

VI Giornata di Studio sul Drenaggio Urbano Sostenibile

Controllo degli Scarichi nei Sistemi di Drenaggio Urbano

5 dicembre 2008

Università di Roma Tor Vergata



IL DILAVAMENTO dei SOLIDI operato dalle ACQUE METEORICHE sulle SUPERFICI URBANIZZATE

I. Gnecco & L.G. Lanza

DICAT - Università degli Studi di Genova



TRATTAMENTO degli SCARICHI di ORIGINE METEORICA

SOLUZIONI CONCENTRATE
(a valle delle reti di drenaggio)

SOLUZIONI DISTRIBUITE
(applicate direttamente in caditoia)

- ✓ Vantaggiose in tutti gli insediamenti di nuova realizzazione;
- ✓ In aree urbanizzate esistenti i costi e le difficoltà di implementare soluzioni tecniche tradizionali sono spesso insostenibili

- ✓ Costituiscono un'alternativa ai sistemi tradizionali soprattutto in aree urbanizzate esistenti;
- ✓ La sostenibilità e le efficienze di trattamento sono scarsamente documentate.

ESTRUS Enhanced and Sustainable Treatment for Urban Stormwater



Progetto Dimostrativo finalizzato alla valutazione della **Fattibilità e convenienza economica di soluzioni distribuite** per il trattamento delle acque meteoriche di dilavamento

FASE di TEST in LABORATORIO

FASE di VERIFICA in CAMPO

- ✓ Valutazione dell'efficienza idraulica;
- ✓ Valutazione della capacità di rimozione oli, possibilità smaltimento materiale assorbente

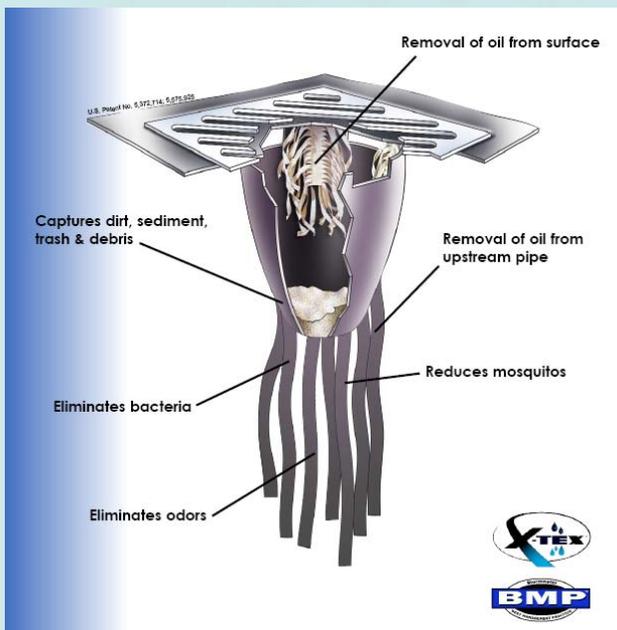
- ✓ Realizzazione di un campagna di monitoraggio in 4 siti pilota pre/post installazione dei dispositivi trattamento

Sistemi di TRATTAMENTO DI STRIBUITI

ULTRA-DRAIN GUARD

Ultratech International Inc.

Struttura interamente flessibile in polipropilene non tessuto dotato di strisce di polimeri X-TEX per l'assorbimento di oli e grassi



CATCH-ALL HR I

Marathon Materials, Inc.

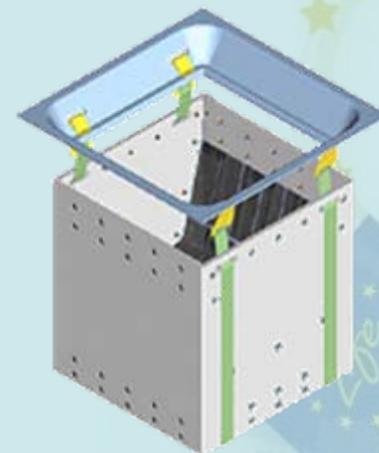


Struttura semi rigida costituita da un filtro per sedimenti in polipropilene non tessuto e rete in poliestere; dotata di un cuscino filtrante selettivo per oli/idrocarburi

ULTRA-URBAN

Abtech Industries

Struttura rigida collegata tramite cinghie ad un invito e dotata di materiale filtrante polimerico → SMART SPONGE™ per la rimozione di oli e idrocarburi.

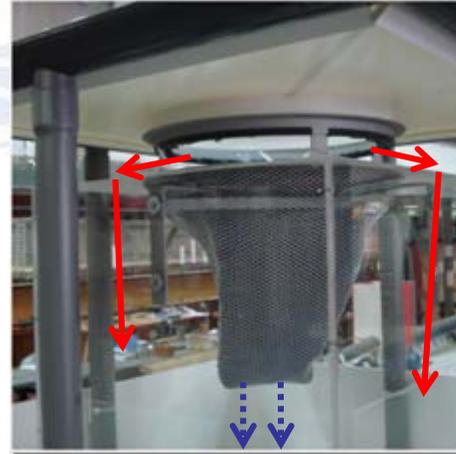


TEST di LABORATORIO (I)

Il sistema di misura è stato realizzato in modo da riprodurre il comportamento idraulico di una caditoia per il drenaggio delle acque meteoriche di dilavamento.

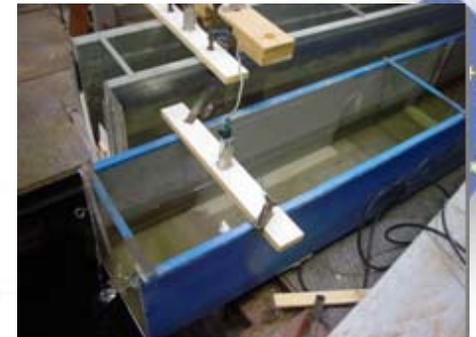
- ✓ modello fisico costituito da due vasche concentriche a pianta quadrata per il convogliamento delle acque alla caditoia e per la separazione delle portate sottoposte a trattamento Q_f e di quelle defluite attraverso il bypass Q_b ;

-➔ Q FILTRATA dal dispositivo
- ➔ Q defluita attraverso il BY-PASS



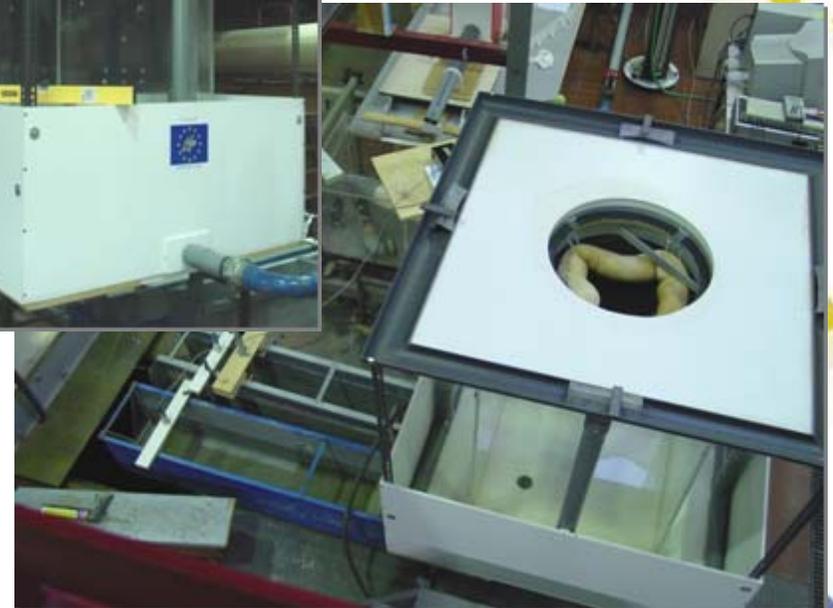
- ✓ sistema di generazione/misura delle portate Q_{in} in ingresso al sistema, costituito da un circuito in pressione dotato diaframma (24.5/53 mm) collegato ad un trasduttore di pressione differenziale (manometro differenziale a mercurio per operazioni di taratura/controllo);

- ✓ sistema di misura delle portate in uscita (Q_f , Q_b) costituito da due canalette rettangolari dotate di stramazzo triangolare e misuratore di livello ad ultrasuoni.



TEST di LABORATORIO (II)

*Fase di
realizzazione ...*

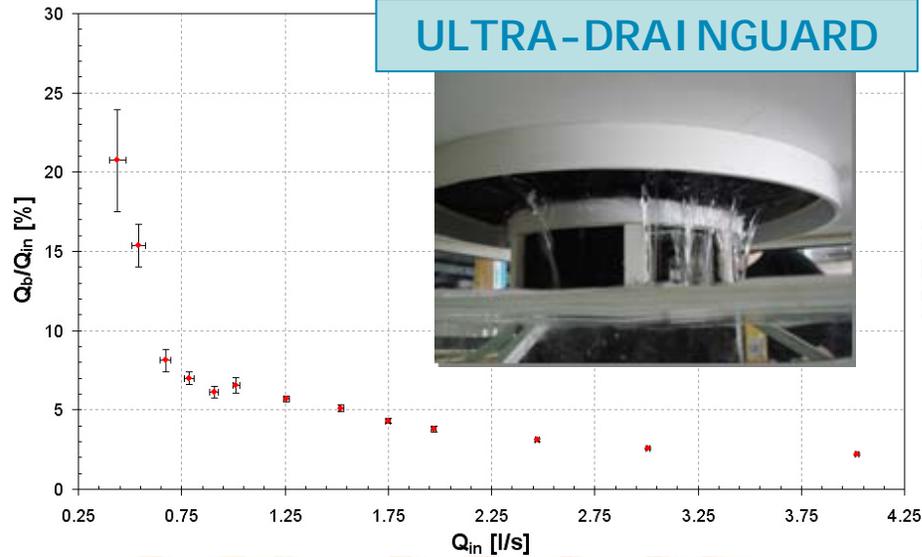


PROVE SPERIMENTALI

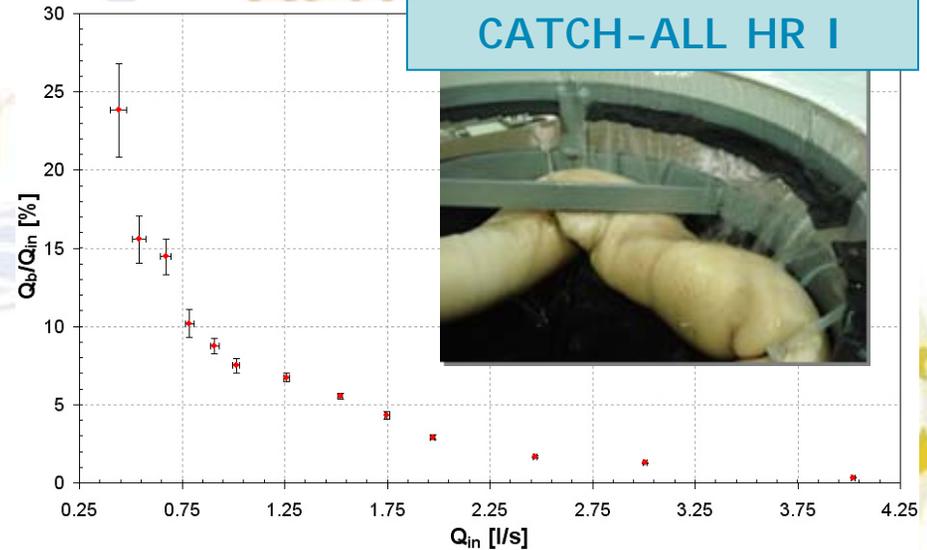
1. L'intero ciclo delle prove sperimentali è stato condotto in condizioni di "acqua pulita";
2. Ogni prova ha previsto l'immissione di una Q_{in} costante per la durata di un'ora;
3. Ciascun dispositivo è stato testato con 13 valori di portate in ingresso $0.4 \div 4.0$ l/s;
4. Q_{in} , Q_b e Q_f sono state campionate con frequenza pari a 0.1 secondi.

TEST di LABORATORIO: RISULTATI

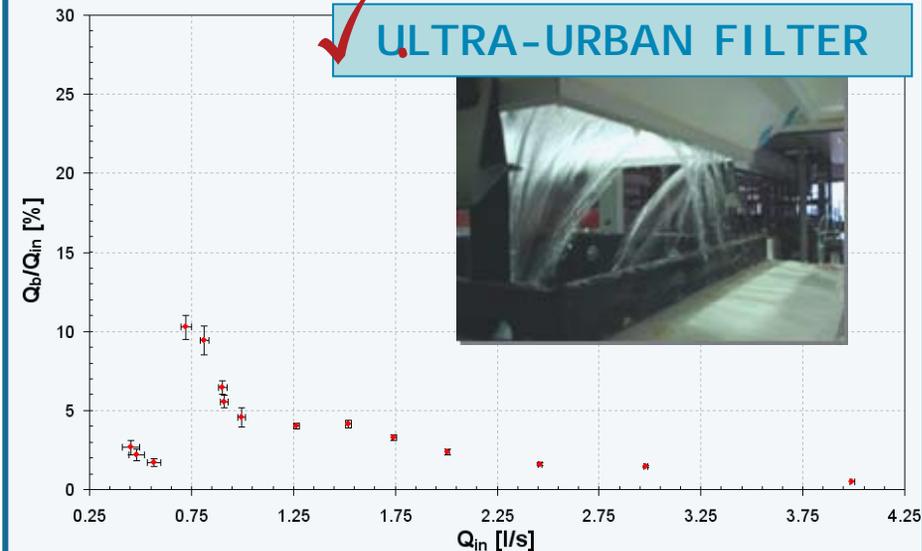
ULTRA-DRAIN GUARD



CATCH-ALL HR I



ULTRA-URBAN FILTER



Tutti i dispositivi analizzati mostrano prestazioni idrauliche crescenti all'aumentare della Q di riferimento (0.4÷4.0 l/s)

Ciò è dovuto essenzialmente all'elevata percentuale d'acqua che defluisce attraverso il by-pass alle basse portate a causa di fenomeni di ruscellamento/gocciolamento.

Verifica in CAMPO: SITI SPERIMENTALI

TERMINALI PORTUALI



ESTRUS 5&6

Terminale VTE
(GE - Voltri)



ESTRUS 3&4

Terminale CROCIERE
(GE - Ponte dei Mille)

SITI PRODUTTIVI



ESTRUS 1

Zona di Carico
autobotti (Busalla)



ESTRUS 2

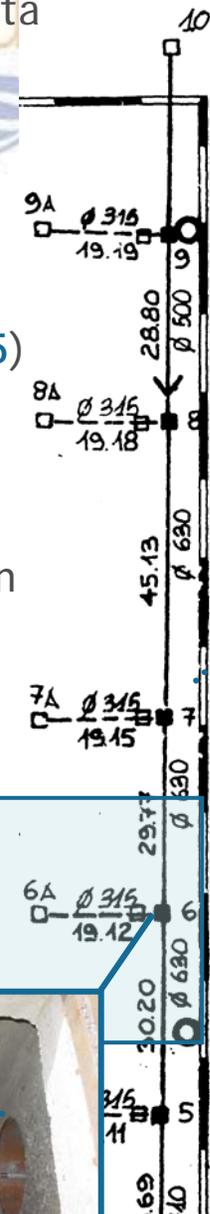
Deposito Mezzi
Speciali (Chiavari)

SITI SPERIMENTALI: Il terminale VTE

AREA MONITORATA: superficie asfaltata adibita allo stoccaggio di contenitori e di autoveicoli destinati alla vendita

STAZIONE DI MISURA:

- ✓ Misuratore di portata accoppiato a campionatore installato sia nel tratto di rete senza sistema di trattamento (**ES.5**) che in quello attrezzato con dispositivi filtranti (**ES.6**);
- ✓ Pluviometro a vaschette basculanti;
- ✓ Sistema di gestione e trasmissione dati in remoto ;



Terminale VTE: CAMPAGNA di MONITORAGGI O

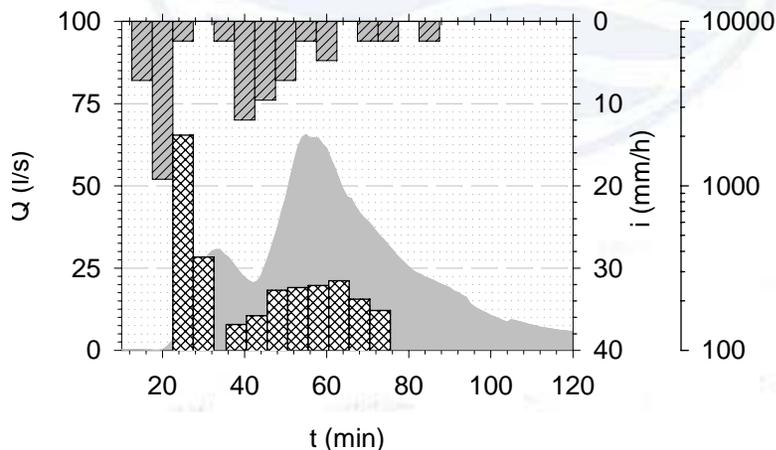


- ✓ Misura in continuo del velocità e/o livello → Scale Deflusso Q(h)
- ✓ Prelievo CAMPI ONI con frequenza 5' - 12 prelievi (1 l).
- ✓ Analisi di laboratorio per ciascun evento monitorato riportate in tabella

Eventi	pH	EC	TSS	TOC	HC	Metalli disciolti e aggregati ai SST: Zn, Cu, Pb, Hg, Cd, Cr, Ni
22/11/07	X	X	X	X	X	X
11/01/08	X	X	X	X	X	X
04/03/08	X	X	X	X	X	X
09/04/08	X	X	X	X	X	X
29/04/08	XX	XX	XX	XX	XX	XX
17/05/08	XX	XX	XX	XX	XX	XX
29/05/08	XX	XX	XX	XX	XX	XX
13/06/08	XX	XX	XX	XX	XX	XX
17/06/08	XX	XX	XX	XX	XX	XX
13/08/08	XX	XX	XX	-	XX	XX
03/09/08	XX	XX	XX	-	XX	XX
19/09/08	XX	XX	XX	-	XX	XX



	Dato disponibile per
X	E55 (No filtri)
XX	E55 & E56



EMC - Concentrazione Media d'Evento

$$EMC = \frac{M}{V} = \bar{C} = \frac{\int_0^T c(t)q(t)dt}{\int_0^T q(t)dt}$$



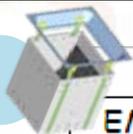
Terminale VTE : DATI di QUALITÀ (I)

ESTRUS 5

Eventi	SST [mg/l]			HC [mg/l]		
	EMC	C_{max}	C_{min}	EMC	C_{max}	C_{min}
29/04/08	26	36	14	42.2	70.8	24.6
17/05/08	113	164	71	0.6	2.0	0.1
29/05/08	249	456	14	23.7	34.9	0.1
13/06/08	300	532	32	82.6	264.7	18.6
17/06/08	71	130	30	98.0	217.0	39.6
13/08/08	421	798	92	39.7	100.3	3.6
03/09/08	348	1842	30	13.1	53.5	0.4
19/09/08	50	78	14	8.8	25.5	3.5
Media	197			38.6		
Dev.St.	151			35.2		

- ✓ Le acque meteoriche di dilavamento del terminale contenitori evidenziano un significativo carico inquinante in termini di solidi sospesi totali ($C_{lim\ 152/06} = 80\ mg/l$) ed idrocarburi ($C_{lim\ 152/06} = 5\ mg/l$)

ESTRUS 6



Eventi	SST [mg/l]			HC [mg/l]		
	EMC	C_{max}	C_{min}	EMC	C_{max}	C_{min}
29/04/08	47	133	26	19.9	32.5	12.5
17/05/08	110	162	82	0.6	1.4	0.2
29/05/08	293	360	60	6.6	17.3	0.1
13/06/08	266	592	22	5.2	10.0	1.4
17/06/08	531	1208	64	16.5	31.3	7.0
13/08/08	302	394	178	6.4	16.1	1.0
03/09/08	232	1362	38	3.4	13.8	0.1
19/09/08	58	190	20	6.2	16.6	0.1
Media	230			8.1		
Dev.St.	160			6.6		

- ✓ I dispositivi filtranti determinano mediamente una riduzione degli idrocarburi pari a circa 60% (in termini di EMC);
- ✓ Al contrario, si osserva una tendenza all' incremento della EMC dei SST nella rete di drenaggio dotata dei dispositivi filtranti

Terminale VTE : DATI di QUALITÀ (II)

ESTRUS 5

Eventi	Pb _{tot} [µg/l]			Zn _{tot} [µg/l]			Cu _{tot} [µg/l]		
	EMC	C _{max}	C _{min}	EMC	C _{max}	C _{min}	EMC	C _{max}	C _{min}
29/04/08	10.4	14.0	7.0	220	241	190	18.7	30.0	11.0
17/05/08	29.9	46.8	19.6	469	619	354	40.0	61.0	26.0
29/05/08	44.6	73.6	10.6	610	973	197	55.2	90.0	15.0
13/06/08	59.2	92.7	12.6	806	1257	265	67.2	108.0	21.0
17/06/08	23.9	33.6	13.6	354	438	253	31.1	37.0	18.0
13/08/08	79.2	195.0	35.8	2056	3450	1331	145.7	278.0	98.0
03/09/08	101.6	438.0	15.9	1439	4590	419	110.3	353.0	23.0
19/09/08	22.1	34.0	11.0	473	617	404	50.8	64.0	41.0
Media	46.4			803			64.9		
Dev.St.	31.5			630			42.7		

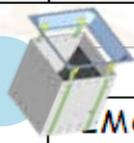


✓ Il carico di metalli pesanti totali (in soluzione ed in aggregazione ai SST) misurato in entrambe le stazioni è confrontabile;

✓ Lo Zinco presenta i valori di concentrazione più rilevanti (ordine del mg/l)

ESTRUS 6

Eventi	Pb _{tot} [µg/l]			Zn _{tot} [µg/l]			Cu _{tot} [µg/l]		
	EMC	C _{max}	C _{min}	EMC	C _{max}	C _{min}	EMC	C _{max}	C _{min}
29/04/08	16.3	32.0	12.0	132	283	84	16.6	32.0	13.0
17/05/08	31.1	41.8	23.6	294	398	227	33.1	49.0	27.0
29/05/08	58.6	73.6	13.6	681	772	143	50.7	58.0	15.0
13/06/08	49.7	101.6	7.7	467	1004	69	40.4	77.0	9.0
17/06/08	135.1	336.6	29.6	1735	4600	335	104.9	260.0	25.0
13/08/08	146.2	178.0	91.0	2349	2992	1554	107.6	121.0	81.0
03/09/08	87.0	322.0	5.0	1190	4697	491	64.8	304.0	12.0
19/09/08	25.3	67.0	12.0	605	791	522	58.9	76.0	40.0
Media	68.7			932			59.6		
Dev.St.	49.6			770			32.5		



Terminale VTE : DATI di QUALITÀ (III)

ESTRUS 5 Eventi	Pb _{tot} [µg/l]			Zn _{tot} [µg/l]			Cu _{tot} [µg/l]		
	EMC	C _{max}	C _{min}	EMC	C _{max}	C _{min}	EMC	C _{max}	C _{min}
29/04/08	10.4	14.0	7.0	220	241	190	18.7	30.0	11.0
17/05/08	29.9	46.8	19.6	469	619	354	40.0	61.0	26.0
29/05/08	44.6	73.6	10.6	610	973	197	55.2	90.0	15.0
13/06/08	59.2	92.7	12.6	806	1257	265	67.2	108.0	21.0
17/06/08	23.9	33.6	13.6	354	438	253	31.1	37.0	18.0
13/08/08	79.2	195.0	35.8	2056	3450	1331	145.7	278.0	98.0
03/09/08	101.6	438.0	15.9	1439	4590	419	110.3	353.0	23.0
19/09/08	22.1	34.0	11.0	473	617	404	50.8	64.0	41.0
Media	46.4	90 (A) 81 (C)	200	803	210 (A) 8.1 (C)	500	64.9	4.8 (A) 3.1 (C)	100

ESTRUS 6 Eventi	Pb _{tot} [µg/l]			Zn _{tot} [µg/l]			Cu _{tot} [µg/l]		
	EMC	C _{max}	C _{min}	EMC	C _{max}	C _{min}	EMC	C _{max}	C _{min}
29/04/08	16.3								
17/05/08	31.1								
29/05/08	58.6								
13/06/08	49.7								
17/06/08	135.0								
13/08/08	146.2	178.0	91.0	2349	2992	1554	107.6	121.0	81.0
03/09/08	87.0	322.0	5.0	1190	4697	491	64.8	304.0	12.0
19/09/08	25.3	67.0	12.0	605	791	522	58.9	36.0	40.0
Media	68.7	90 (A) 81 (C)	200	931.7	210 (A) 8.1 (C)	500	59.6	4.8 (A) 3.1 (C)	100

Limiti di emissione per i metalli pesanti totali in ambiente marino in termini di valori di concentrazione acuto (A) e cronico (C) corrispondenti ad una durezza dell'acqua di 100 mg/L CaCO₃ (EPA Registro Federale California, 2000)



Terminale VTE : DATI di QUALITÀ (IV)

ESTRUS 5 Eventi	Zn _d [µg/l]			Zn _p [µg/l]			f _d
	EMC	C _{max}	C _{min}	EMC	C _{max}	C _{min}	
29/04/08	155	171	129	64	97	36	0.71
17/05/08	195	255	96	273	445	179	0.42
29/05/08	122	153	104	487	860	91	0.39
13/06/08	171	192	159	635	1095	94	0.44
17/06/08	106	153	66	248	321	118	0.34
13/08/08	1170	1500	997	886	2150	334	0.54
03/09/08	500	799	284	939	4210	112	0.52
19/09/08	351	407	304	138	210	71	0.74
Media	346			459			0.51
Dev.St.	358			334			

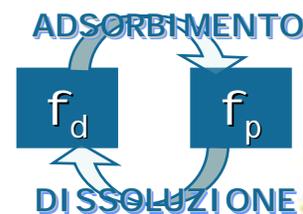
Indice Frazione DISCIOLTA

$$f_d = \frac{C_d}{(C_d + C_p)}$$

C_d: Conc. metallo in soluzione

C_p: Conc. metallo aggregato ai SST

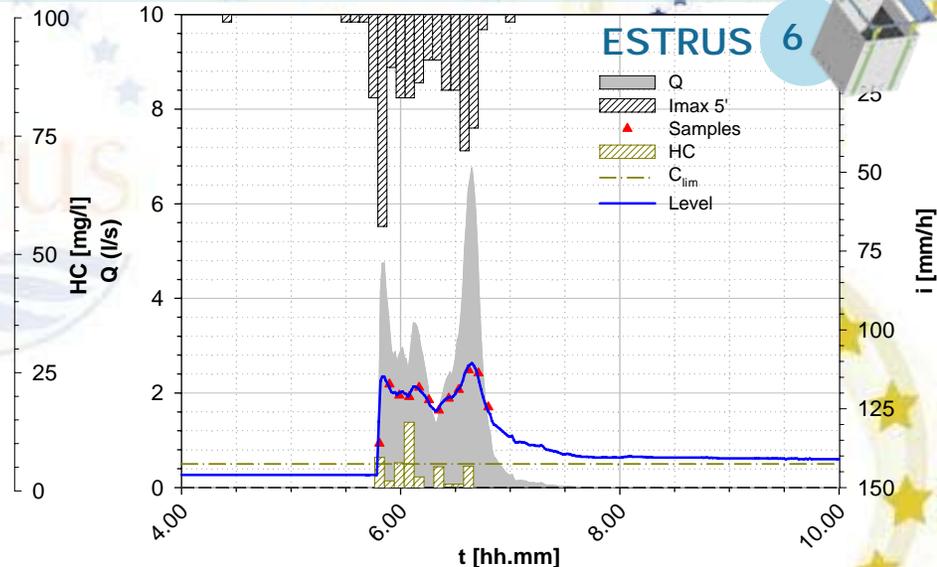
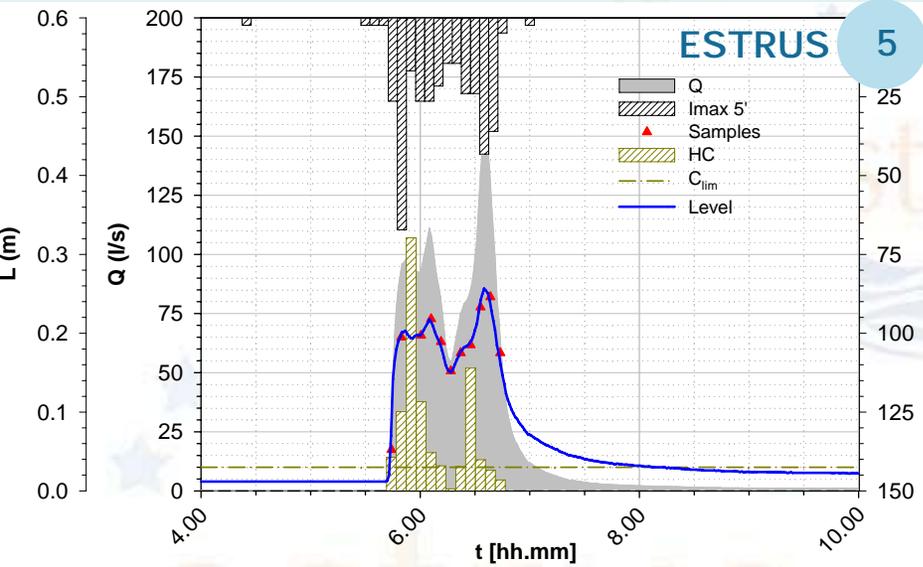
f_d > 0.5 Me_d prevalente



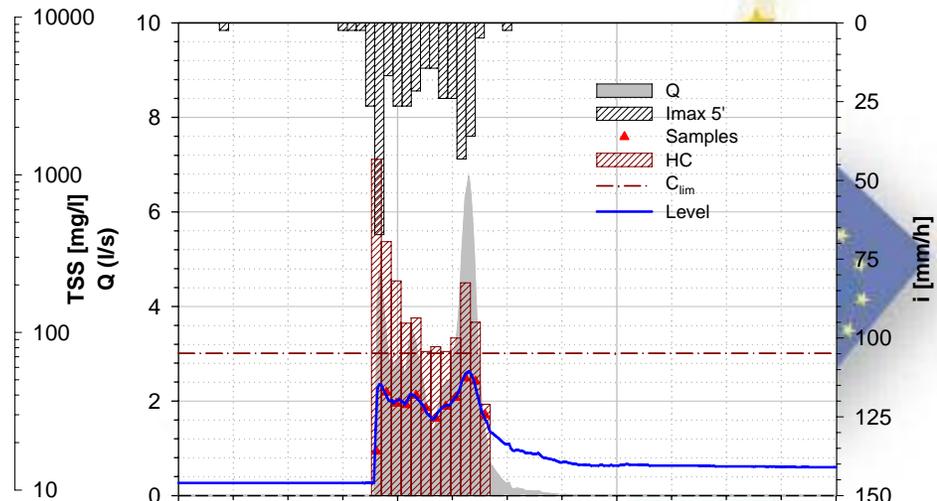
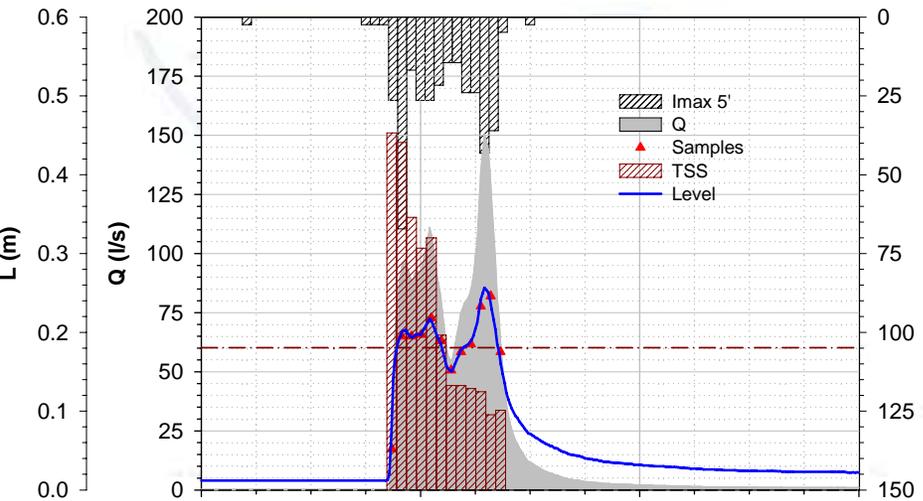
- ✓ L'aumento del tempo di contatto tra la matrice solida e quella liquida determinata dal dispositivo filtrante favorisce la predominanza della frazione aggregata ai solidi

ESTRUS 6 Eventi	Zn _d [µg/l]			Zn _p [µg/l]			f _d
	EMC	C _{max}	C _{min}	EMC	C _{max}	C _{min}	
29/04/08	33	60	25	98	223	58	0.26
17/05/08	89	143	62	206	270	153	0.31
29/05/08	81	123	30	600	707	113	0.14
13/06/08	44	76	29	423	928	40	0.26
17/06/08	58	114	29	1677	4486	301	0.07
13/08/08	1529	2100	671	820	892	559	0.65
03/09/08	425	731	29	766	4668	7	0.50
19/09/08	451	524	388	154	375	74	0.74
Media	339			593			0.37
Dev.St.	511			517			

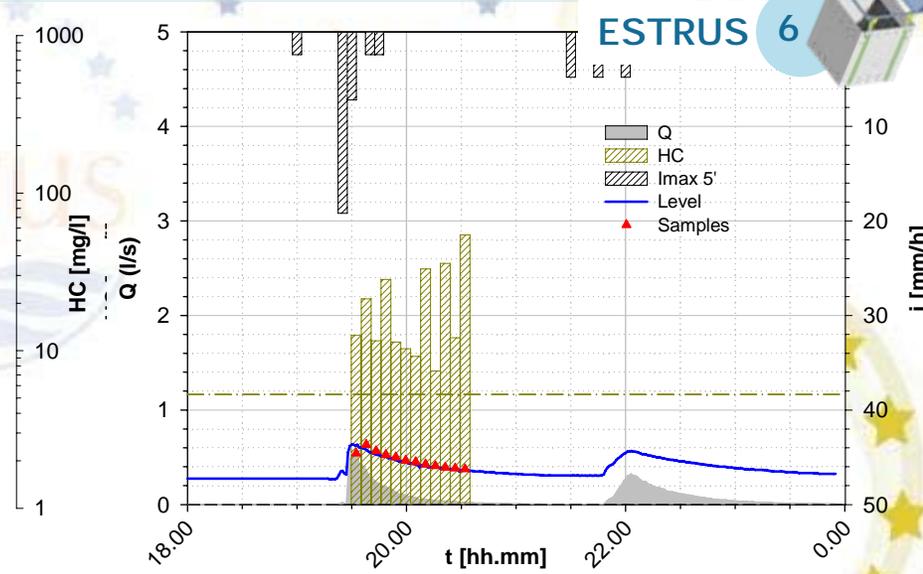
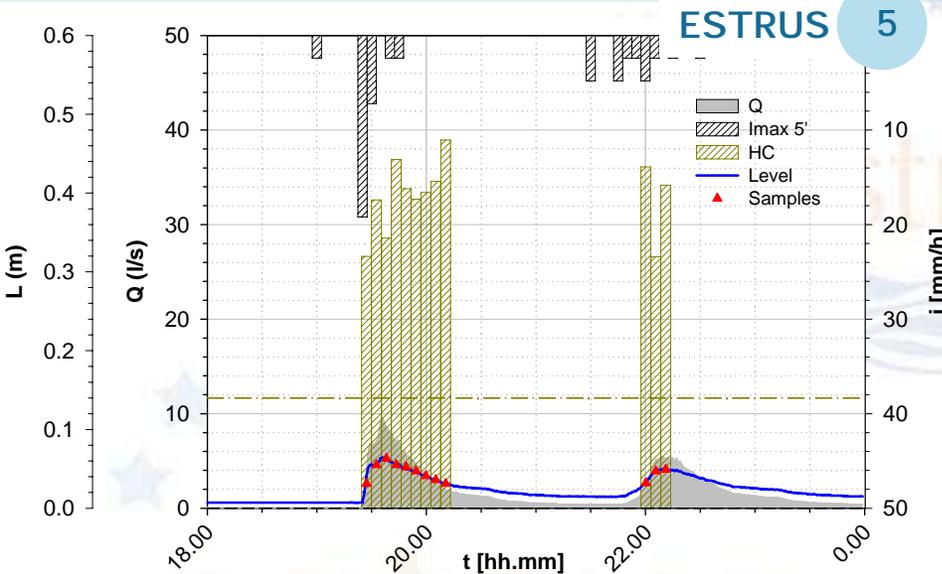
Terminale VTE : DATI di QUALITÀ (VII)



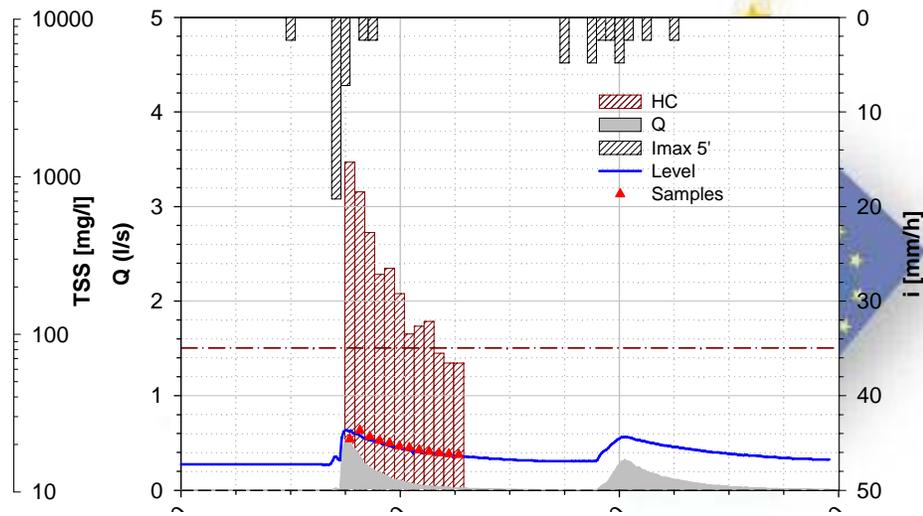
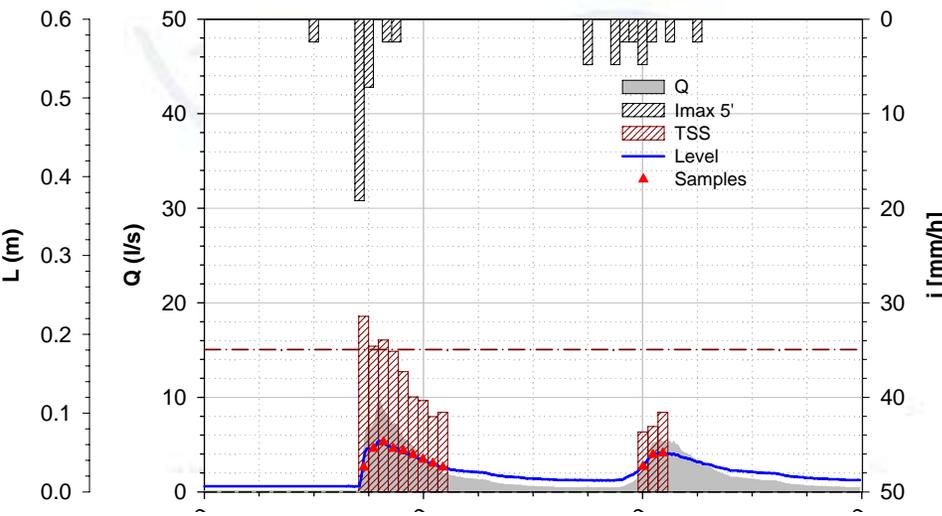
Evento	Precipitazione			HC (mg/l)		TSS (mg/l)	
	H _{tot} (mm)	i _{max5'} (mm/h)	ADWP (h)	5	6	5	6
03/09/08	29.8	67.2	> 300	13.1	3.4	348	232



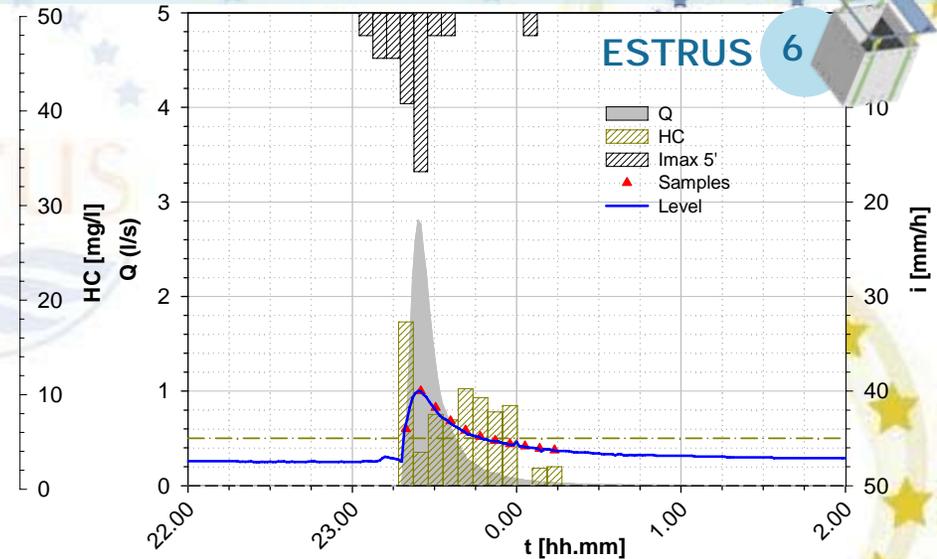
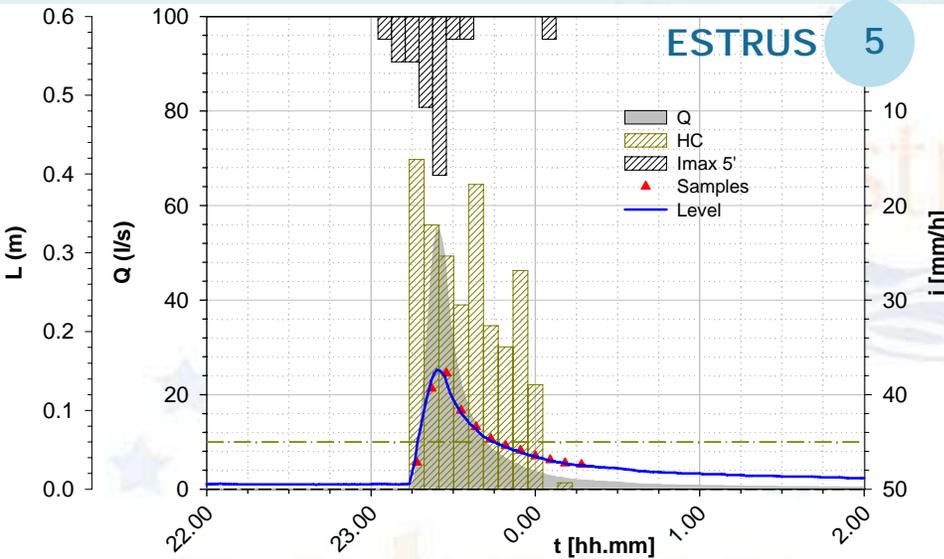
Terminale VTE : DATI di QUALITÀ (VI)



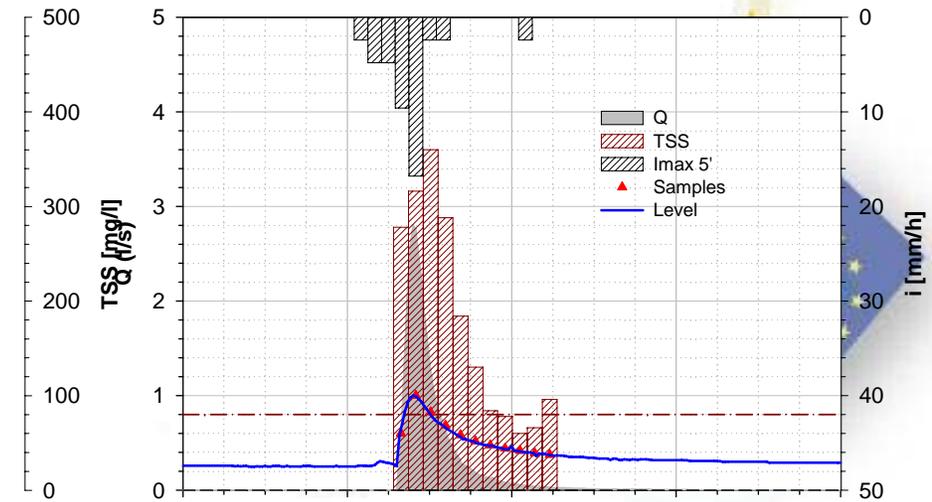
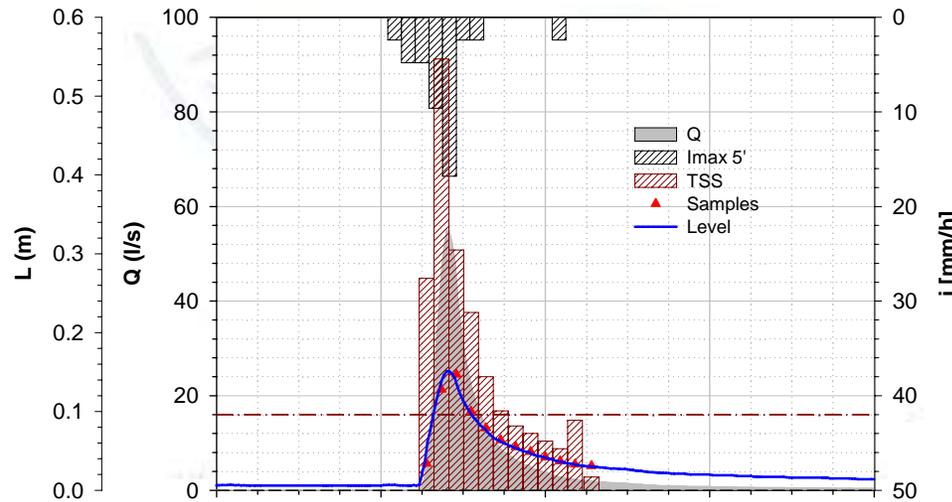
Evento	Precipitazione			HC (mg/l)		TSS (mg/l)	
	H _{tot} (mm)	i _{max5'} (mm/h)	ADWP (h)	5	6	5	6
17/06/08	5	19.2	14	98.0	16.5	71	531



Terminale VTE : DATI di QUALITÀ (V)



Evento	Precipitazione			HC (mg/l)		TSS (mg/l)	
	H _{tot} (mm)	i _{max5'} (mm/h)	ADWP (h)	5	6	5	6
29/05/08	25	45.6	54	23.7	6.6	249	293



CONCLUSIONI

IN LABORATORIO...

- ✓ La fase di verifica in laboratorio dell'efficienza idraulica e della capacità di rimozione degli idrocarburi ha consentito di selezionare il dispositivo con le migliori prestazioni potenziali (Ultra Urban Filter – Abtech Industries)

IN SITO...

- ✓ Si è osservata una significativa riduzione degli idrocarburi allo scarico compresa nell'intervallo 30 ÷ 94 % in termini di EMC.
- ✓ I dispositivi di trattamento in caditoia non si dimostrano efficaci in termini di abbattimento dei solidi sospesi.
- ✓ Non si osserva una riduzione del carico dei metalli pesanti, tuttavia la presenza del filtro favorisce la predominanza della frazione aggregata al materiale solido che determina una minore biodisponibilità dei metalli negli ecosistemi acquatici.

SVILUPPI FUTURI

- ✓ Effettuare verifiche in laboratorio (condizioni controllate) sull'efficienza idraulica e di rimozione del materiale solido sui dispositivi filtranti al termine della verifica in campo;
- ✓ Prosecuzione della campagna di misura in particolare sui terminali portuali che consentono la verifica dell'efficacia dei dispositivi filtranti nelle medesime condizioni idrologiche.