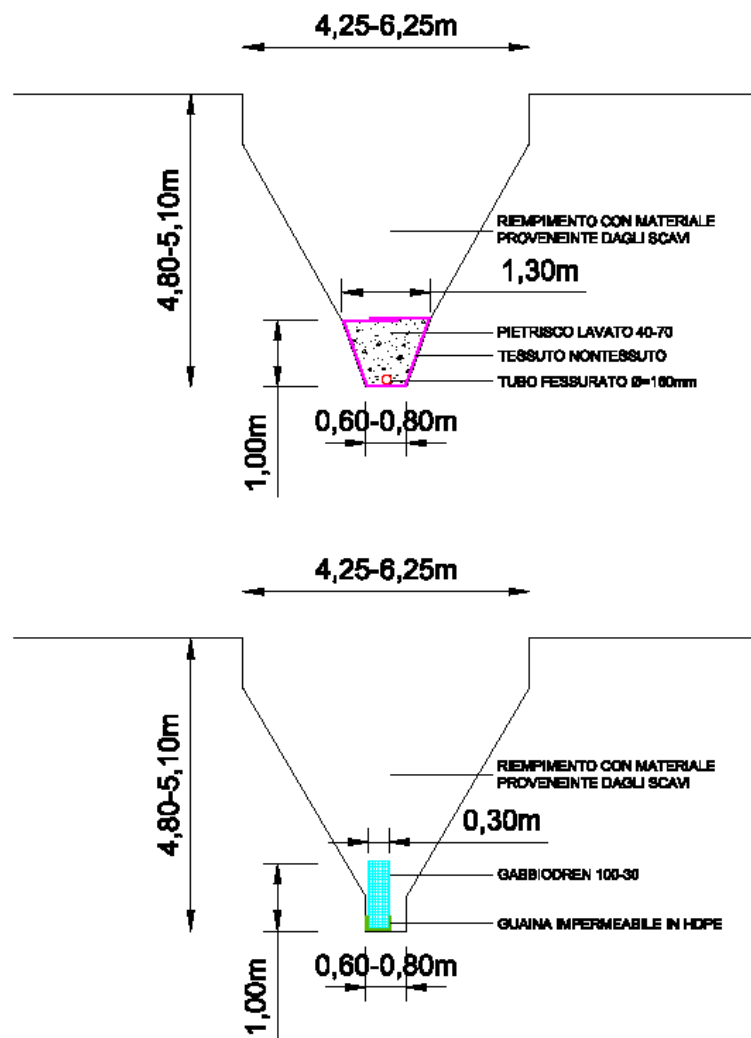
INSTALLAZIONE TRINCEA TRADIZIONALE SETTEMBRE 2009

SEZIONE DRENANTE 0,95mq

LARGHEZZA BASE SEZIONE DRENANTE 0,60m - SOMMITA' SEZIONE DRENANTE 1,30m

ALTEZZA SEZIONE DRENANTE 1,00m – TUBO FESSURATO Ø=160mm – PIETRISCO 40/70

INSTALLAZIONE CANTIERE PROVA



**TRINCEA TRADIZIONALE
SEZIONE DRENANTE DEL
MANUFATTO 0,95 MQ**

**TRINCEA GABBIODREN
SEZIONE DRENANTE DEL
MANUFATTO 0,30 MQ**

INSTALLAZIONE CANTIERE PROVA

**TRINCEA GABBIODREN
SEZIONE DRENANTE DEL
MANUFATTO 0,30 MQ**

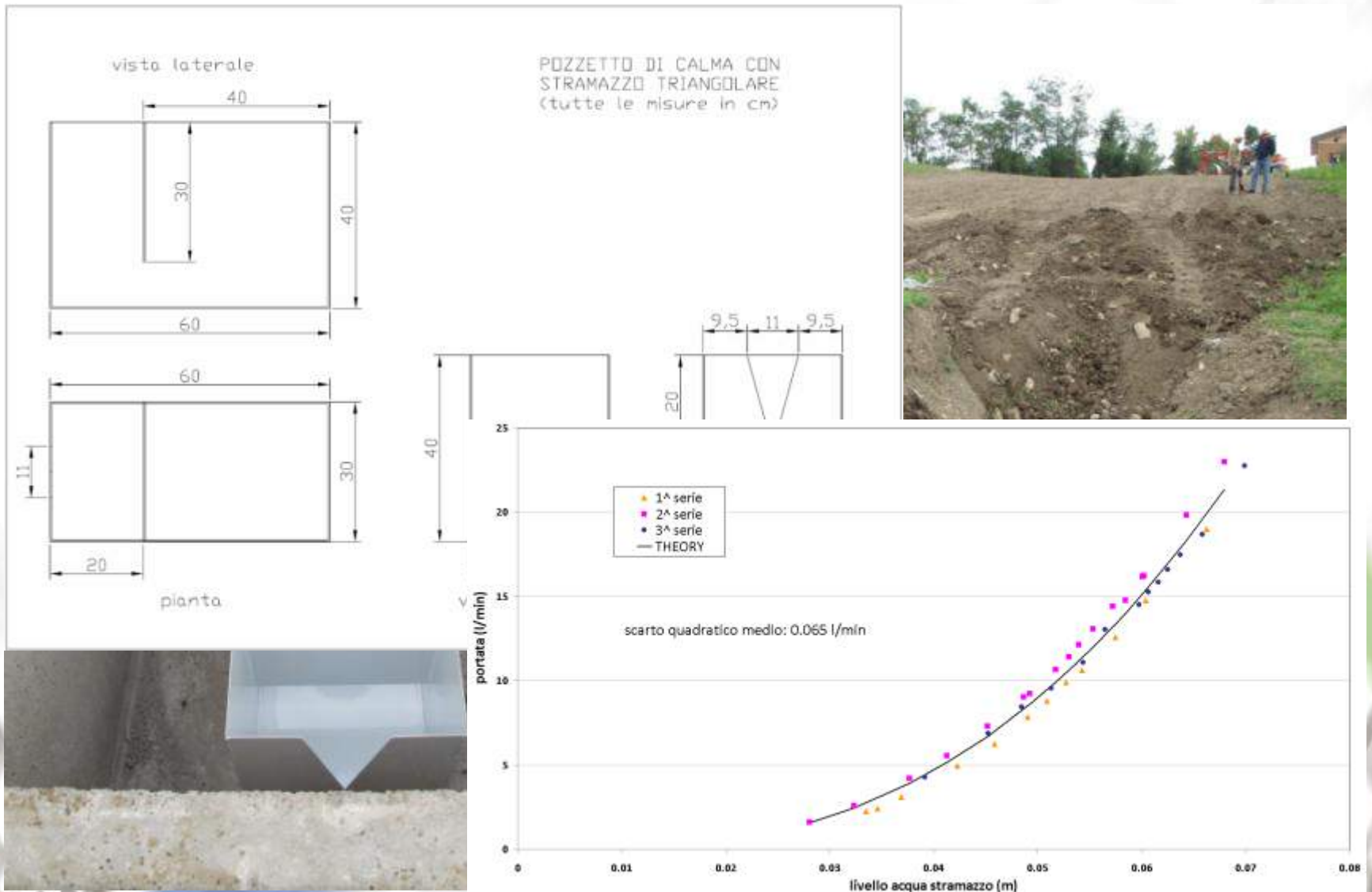


**TRINCEA TRADIZIONALE
SEZIONE DRENANTE DEL
MANUFATTO 0,95 MQ**



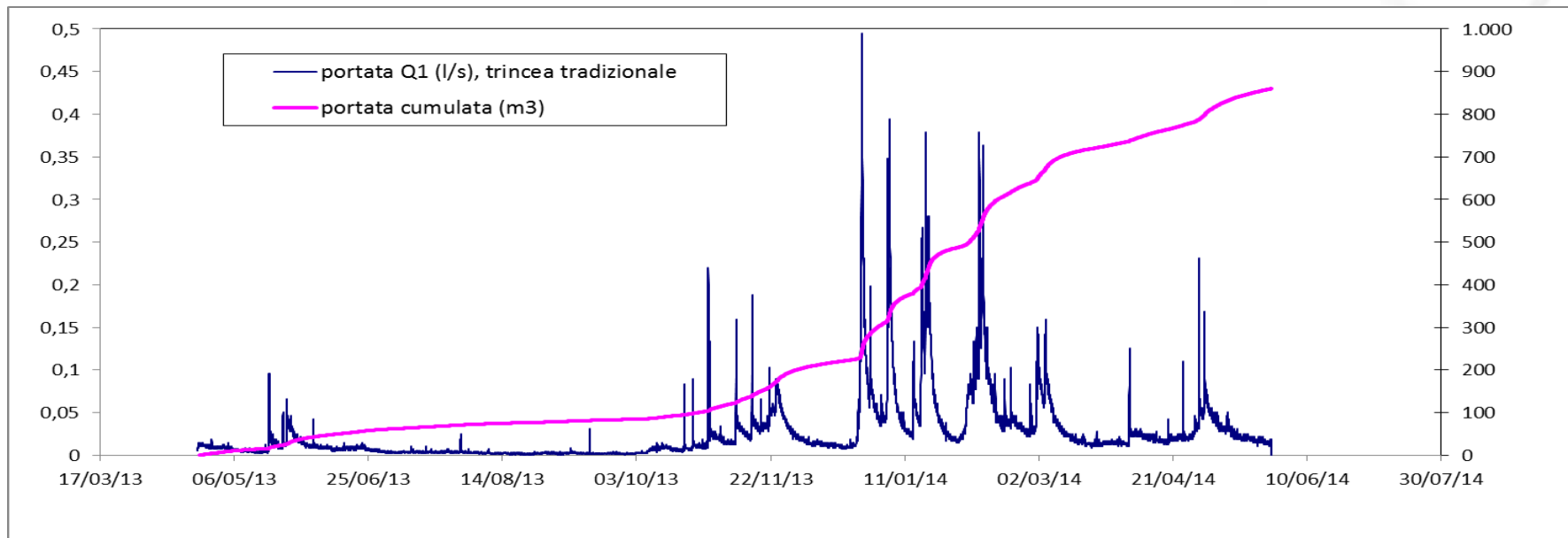
COMPARAZIONE DELLE DUE TIPOLOGIE DI TRINCEE

misura portate

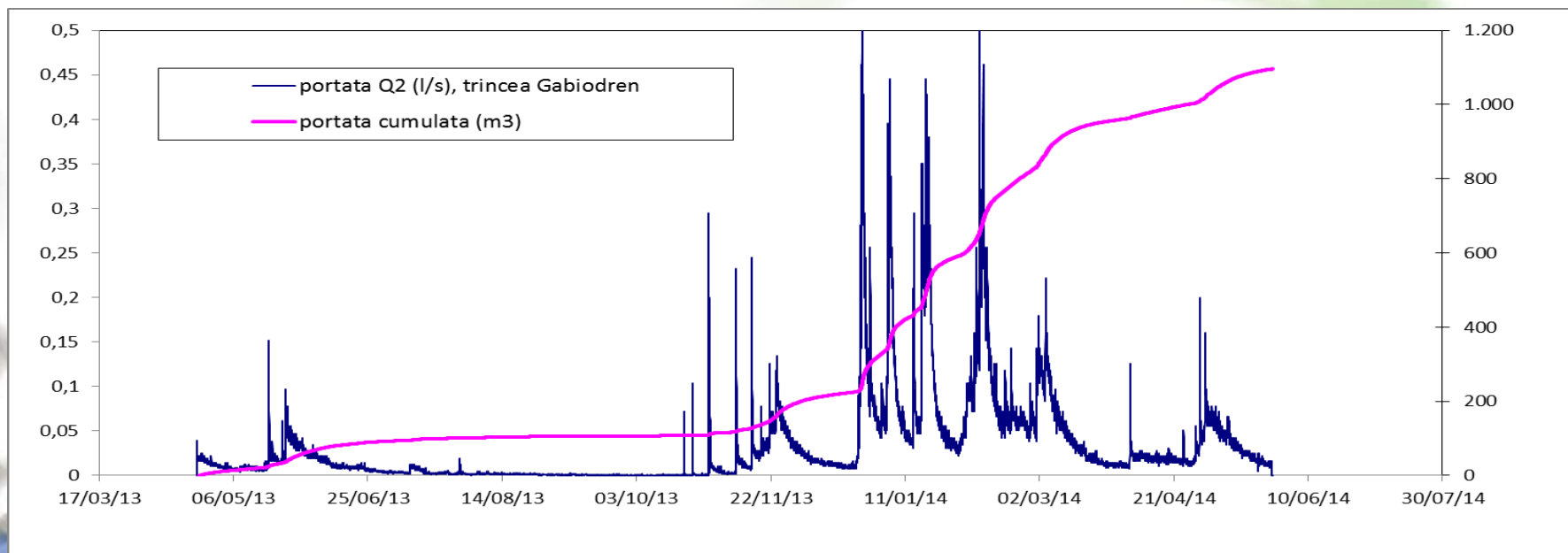


misura portate





Aggiornamento da 06/05/13 a 31/05/14



EVIDENZE SPERIMENTALI

- le portate misurate all'uscita delle trincee sono chiaramente correlate all'infiltrazione dalla superficie con tempi di risposta simili o addirittura inferiori a quelli dei piezometri
- Le trincee (tradizionale e preassemblata con polistirolo) hanno dimostrato prestazioni del tutto analoghe in termini di tempi di risposta e portate in uscita; dimostrando la sostanziale equivalenza dei due sistemi tecnici e quindi l'affidabilità delle trincee prefabbricati nei confronti della tecnica classica con ghiaia+TNT+tubo di fondo
- le portate misurate in uscita sono del tutto confrontabili e simili sia nei valori di picco che in assenza di precipitazioni (al netto degli scostamenti strumentali)

EVIDENZE SPERIMENTALI

- **le trincee contribuiscono a drenare un'aliquota significativa delle precipitazioni confermando il loro notevole impatto sul regime idrologico del versante confermando quindi la validità della tecnica negli interventi in frana e di consolidamento del versante**
- **La trincea tradizionale ha complessivamente drenato 2.990 MC (pari a 2.990.000 litri nel periodo agosto 2009 – giugno 2014)**
- **La trincea prefabbricata con riempimento in polistirolo ha complessivamente drenato 3.460 MC (pari a 3.460.000 litri nel periodo agosto 2009 – giugno 2014)**



www.borghiazio.com

GRAZIE PER L'ATTENZIONE...