



**PIANIFICAZIONE, GESTIONE E PREVENZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO ATTRAVERSO  
LA MODELLAZIONE IDRAULICA DELLE RETI FOGNARIE**

*Campagna di monitoraggio piogge-portate fognarie finalizzata  
alla taratura di modelli numerici di simulazione idraulica*

*Relatore: Ing. Paolo Ridella – B.M. Tecnologie Industriali srl*

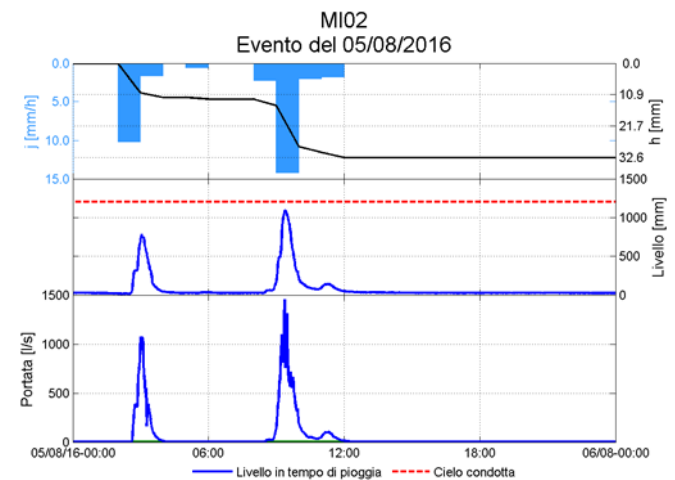
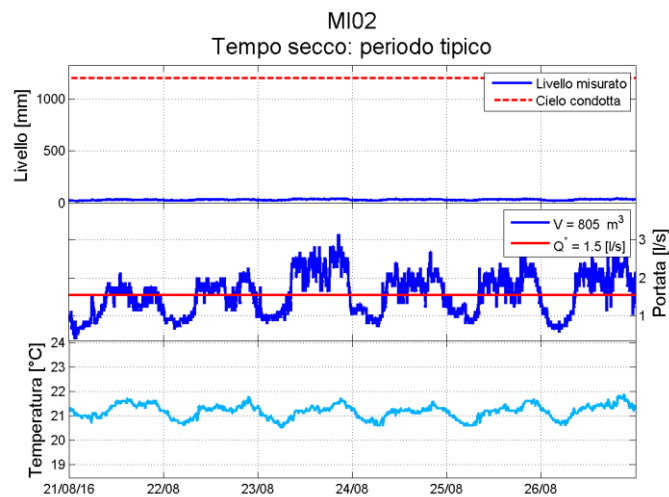


# OBIETTIVI

Installare e gestire per un periodo minimo di 3 mesi misuratori di portata e pioggia in punti significativi dei bacini fognari oggetto di studio al fine di registrare in continuo eventi di portata (e pioggia) da utilizzare per la calibrazione dei modelli numerici.

## EVENTI DI TEMPO SECCO

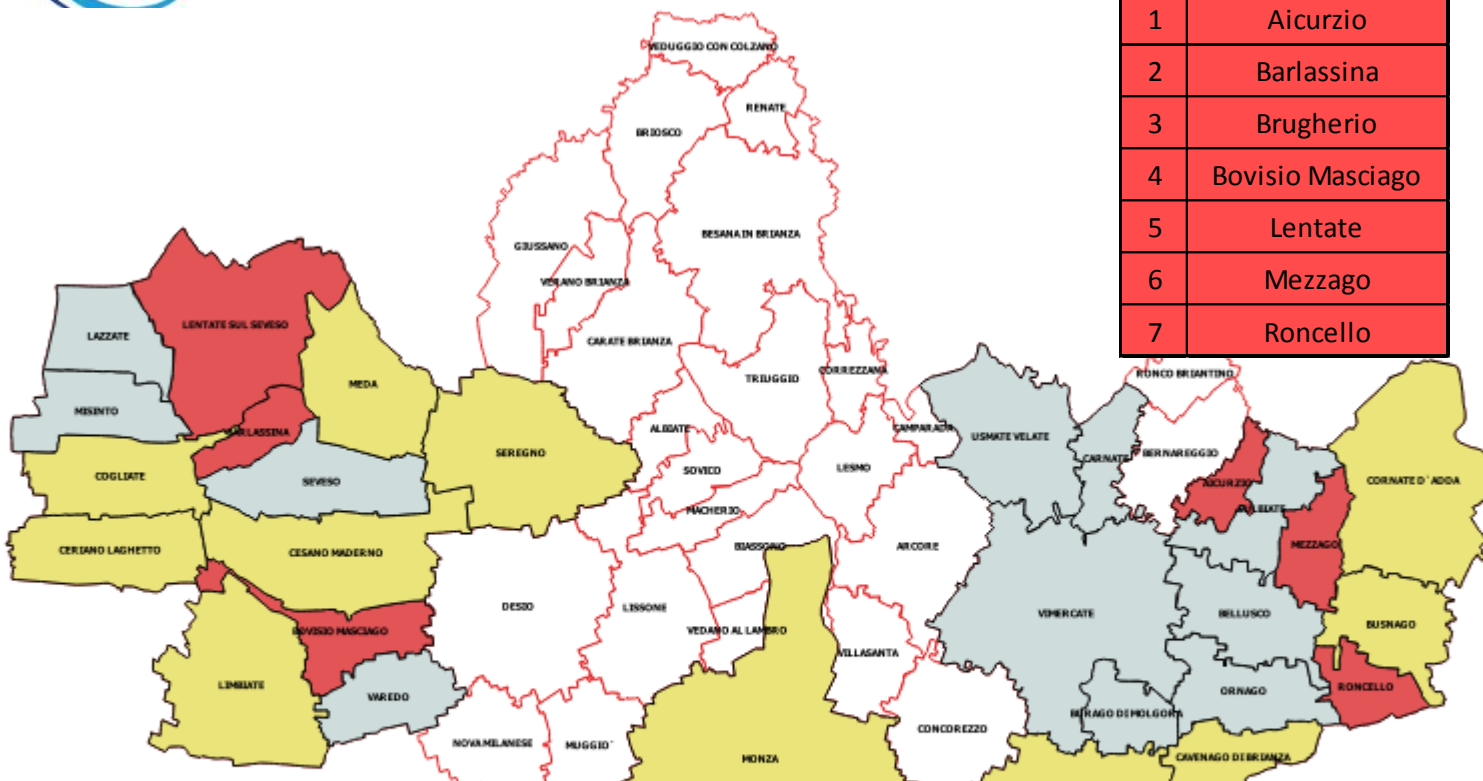
**EVENTI IN TEMPO DI PIOGGIA: almeno 3 eventi per ogni sito (possibilmente di caratteristiche diverse) a seguito di piogge con intensità > 20 mm/h**





# FASI OPERATIVE

**29 Reti fognarie comunali + 2 collettori intercomunali (EX ALSI – EX IDRA)**



FASE 3	
1	Aicurzio
2	Barlassina
3	Brugherio
4	Bovisio Masciago
5	Lentate
6	Mezzago
7	Roncello

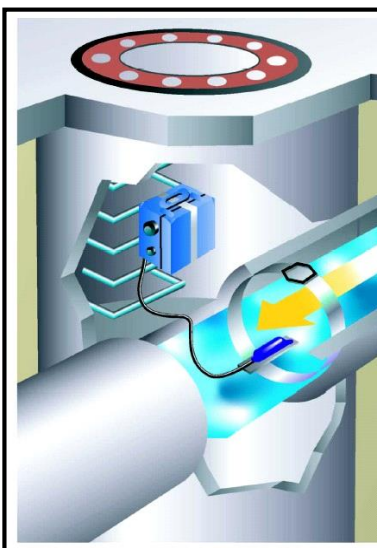
FASE 1	
1	Agrate Brianza
2	Busnago
3	Caponago
4	Cavenago Brianza
5	Ceriano Laghetto
6	Cesano Maderno
7	Cogliate
8	Cornate D'Adda
9	Limbate
10	Meda
11	Monza
12	Seregno

FASE 2	
1	Bellusco
2	Burago di Molgora
3	Carnate
4	Collettore Ex ALSI
5	Collettore Ex IDRA
6	Lazzate
7	Misinto
8	Ornago
9	Seveso
10	Sulbiate
11	Usmate Velate
12	Varedo
13	Vimercate

CRONOPROGRAMMA DELLE ATTIVITA'			
	Misuratori di portata	Pluviometri	Periodo
FASE1	63	49	Agosto - Ottobre 2015
FASE2	49	42	Luglio - Settembre 2016
FASE3	28	19	Agosto - Ottobre 2017
<b>Totale</b>	<b>140</b>	<b>110</b>	

## STRUMENTAZIONE UTILIZZATA (1)

- La strumentazione portatile area – velocity basa la determinazione della portata sulla misura della velocità del refluo e sull'integrazione di quest'ultima sull'area bagnata.
- L'area bagnata è determinata sulla base della geometria della condotta ove la sonda è installata e sulla misura del livello idrico presente.
- La strumentazione ha campo di applicazione sia per deflusso a pelo libero, sia in pressione.



**KAPTOR MULTI** sviluppato da B.M. Tecnologie Industriali è un Data Logger a batteria lunga durata (1 ANNO), multifunzione per misure di portata sia su tubazioni piene che su canale aperto con dispositivo per l'invio dati in remoto integrato.

Modulo misura di portata OCM KAPTOR (Tecnologia Doppler) con misura di livello, velocità e temperatura integrata con un unico sensore;

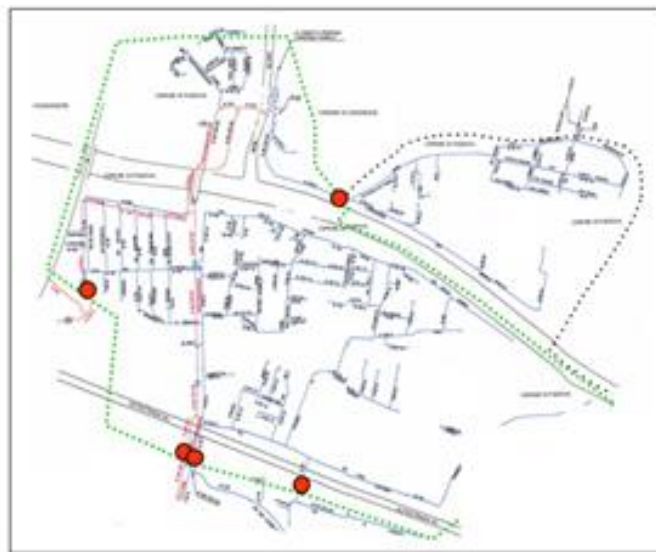
La batteria ricaricabile da 38 Ah, il modem GPRS built – in, la memoria da 8 Gb su SD card e la protezione IP68 completano le caratteristiche uniche del KAPTOR MULTI.

## STRUMENTAZIONE UTILIZZATA (2)

Pluviometro a bascula per la registrazione degli eventi meteorici collegato ad un data logger con sistema di trasmissione dei dati.



# CONSULTAZIONE DATI ON LINE (1)



Rete



GPRS

<http://portale.bmtecnologie.it/>

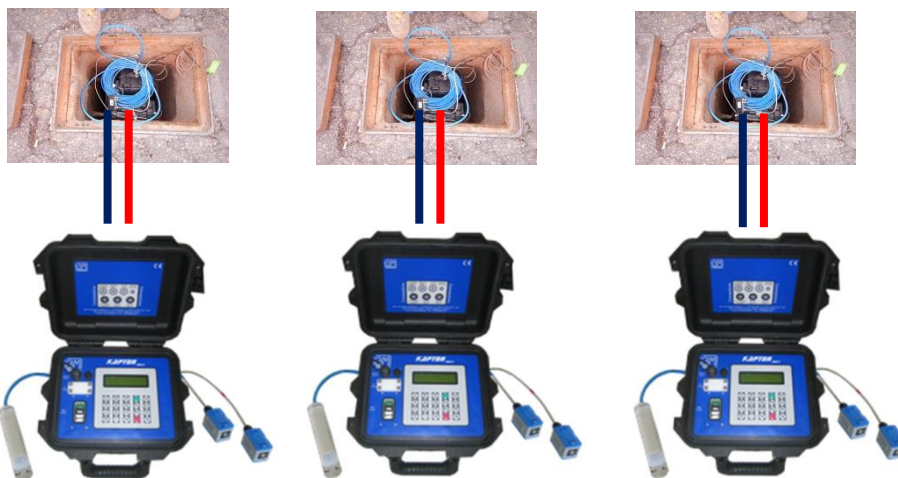
UTENTE: \*\*\*\*

PASSWORD: \*\*\*\*

**SOFTWARE CHANNELGUARD**

UTENTE: \*\*\*\*

PASSWORD: \*\*\*\*



Misuratori di portata e pluviometri

- Validazione e analisi dei dati
- Gestione degli interventi di manutenzione



# CONSULTAZIONE DATI ON LINE (2)

Config. Stati Messaggi **Storico** Trend SMS

Dati dal 21/05/2017 al 21/11/2017 Aggiorna Ricerca: -- Seleziona una variabile -- Cerca

✓ Data Ora	TTFM_Q [l/s]	AN1 [Bar]	<b>VBatt [V]</b>	TTFM_TT[%]	TTFM_QL[%]	TTFM_FMS	<b>DOP_Q[l/s]</b>	<b>DOP_V[m/s]</b>	<b>DOP_L[m]</b>	<b>DOP_QL[%]</b>	<b>DOP_T[C]</b>	AN2[m]
<input type="checkbox"/> 21/11/2017 12:24:00			13.14			AV	3.5323	0.1400	0.1158	90	12.7	
<input type="checkbox"/> 21/11/2017 12:20:00			13.14			AV	3.9051	0.1530	0.1168	89	12.7	
<input type="checkbox"/> 21/11/2017 12:16:00			13.14			AV	3.3668	0.1350	0.1148	89	12.7	
<input type="checkbox"/> 21/11/2017 12:12:00			13.14			AV	4.0837	0.1600	0.1168	92	12.7	
<input type="checkbox"/> 21/11/2017 12:08:00			13.14			AV	3.6243	0.1420	0.1168	90	12.7	
<input type="checkbox"/> 21/11/2017 12:04:00			13.14			AV	3.8724	0.1500	0.1178	88	12.7	
<input type="checkbox"/> 21/11/2017 12:00:00			13.14			AV	4.3304	0.1570	0.1238	91	12.7	
<input type="checkbox"/> 21/11/2017 11:56:00			13.14			AV	2.9582	0.1050	0.1258	85	12.7	
<input type="checkbox"/> 21/11/2017 11:52:00			13.14			AV	3.2270	0.1250	0.1178	89	12.7	
<input type="checkbox"/> 21/11/2017 11:48:00			13.14			AV	3.5804	0.1470	0.1128	91	12.7	
<input type="checkbox"/> 21/11/2017 11:44:00			13.14			AV	4.0175	0.1630	0.1138	91	12.7	
<input type="checkbox"/> 21/11/2017 11:40:00			13.15			AV	3.6754	0.1440	0.1168	91	12.7	
<input type="checkbox"/> 21/11/2017 11:36:00			13.14			AV	3.8642	0.1480	0.1188	92	12.7	
<input type="checkbox"/> 21/11/2017 11:32:00			13.14			AV	3.2120	0.1190	0.1218	88	12.7	
<input type="checkbox"/> 21/11/2017 11:28:00			13.14			AV	3.2548	0.1290	0.1158	88	12.7	
<input type="checkbox"/> 21/11/2017 11:24:00			13.14			AV	3.5912	0.1440	0.1148	90	12.7	
<input type="checkbox"/> 21/11/2017 11:20:00			13.14			AV	4.3900	0.1720	0.1168	89	12.7	
<input type="checkbox"/> 21/11/2017 11:16:00			13.14			AV	4.7993	0.1740	0.1238	88	12.7	
<input type="checkbox"/> 21/11/2017 11:12:00			13.14			AV	3.6157	0.1270	0.1268	88	12.7	
<input type="checkbox"/> 21/11/2017 11:08:00			13.14			AV	2.7231	0.1020	0.1208	85	12.7	

**Export formato Excel** Export formato CSV Elimina selezionati

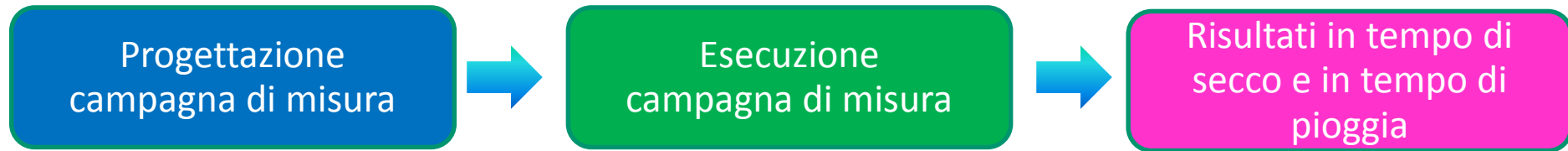
# CONSULTAZIONE DATI ON LINE (3)





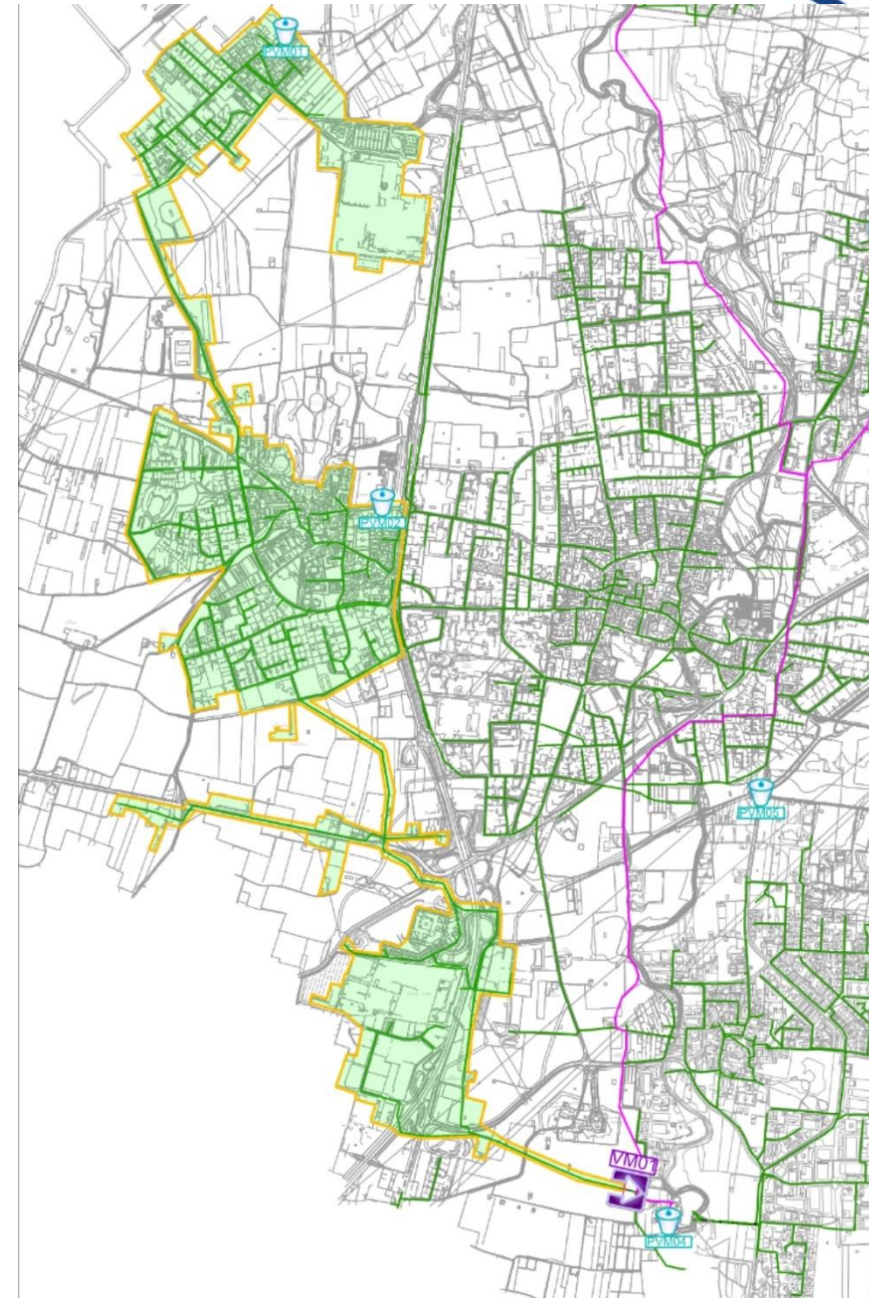
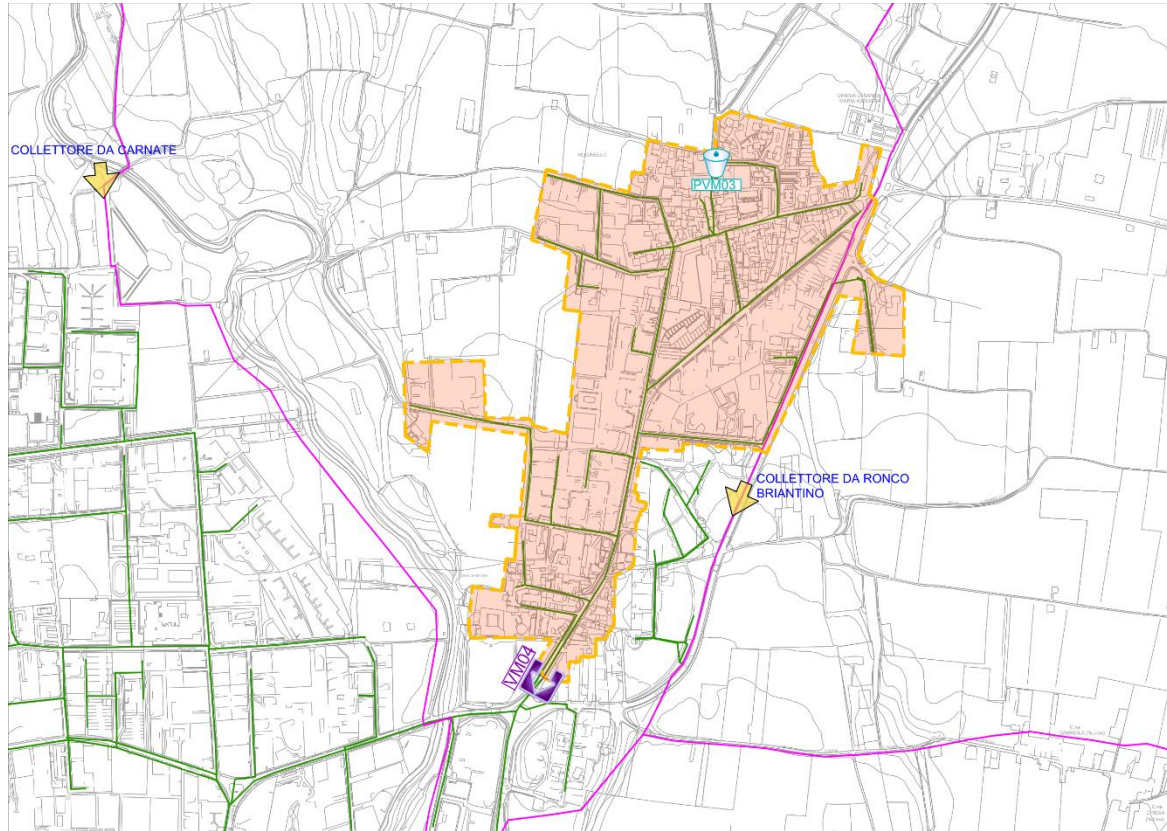


# GESTIONE DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO



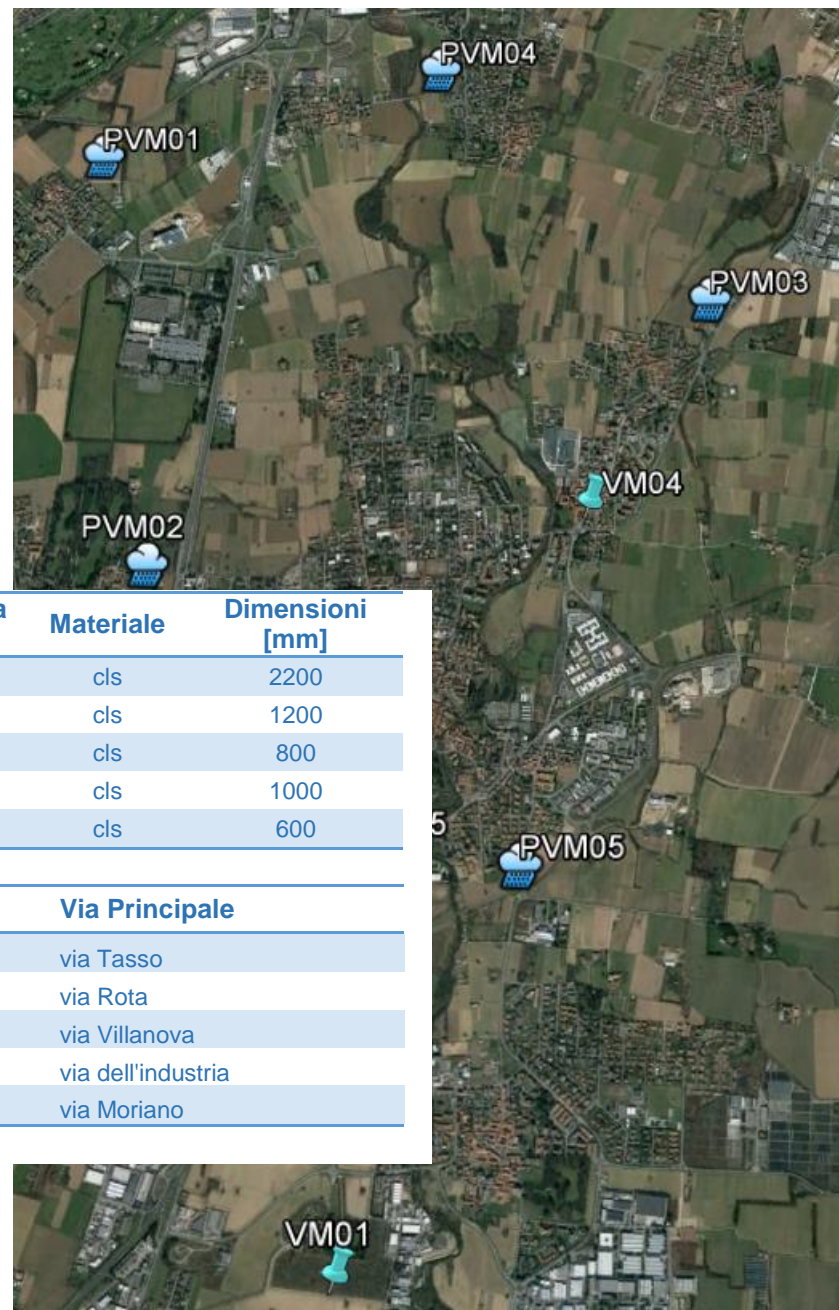
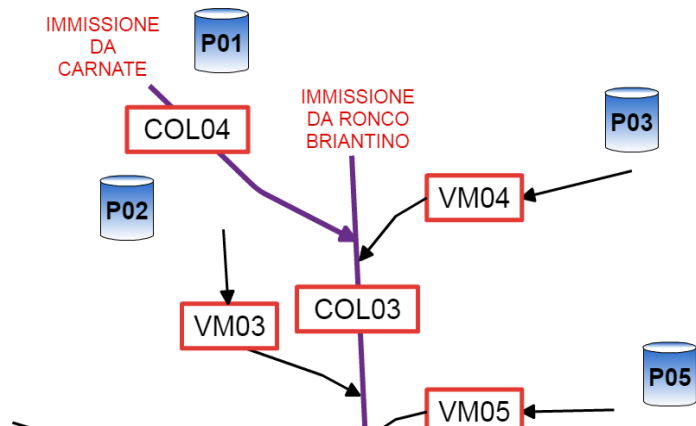
- Individuazione cartografica dei microdistretti fognari e dei punti di misura.
- Scelta della tipologia di strumentazione da utilizzare in funzione delle caratteristiche della rete fognaria.
- Validazione dei punti di misura, in accordo con l'ente gestore, mediante sopralluogo in loco.
- Installazione della strumentazione area-velocity per la registrazione in continuo di livello idrico, velocità e portata.
- Verifica di tutti i punti di misura in campo e in remoto.
- Rimozione della strumentazione al termine del periodo di monitoraggio.
- Analisi del segnale registrato in ogni punto di misura ed esecuzione del bilancio idrico per ogni microdistretto fognario.
- Redazione della relazione tecnica descrittiva del procedimento eseguito e dei risultati conseguiti.
- Indicazione i eventuali anomalie o peculiarità riscontrate derivate da particolari condizioni idrauliche.
- Redazione dell'elaborato grafico, su scala opportuna, di supporto alla relazione e delle monografie relative ai punti di misura.

# PROGETTO DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO (1)



# PROGETTO DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO (2)

VIMERCATE - Diagramma di flusso



ID Punto	Località	Via Principale	Geometria Condotta	Materiale	Dimensioni [mm]
VM01	Vimercate	via dell'Industria	circolare	cls	2200
VM02	Vimercate	via S.M.Molgora	circolare	cls	1200
VM03	Vimercate	via Buraghino	circolare	cls	800
VM04	Vimercate	via Diaz	circolare	cls	1000
VM05	Vimercate	via Atleti trasversale	circolare	cls	600

ID Punto	Località	Via Principale
PVM01	Vimercate	via Tasso
PVM02	Vimercate	via Rota
PVM03	Vimercate	via Villanova
PVM04	Vimercate	via dell'industria
PVM05	Vimercate	via Moriano





# ESECUZIONE CAMPAGNA DI MONITORAGGIO (1)



- L'esecuzione delle misure è effettuata sulla base del progetto definitivo della campagna di monitoraggio;
- Si procede con l'apprestamento dei punti di misura mediante l'ausilio di una squadra operativa composta da 3 persone ed è dotata della strumentazione descritta nel Piano Operativo della Sicurezza (D.Lgs. 81/2008);
- Personale formato in ottemperanza del DPR 177/2011 «Spazi Confinati»
- In funzione dell'ubicazione dei punti di misura si procede al montaggio della strumentazione in fognatura;
- La lavorazione è realizzata dotando ogni squadra operativa di due furgoni posizionati a monte ed a valle del pozzetto oggetto dell'installazione. Il cantiere è completato nel rispetto della cartellonistica richiesta dal "Disciplinare tecnico segnaletica temporanea" D.M. 10/7/2002 (G.U. n.226 del 26/9/2002) e Decreto Interministeriale del 4 marzo 2013 "Criteri minimi per la posa, il mantenimento e la rimozione della segnaletica di delimitazione e di segnalazione delle attività lavorative che si svolgono in presenza di traffico veicolare".





## ESECUZIONE CAMPAGNA DI MONITORAGGIO (2)

**Sopralluogo ispettivo:** per la validazione dei punti di misura, in accordo con l'ente gestore, al fine di accertare le adeguate condizioni idrauliche e le condizioni generali di sicurezza da attuarsi nel cantiere temporaneo per l'apprestamento della strumentazione nella cameretta fognaria.



**Installazione della strumentazione:** per la registrazione in continuo del livello idrico, velocità, portata e temperatura del refluo.





**Verifica in remoto monitoraggio:** per controllare lo stato di funzionamento del punto di misura, del livello energetico della strumentazione ed eseguire gli eventuali interventi di manutenzione.

**Rimozione della strumentazione:** al termine del periodo di monitoraggio previo controllo sul campo della bontà del segnale registrato in ogni punto di misura e a seguito di validazione con il committente.



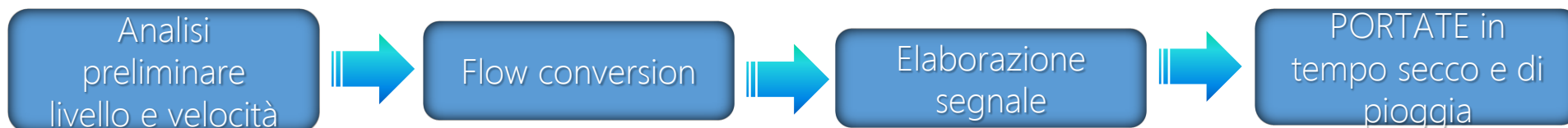
# ANALISI DEI SEGNALI REGISTRATI (1)

Per ogni segnale registrato è stata messa a punto un'analisi mediante il software di calcolo denominato **EWAS<sup>®</sup>** (*Extraneous Water Analysis Software*) per la determinazione del bilancio idrico per il distretto afferente e lo studio del comportamento durante gli eventi di pioggia.

In particolare, sono state evidenziati:

1. Periodo tipico in tempo secco e minimo notturno;
2. Scala delle portate registrata per gli eventi significativi analizzati;
3. Comportamento in caso di pioggia;
4. Anomalie legate alla presenza di manufatti, sollevamenti e particolarità della rete.

- Obiettivi:*
1. individuazione del comportamento in tempo secco;
  2. individuazione portata meteorica in tempo di pioggia



Per ogni Comune è redatta una relazione di analisi delle portate che comprende:

- Descrizione del bacino fognario, individuazione dei distretti e flow chart dei punti di misura;
- Elenco dei punti di misura eseguiti con individuazione delle caratteristiche e georeferenziazione degli stessi;
- Risultati dell'analisi;
- Criticità riscontrate e stima della qualità delle misure.



# ANALISI DEI SEGNALI REGISTRATI (3)

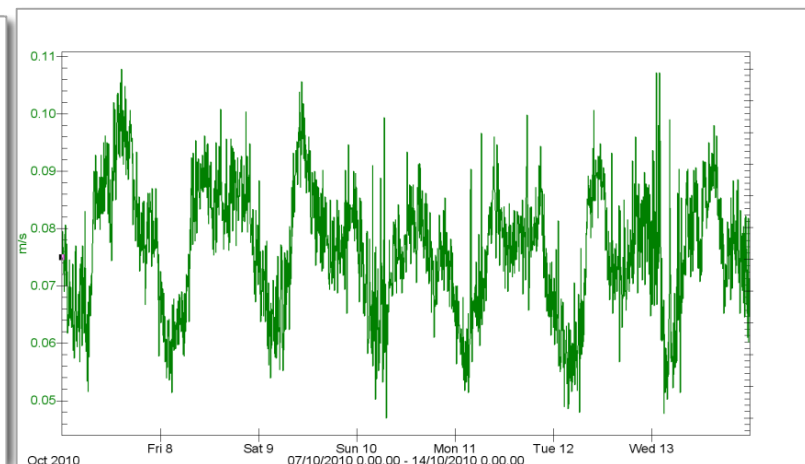
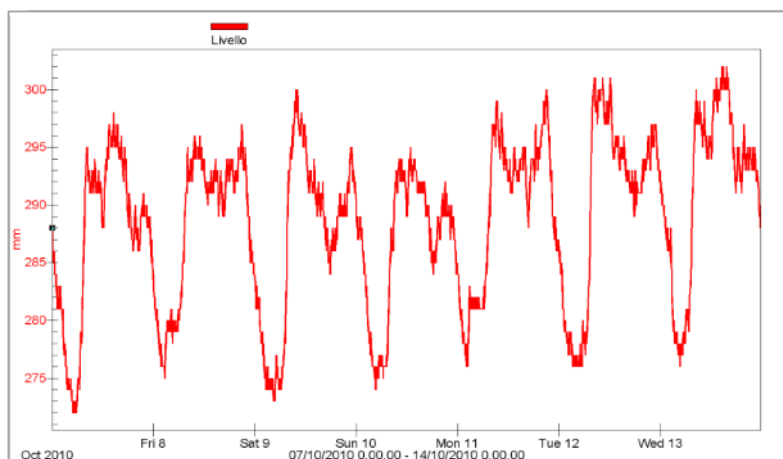
## CALCOLO DELLA PORTATA

Analisi  
preliminare  
livello e velocità

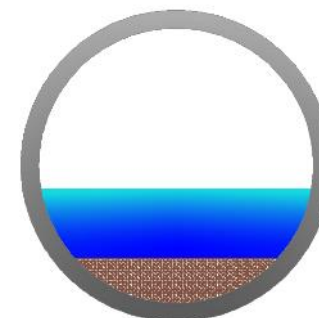
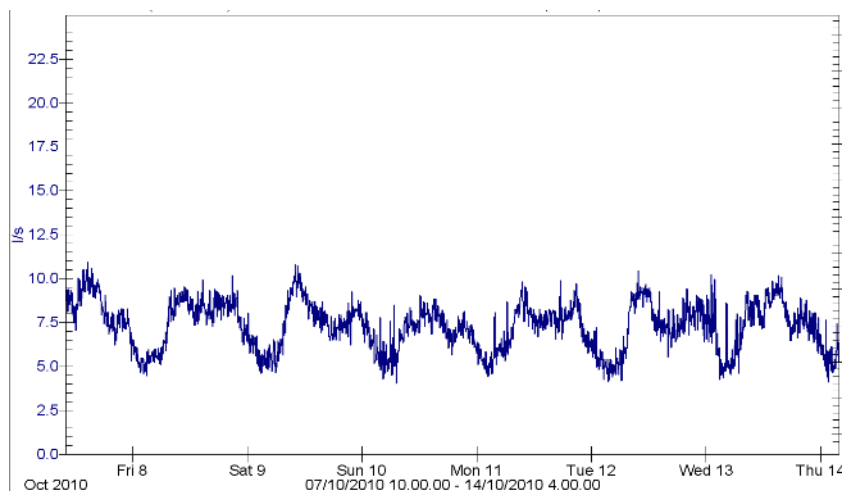
Flow conversion

Elaborazione  
segnale

Comportamento  
in caso di pioggia  
e di tempo secco



$$Q = A_{\text{liquida}} \cdot V_{\text{media}}$$



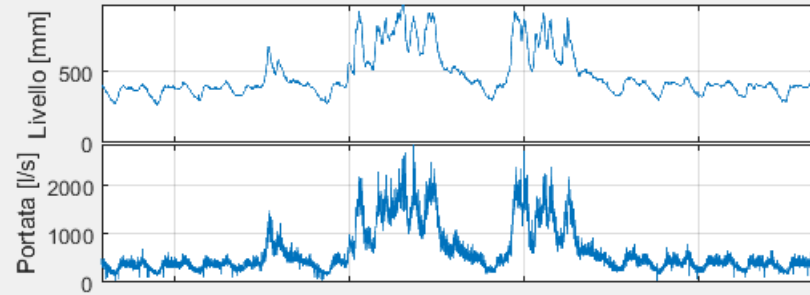
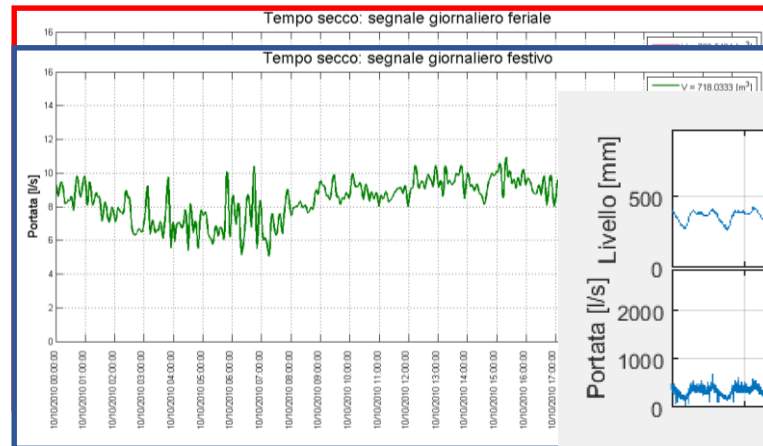
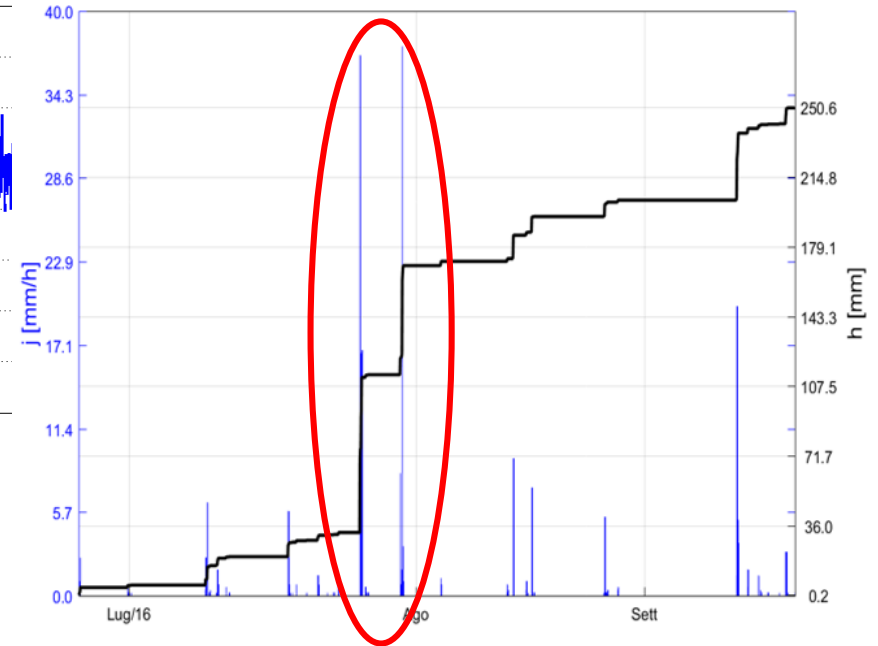
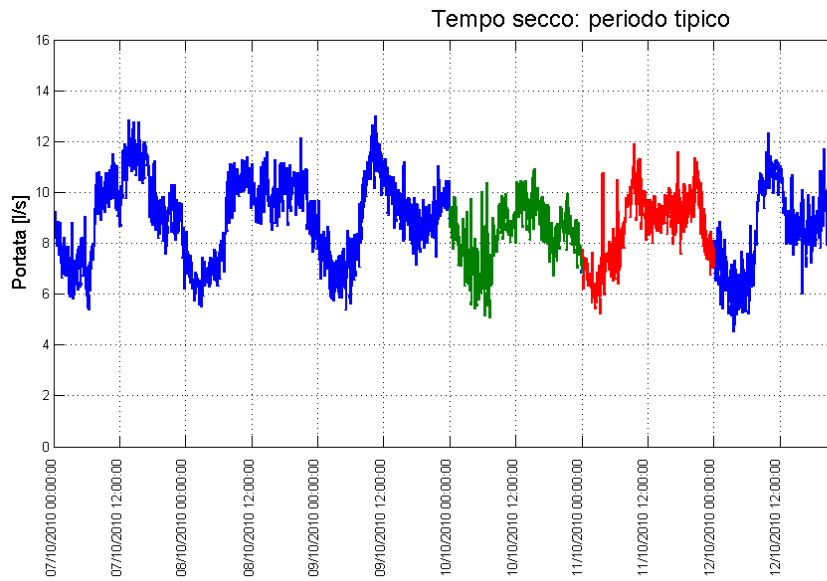
# ANALISI DEI SEGNALI REGISTRATI (4)

Analisi  
preliminare  
livello e velocità

Flow conversion

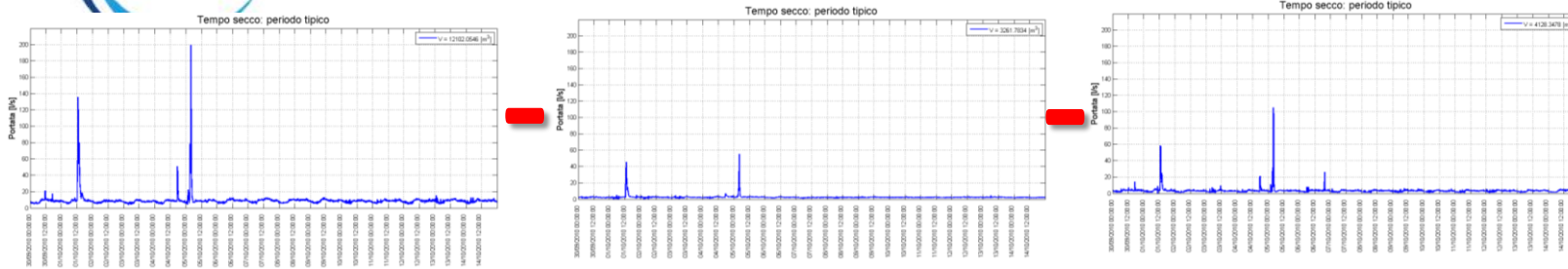
Elaborazione  
segnale

Comportamento  
in caso di pioggia  
e di tempo secco



# ANALISI DEI SEGNALI REGISTRATI (5)

## Analisi distretto in TEMPO SECCO

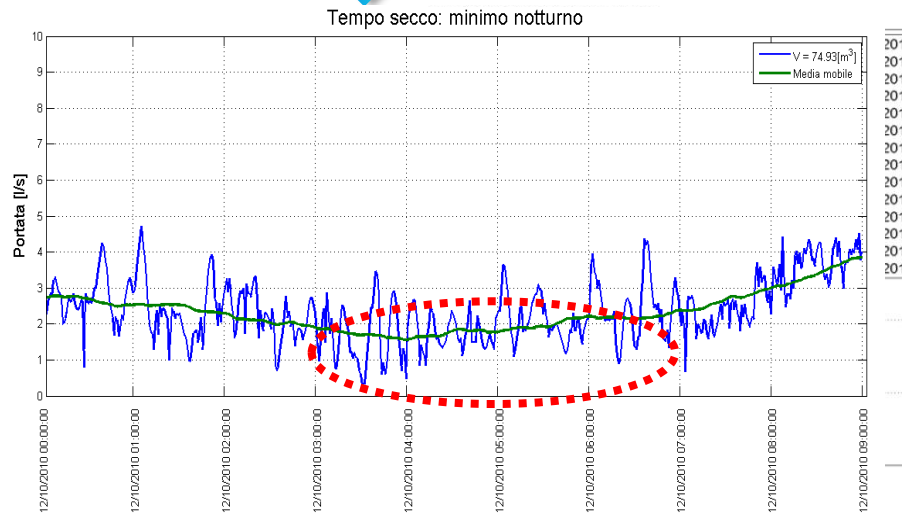


Analisi preliminare livello e velocità

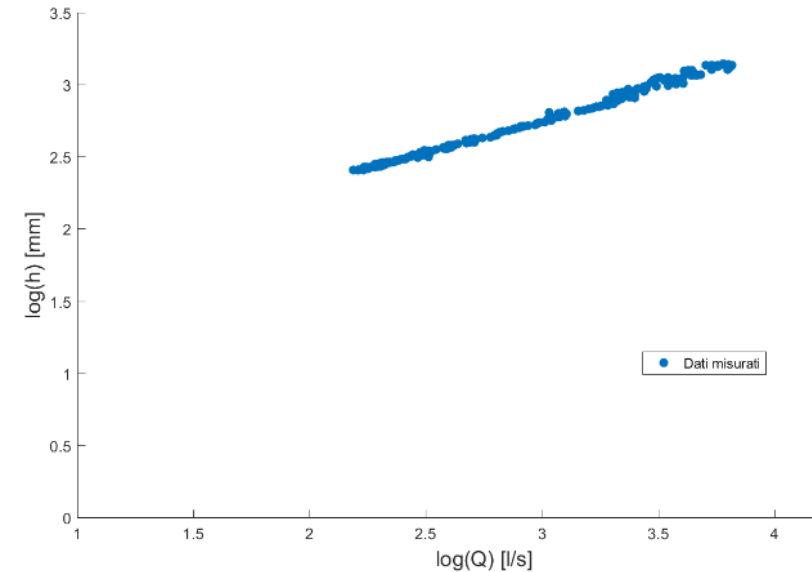
Flow conversion

Elaborazione segnale

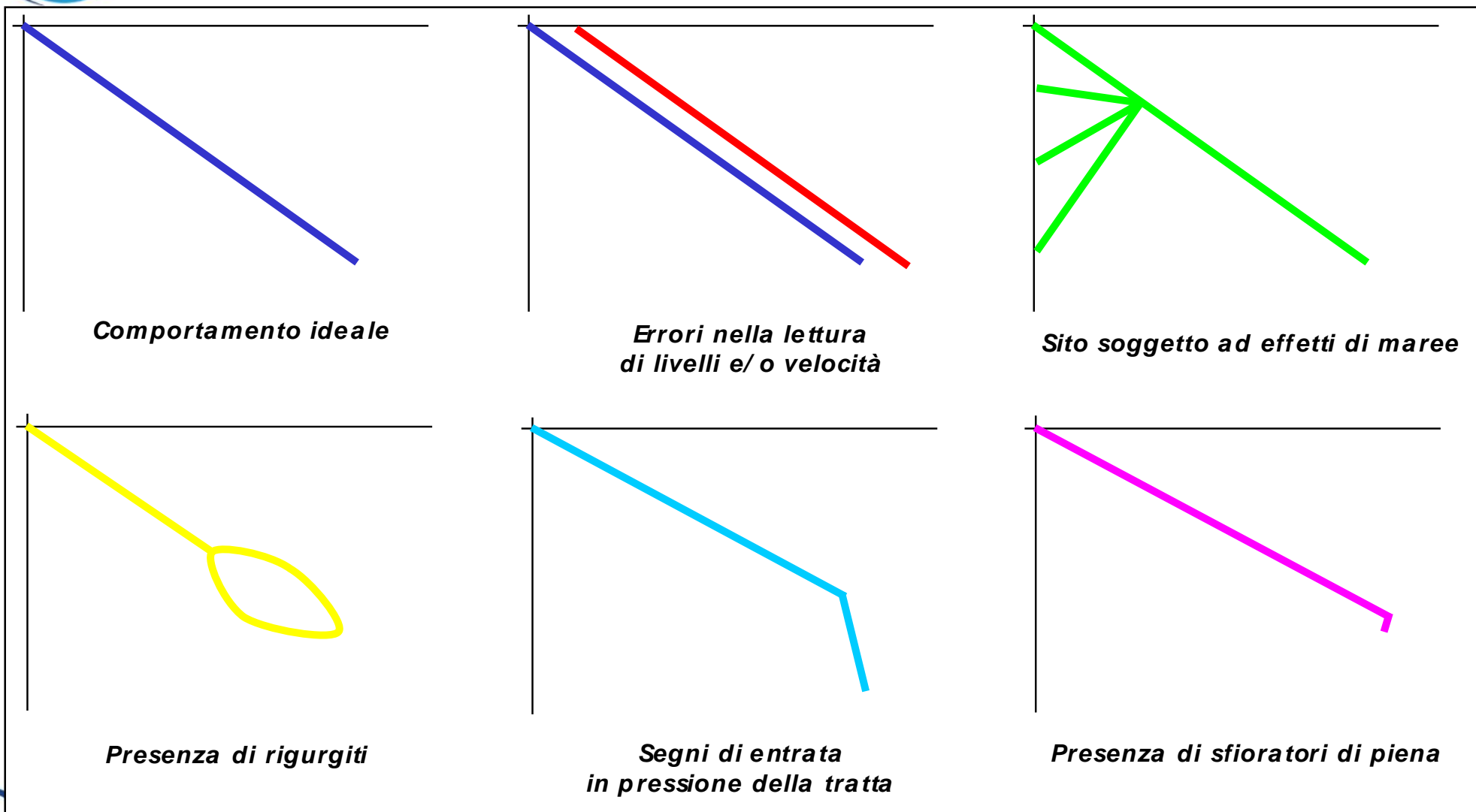
Comportamento in caso di pioggia e di tempo secco



## Comportamento in TEMPO DI PIOGGIA



# ANALISI DEI SEGNALI REGISTRATI (6)



*Comportamento ideale*

*Errori nella lettura di livelli e/ o velocità*

*Sito soggetto ad effetti di maree*

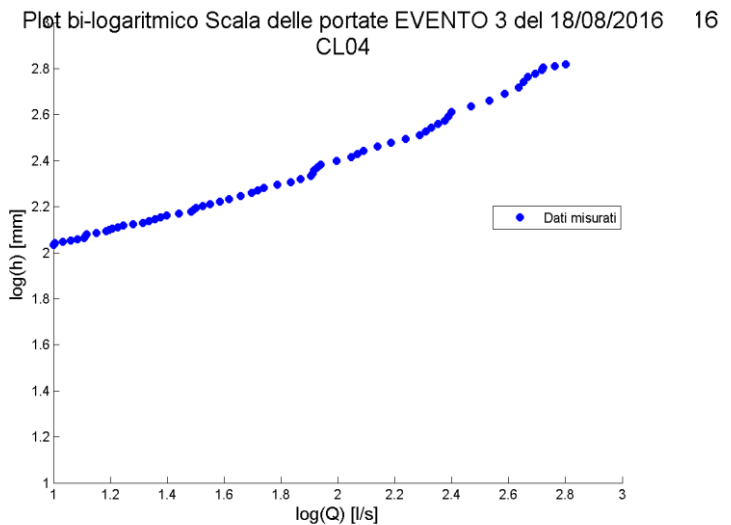
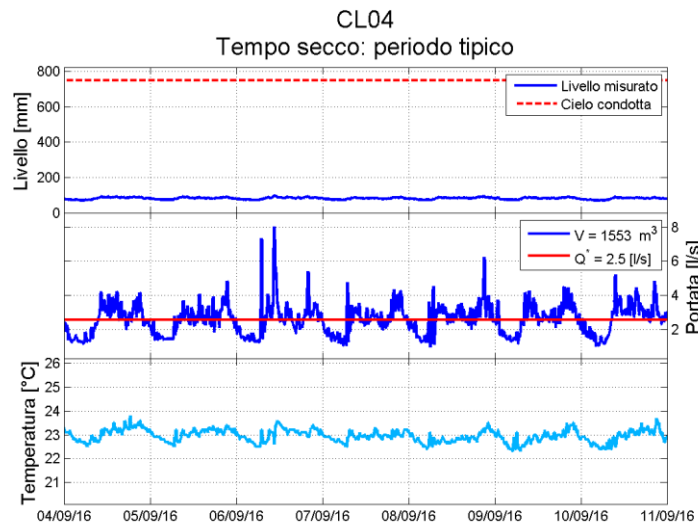
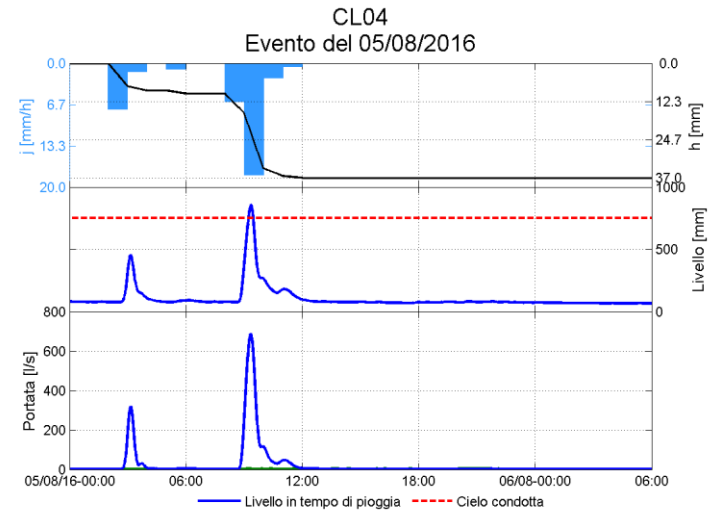
*Presenza di rigurgiti*

*Segni di entrata in pressione della tratta*

*Presenza di sfioratori di piena*

# RISULTATI DELL'ANALISI SEGNALI (1)

## Esempio 1 - Punto di misura CL04 (CERIANO LAGHETTO)

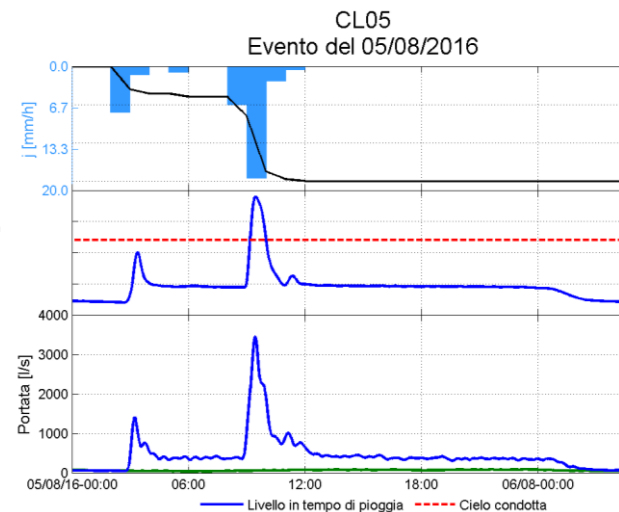
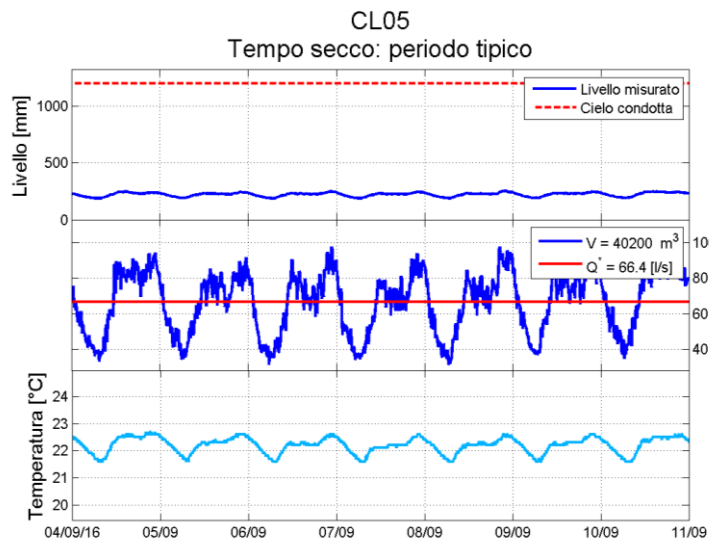


CL D04  $Q_{\min}=1,3 \text{ l/s}$

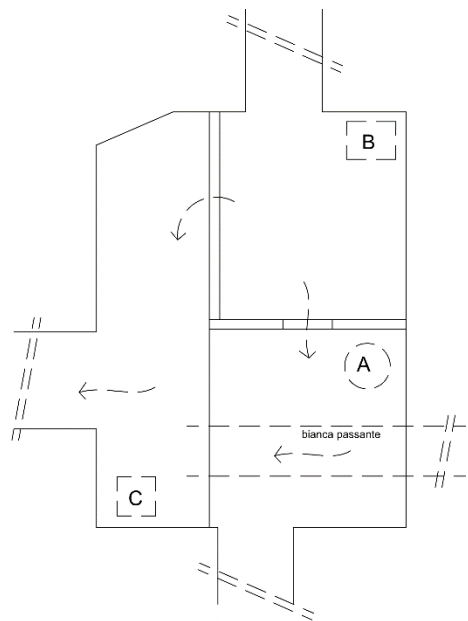
Curva delle portate simile nei tre eventi.

# RISULTATI DELL'ANALISI SEGNALI (2)

## Esempio 2 - Punto di misura CL05 (CERIANO LAGHETTO)



CL05  $Q_{min}=35,2$  l/s  
CL D05  $Q_{min}=33,1$  l/s

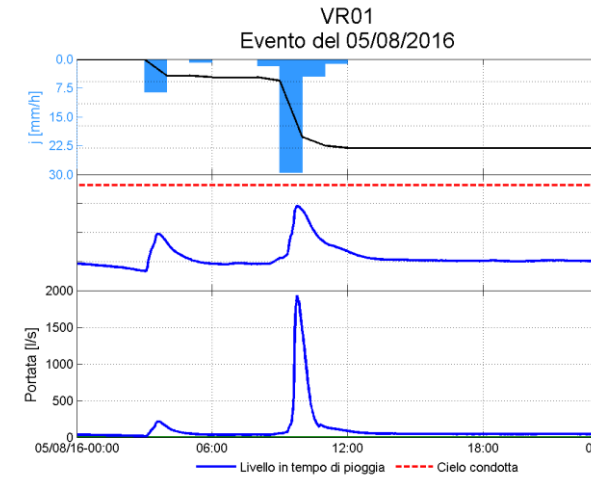
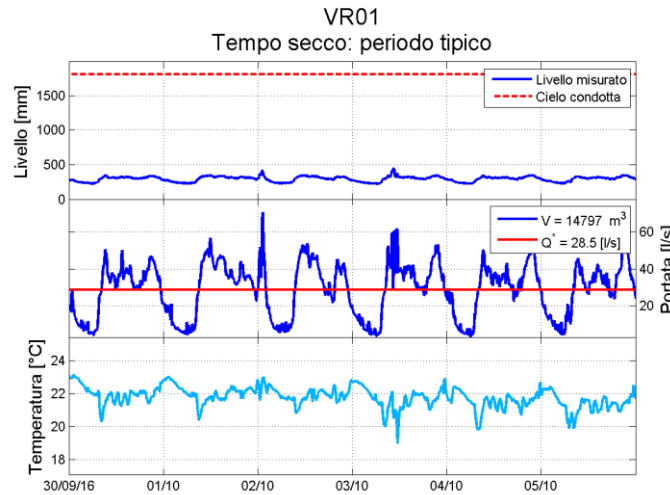


A valle del punto di misura è presente uno sfioratore con parzializzazione di portata mediante paratia che influenza il deflusso dopo gli eventi di pioggia (lento esaurimento).



# RISULTATI DELL'ANALISI SEGNALI (3)

## Esempio 3 - Punto di misura VR01 (VAREDO)

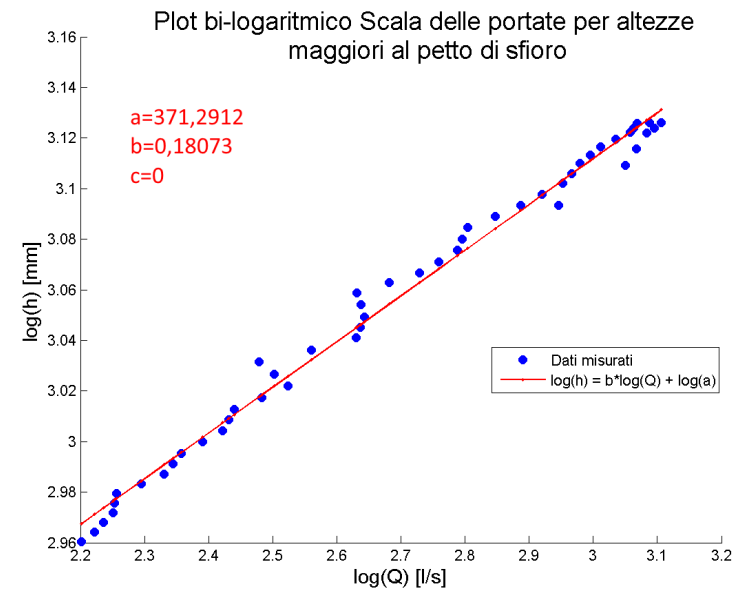
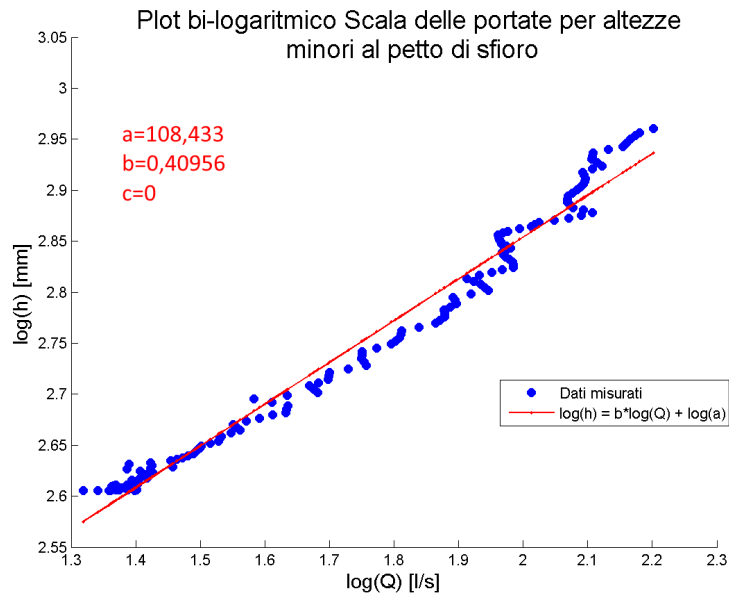
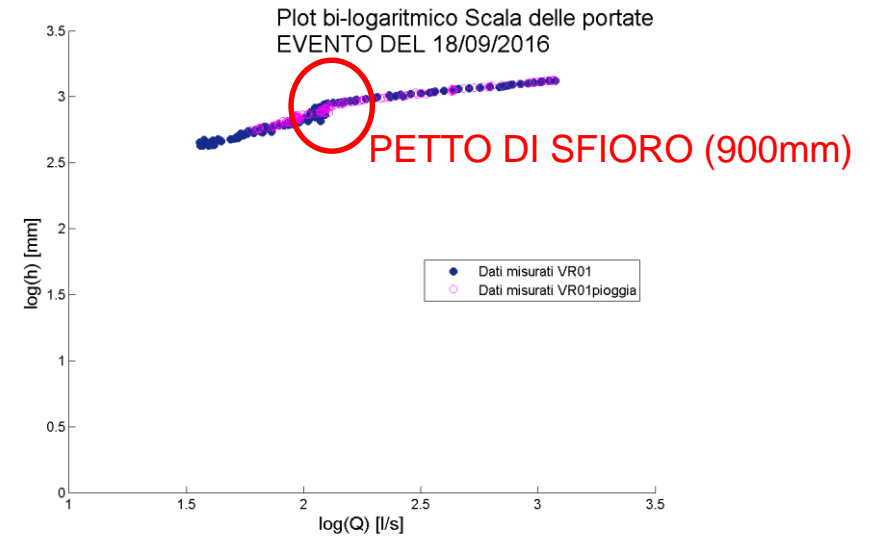
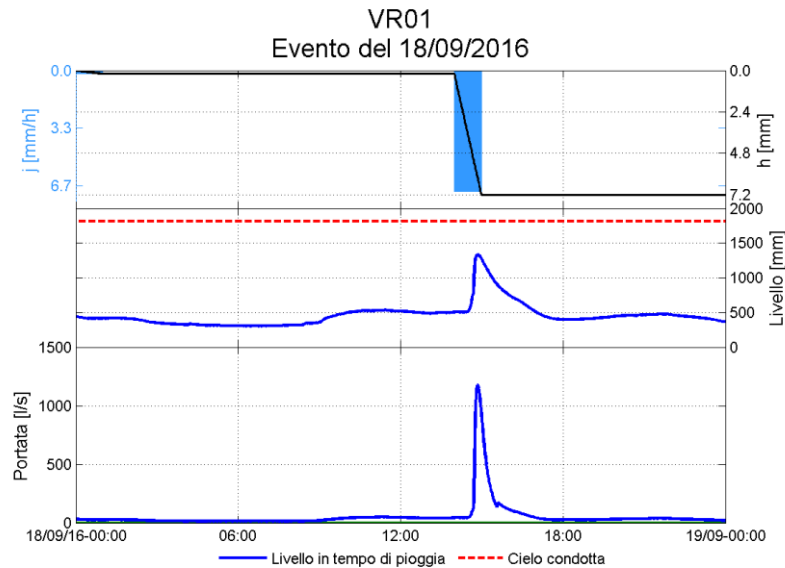


VR01  $Q_{min}=5$  l/s  
VR D01  $Q_{min}=1,9$  l/s



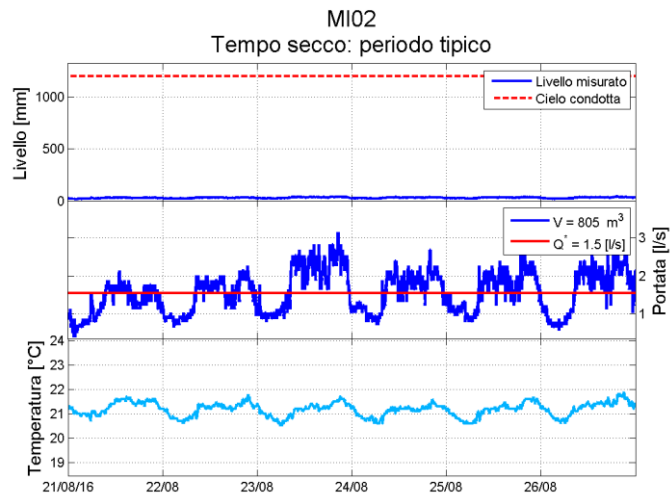
Installazione di 2 misuratori di portata.

# RISULTATI DELL'ANALISI SEGNALI (4)



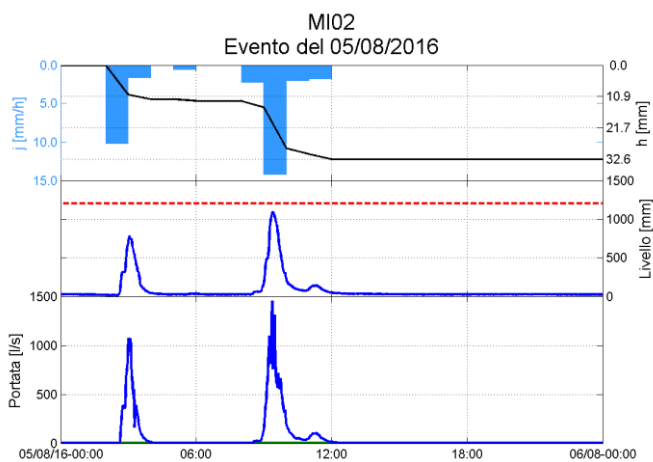


## Esempio 3 - Punto di misura MI02 (MISINTO)

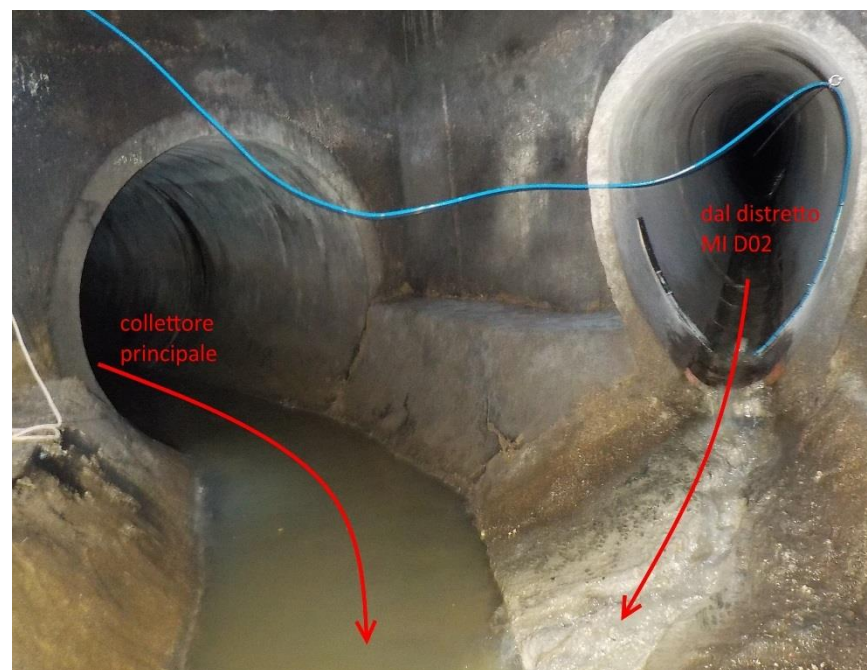


Livelli bassi in tempo di secco che lambiscono appena il sensore con la conseguenza di scarsa attendibilità della misura della velocità.

MI D02 Q<sub>min</sub>=0,8 l/s



Rigurgito in tempo di pioggia trovandosi vicino alla confluenza tra due condotte.





grazie a tutti per l'attenzione