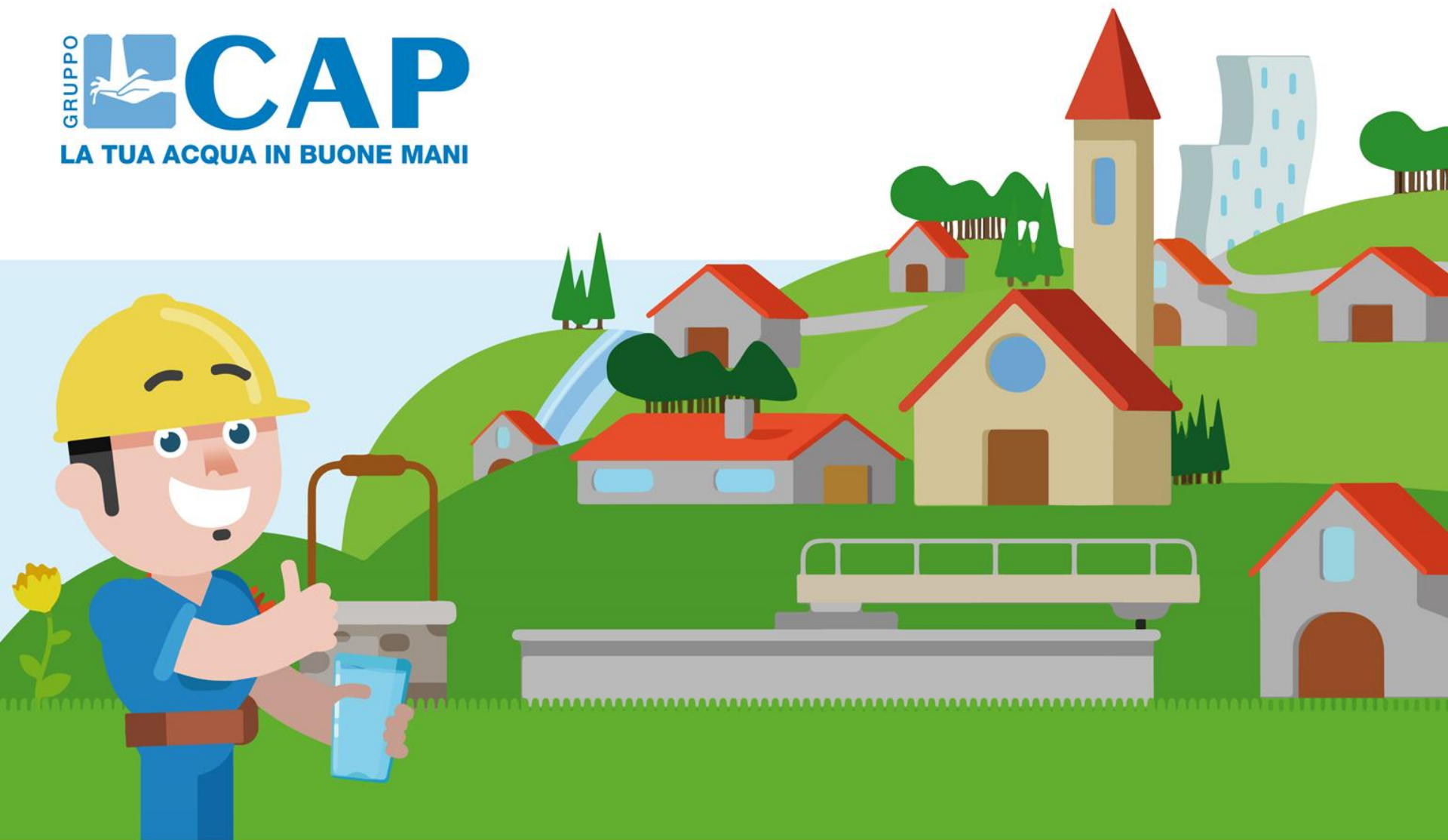


# ACQUE PARASSITE METODOLOGIE DI RICERCA E TECNICHE APPLICABILI PER LA RIDUZIONE

MONITORAGGIO DELLE ACQUE IN  
FOGNATURA – ASPETTI  
QUANTITATIVI E QUALITATIVI



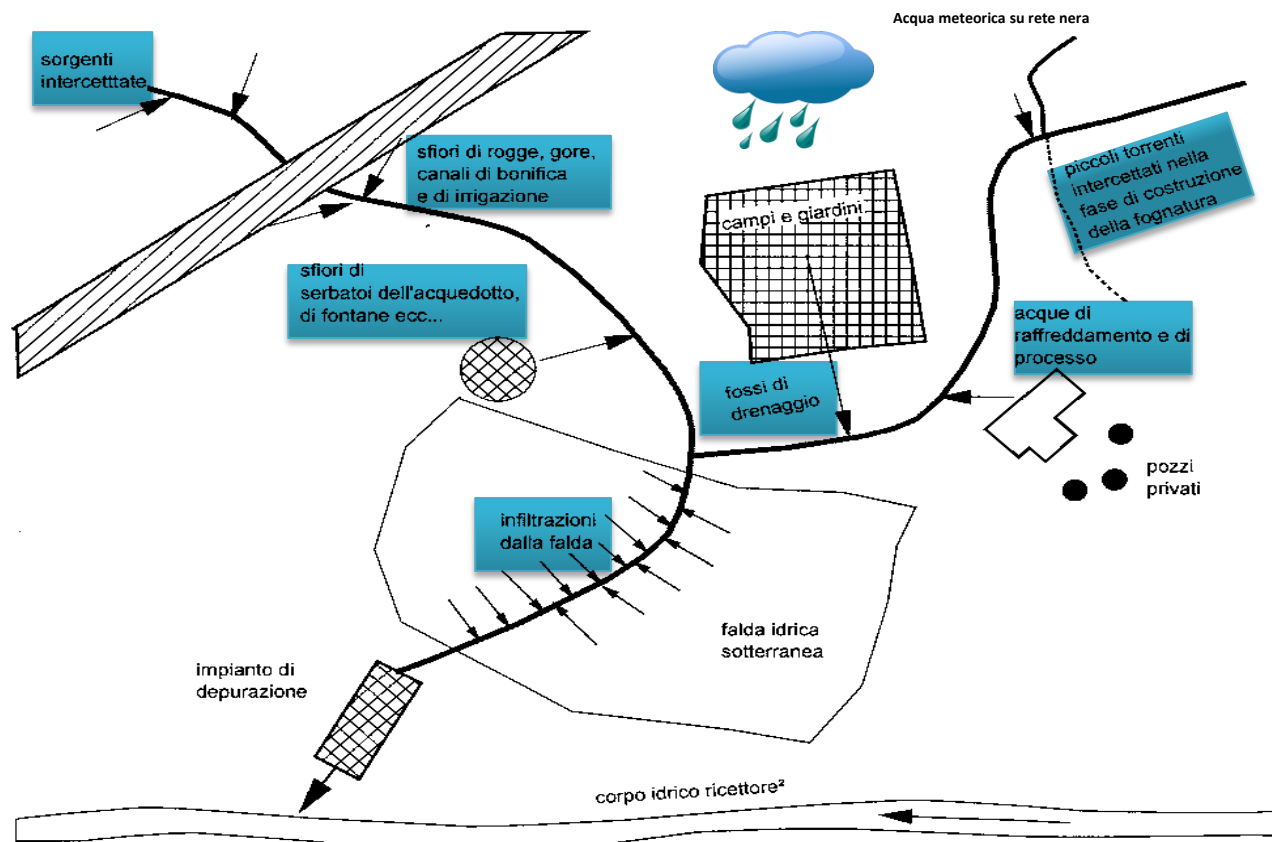


# RICERCA DELLE PORTATE PARASSITE



# ACQUE PARASSITE - DEFINIZIONE

Sono la componente non conforme né per qualità né per quantità al sistema fognario dimensionato  
(Masotti et al., 2005)





# ACQUE PARASSITE - CONSEGUENZE

## Conseguenze *infiltrazioni*:

- Sovrastima portata nera;
- Riduzione efficienza impianto di depurazione;
- Riduzione della capacità di smaltimento dei collettori fognari;
- Funzionamento stazioni di sollevamento in condizioni non prossime a quelle di progetto;
- Sfiore delle portate in condizioni di tempo secco;
- Aumento costi energetici, gestionali, depurativi e legali;

## Conseguenze *exfiltrazioni*:

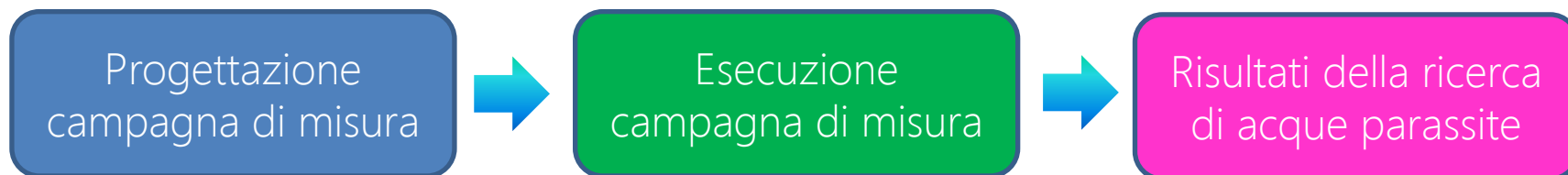
- Inquinamento di tipo diffuso di acquiferi sotterranei confinati e non confinati;

## *Benefici attività di ricerca e riduzione portate parassite*

- Miglioramento delle funzionalità idrauliche del sistema reti/depurazione
- risparmio energetico agli impianti di sollevamento
- minore usura delle pompe installate
- riduzione dei costi di manutenzione
- beneficio ambientale (Costi di pulizia fossati e terreni soggetti ad esondazione, vertenze legali, ecc.)
- riduzione del costo di depurazione



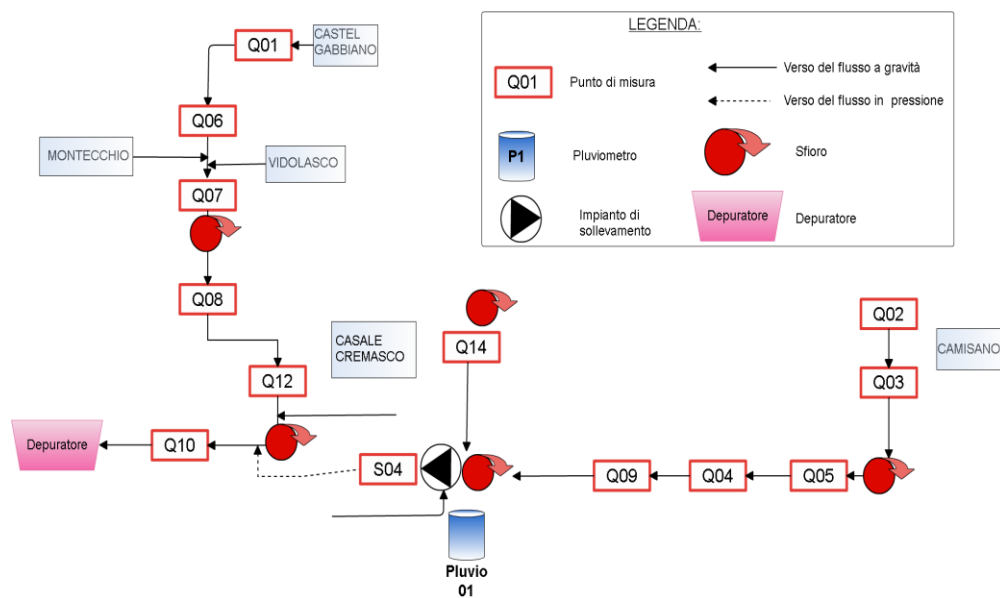
# METODOLOGIA DI RICERCA



- Individuazione cartografica dei distretti 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 per la registrazione in continuo di livello idrico, velocità e portata.
- Verifica a cadenza periodica di tutti i punti di misura.
- 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 dei microdistretti fognari interessati da una maggior criticità nei confronti delle acque parassite.
- Redazione dell'elaborato grafico, su scala opportuna, con indicazione cartografica dei punti di misura eseguiti e della mappatura delle criticità per ogni microdistretto fognario.



# PROGETTO DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO



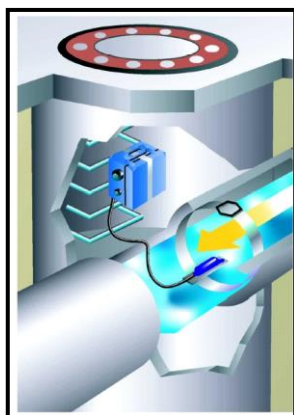
Distretto Fognario	Tipo	Punti di misura
Q D01	testa	Q01
Q D02	testa	Q02
Q D14	testa	Q14
Q D03	interno	Q03 - Q02
Q D04	interno	Q04 - Q05
Q D05	interno	Q05 - Q03
Q D06	interno	Q06 - Q01
Q D07	interno	Q07 - Q06
Q D08	interno	Q08 - Q07
Q D09	interno	Q09 - Q04
Q D10	interno	Q10 - (Q12+S04)
Q D12	interno	Q12 - Q08
S D04	interno	S04 - (Q14+Q09)





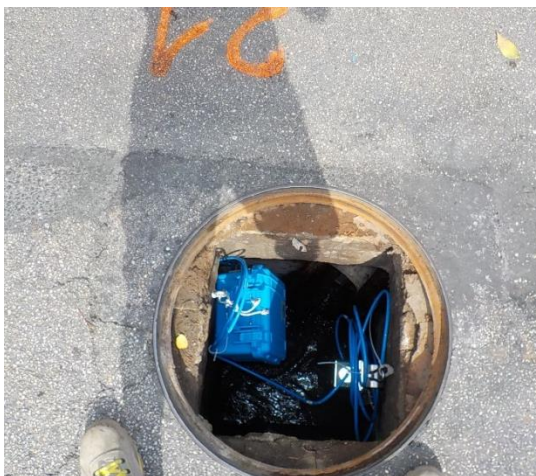
# STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

- La strumentazione portatile area – velocity basa la determinazione della portata sulla misura della velocità del reflu 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.
- Pluviometro a bascula per la registrazione degli eventi meteorici durante la campagna di monitoraggio.



# ATTIVITA' DI CAMPO (1)

**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 :** registrazione in continuo del livello idrico, velocità, portata e temperatura del refluo.





## ATTIVITA' DI CAMPO (2)

- L'esecuzione delle misure è effettuata sulla base del progetto della campagna di monitoraggio;
- Si procede con l'apprestamento dei punti di misura mediante l'ausilio di una squadra operativa composta da 2/3 persone 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;
- 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".



## ATTIVITA' DI CAMPO (3)

**Verifica monitoraggio:** per controllare lo stato di funzionamento del punto di misura, del livello energetico della strumentazione ed eseguire il download provvisorio dei dati registrati.



**Rimozione della strumentazione:** al termine del periodo di monitoraggio previo controllo sul campo della bontà del segnale registrato in ogni punto di misura.



# ANALISI DEI SEGNALI (1)

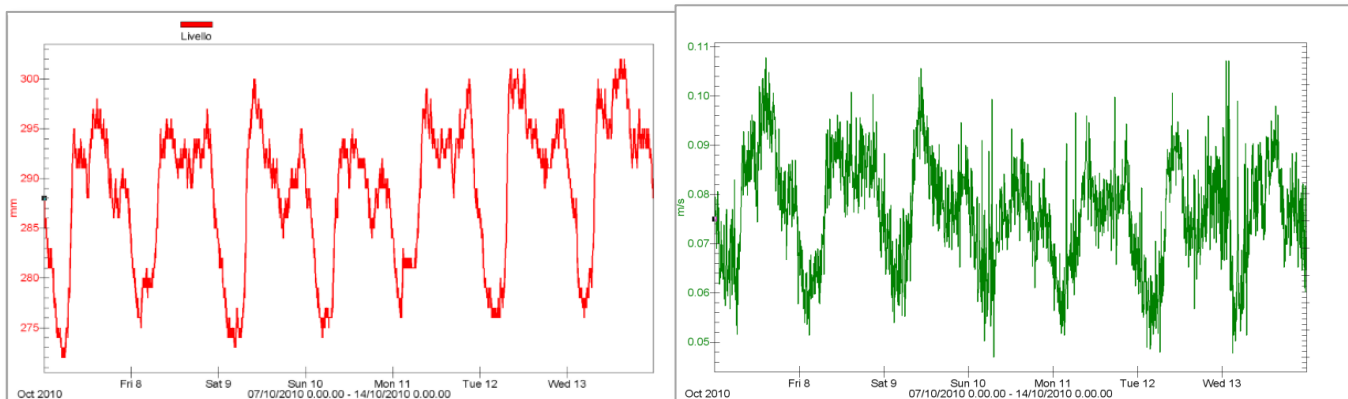
- Per ogni segnale registrato è stata messa a punto un'analisi mediante il software di calcolo denominato **EWAS®** (*Extraneous Water Analysis Software*) per la determinazione del bilancio idrico per il distretto afferente e le possibili acque parassite.

Analisi  
preliminare  
livello e velocità

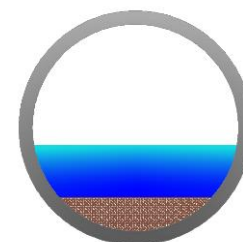
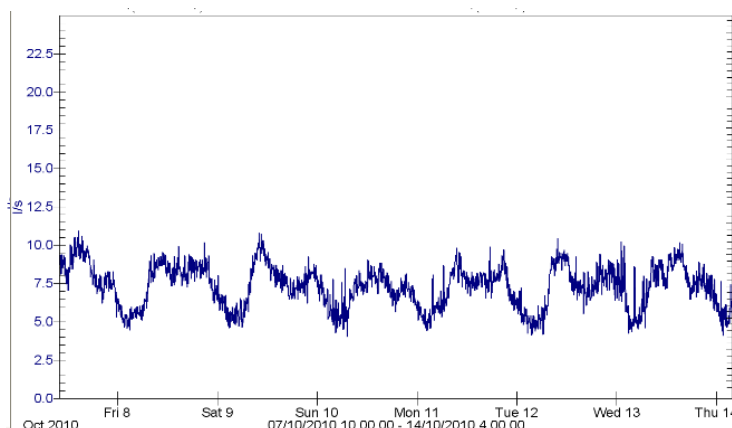
Flow conversion

Elaborazione  
segnale

Valutazione  
minimo  
notturno

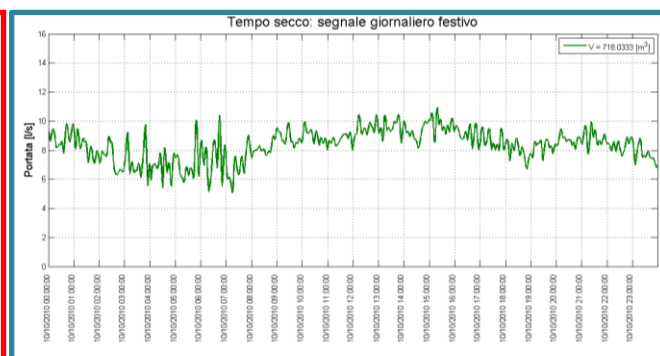
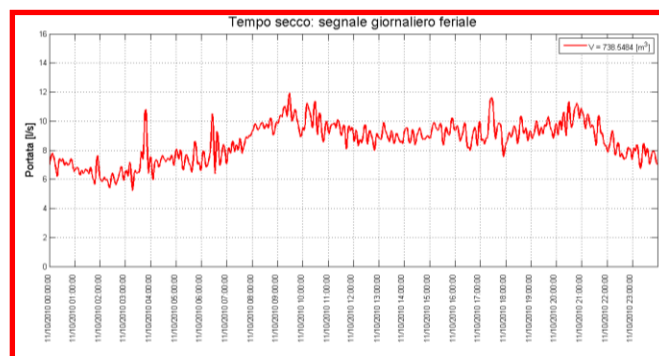
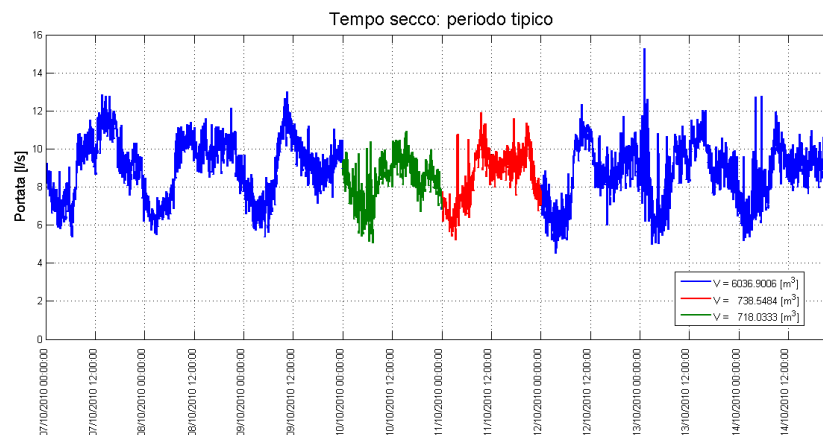
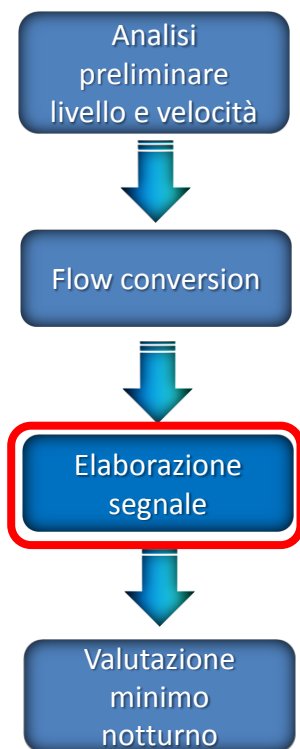


$$Q = A_{\text{liquida}} \cdot v_{\text{media}}$$





# ANALISI DEI SEGNALI (2)





# ANALISI DEI SEGNALI (3)

Analisi  
preliminare  
livello e velocità



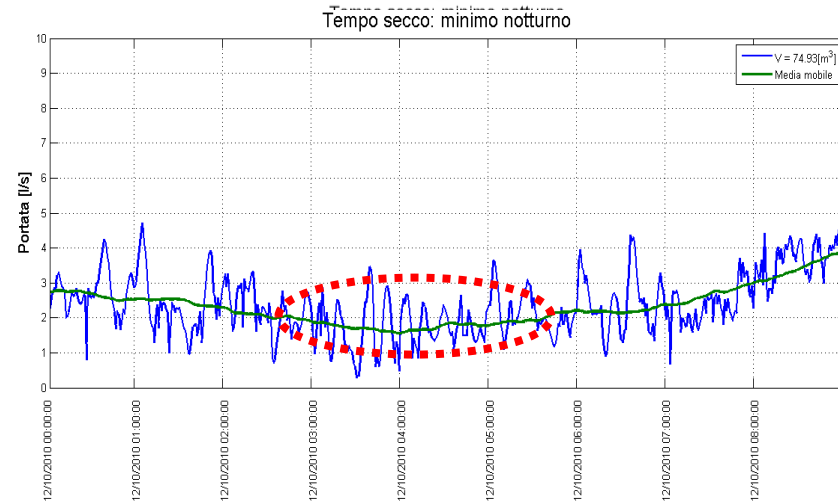
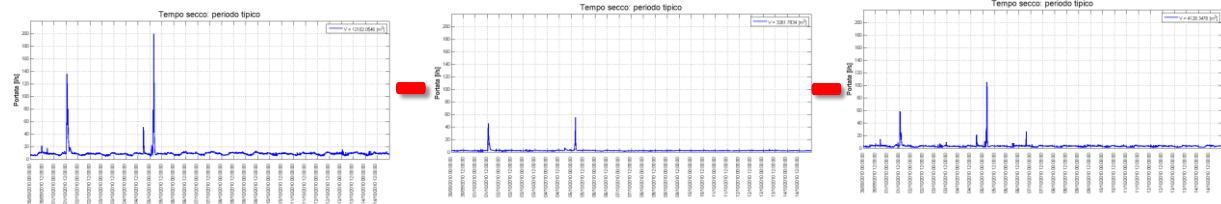
Flow conversion



Elaborazione  
segnale



Valutazione  
minimo  
notturno







# MACRO-DISTRETTUALIZZAZIONE

## 2013-MACRO

Campagna di ricerca acque parassite a scala di **macrobacino** nelle reti afferenti agli impianti di Cossato, Massazza, Biella

- ✓ **76** strumenti *area- velocity*
- ✓ periodo di monitoraggio in continuo pari a circa 40 giorni

MNF critici

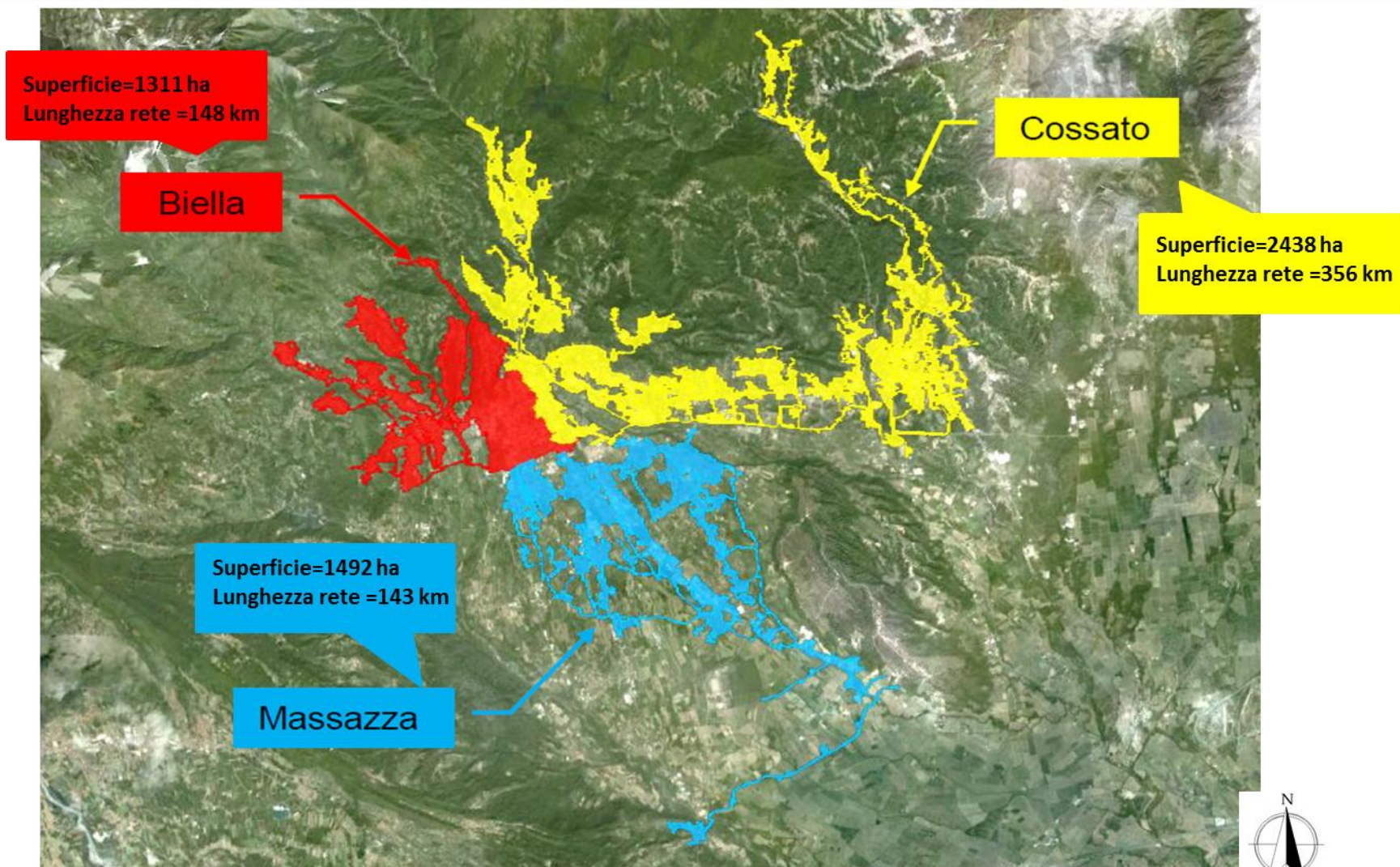
## 2016-micro

Campagna di ricerca acque parassite a scala di **microbacino** nel bacino fognario di Cossato

- ✓ **87** strumenti *area- velocity* nel **solo Comune di Cossato**
- ✓ **5** strumenti di **rilievo qualità** del refluo
- ✓ periodo di monitoraggio in continuo pari a circa 60 giorni

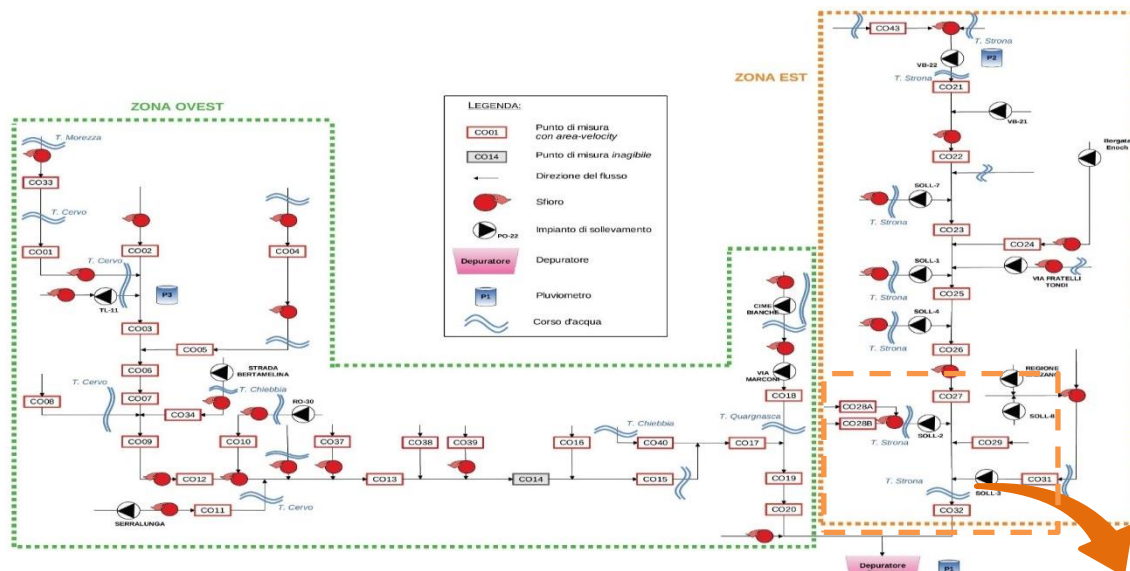


# ESEMPIO APPLICATIVO



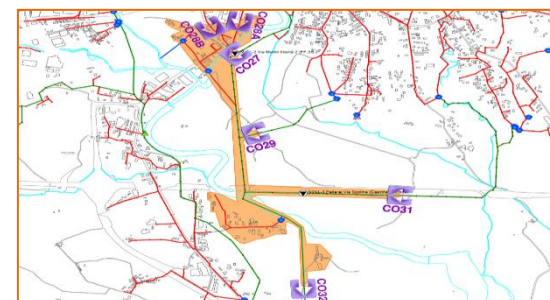


# PROGETTAZIONE MACRO DISTRETTI



Bacino di Cossato	Quantità
Strumenti area-velocity	38
Pluviometro	3

**Esempio di distrettualizzazione Distretto interno CO D32**





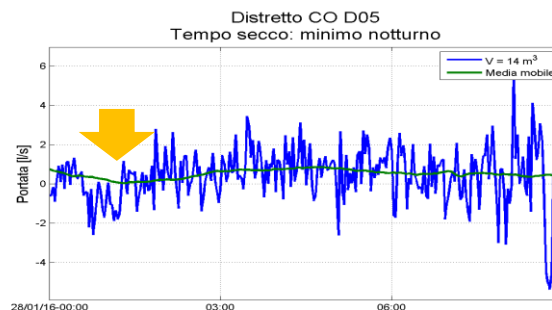


# ESEMPI DI ANALISI DEL SEGNALE

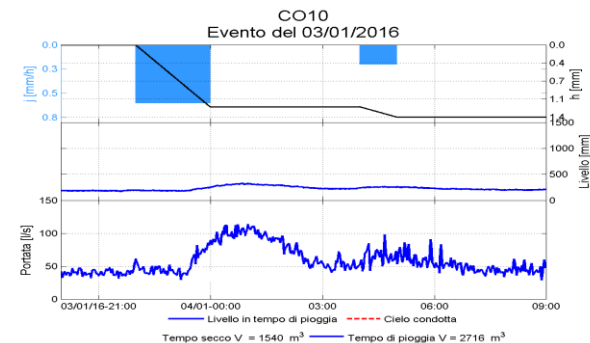
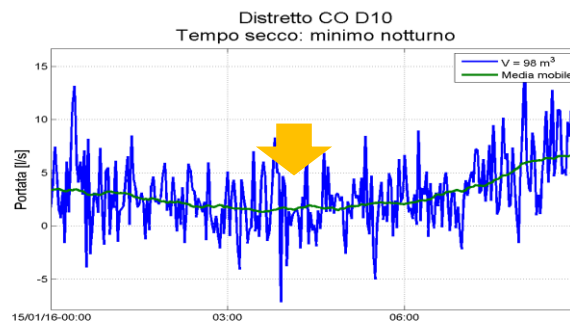
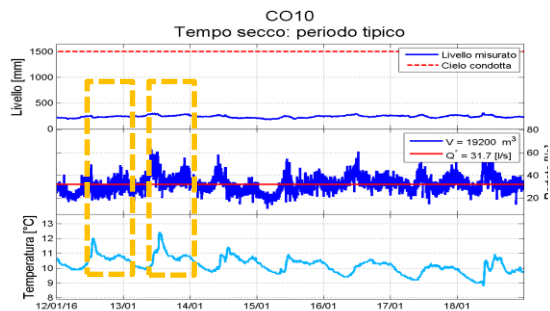
## Tempo secco - Immissioni industriali



## Tempo secco - Portata di minimo



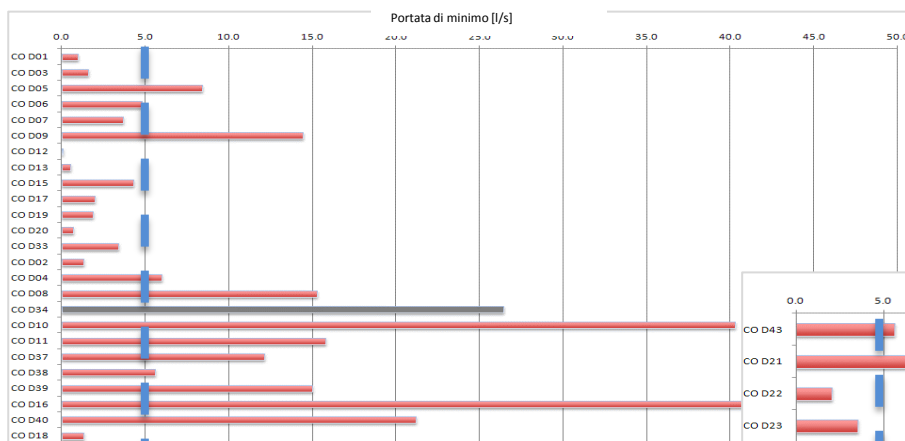
## Tempo di pioggia





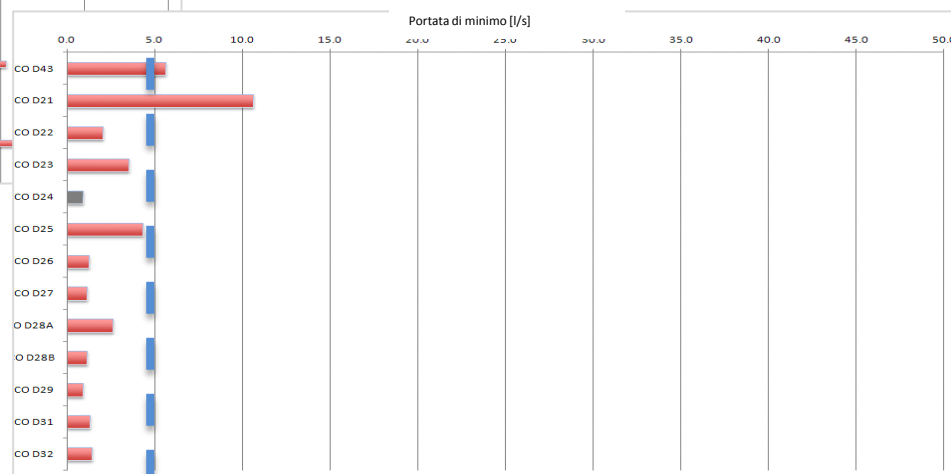
# RISULTATI

## MNF - area Ovest



$Q_{critica} > 5 \text{ l/s}$

## MNF - area Est



**MNF totale= 292.5 l/s**  
**(1053.0 m³/h)**

**INCIDENZA MEDIA AL DEPURATORE : 50%**





# ANALISI COSTI BENEFICI

La soglia di **5 l/s** come limite per la definizione di distretto critico permette di permettere di considerare una portata anomala netta di circa **222.7 l/s** pari al **91.8%** della portata anomala netta totale registrata.

ID distretto	Costo annuo portate anomale/parassite €	Costo ventennale portate anomale/parassite €	Costo interventi di riabilitazione €	Tempo di ammortamento riabilitazione [mesi]
CO D01	19'398	387'967	4'930	3
CO D04	27'482	549'644	21'248	9
CO D05	32'908	658'163	75'560	28
CO D08	60'949	1'218'988	163'998	32
CO D09	180'019	3'600'372	265'119	18
CO D10	165'893	3'317'860	195'959	14
CO D11	43'360	867'204	96'298	27
CO D13	38'608	772'156	128'923	40
CO D15	74'569	1'491'371	280'434	45
CO D16	231'023	4'620'457	249'092	13
CO D17	100'000	2'000'008	202'013	24
CO D21	64'734	1'294'677	134'954	25
CO D32	14'532	290'636	9'860	8
<b>TOTALE</b>	<b>1'053'475</b>	<b>21'069'503</b>	<b>1'828'386</b>	---



# MICRO-DISTRETTUALIZZAZIONE

## 2013-MACRO

Campagna di ricerca acque parassite a scala di **macrobacino** nei Comuni di Cossato, Massazza, Biella

✓ **76** strumenti *area- velocity*

✓ periodo di monitoraggio in continuo pari a circa 40 giorni

MNF critici

## 2016-micro

Campagna di ricerca acque parassite a scala di **microbacino** nel Comune di Cossato

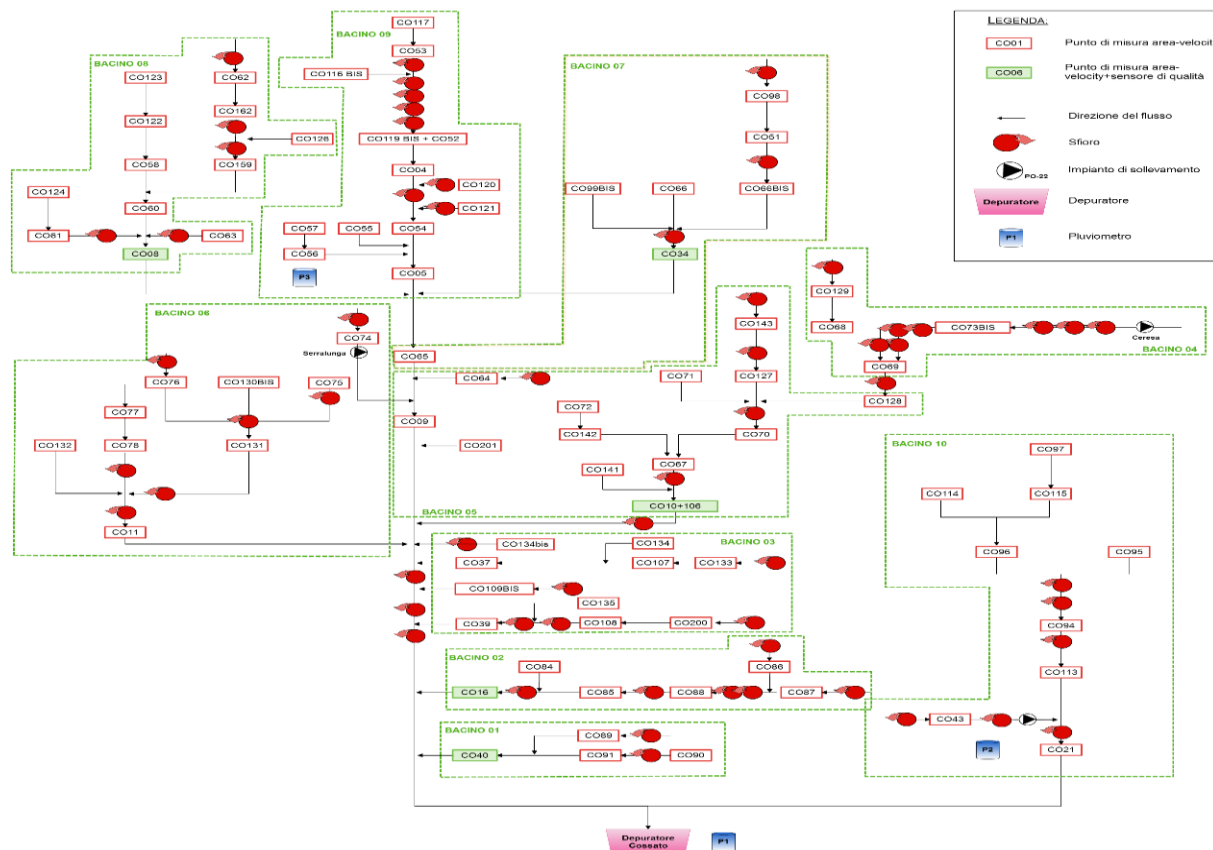
✓ **87** strumenti *area- velocity* nel **solo Comune di Cossato**

✓ **5** strumenti di **rilievo qualità** del refluo

✓ periodo di monitoraggio in continuo pari a circa 60 giorni



# PROGETTAZIONE MICRODISTRETTI

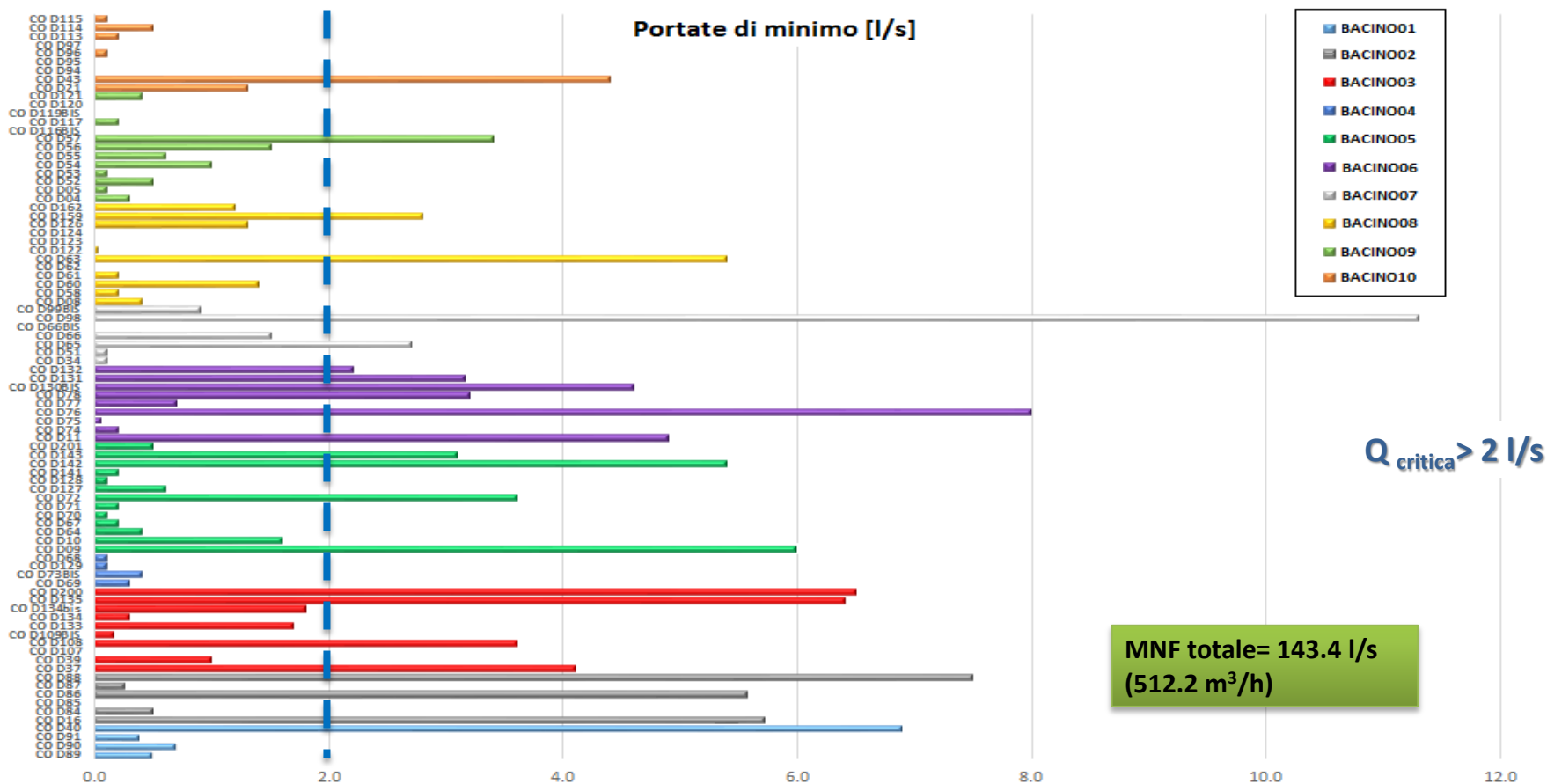


Comune di Cossato	Numero di punti di misura installati
Bacino01	4
Bacino02	6
Bacino03	10
Bacino04	4
Bacino05	13
Bacino06	9
Bacino07	7
Bacino08	12
Bacino09	13
Bacino10	9
Pluviometri	3
<b>Totale punti di misura</b>	<b>87</b>

Comune di Cossato	Numero di strumenti installati
Misuratori di qualità	5



# RISULTATI



Rapportando il contributo di infiltrazione alla portata media registrata in condizioni di tempo secco, pari a **234.4 l/s (843.8 m³/h)** si individua una percentuale di portata parassita a carico del depuratore di circa **61%**.



# MISURE DI QUALITA' (1)

Su **5** punti di misura è stata effettuata una campagna di monitoraggio in continuo all'interno dei pozzetti fognari con **misure di qualità** del refluo per un periodo pari a 30 giorni.

Sono stati monitorati i seguenti parametri:

COD

*Chemical Oxygen Demand*: indica il contenuto totale di sostanze organiche e inorganiche ossidabili e quindi il **grado di contaminazione** dell'acqua.

TSS

*Total Suspended Solids*: rappresentano la parte di **materiale presente in sospensione** separato per filtrazione; fornisce indicazioni sulle metodologie da adottare per lo smaltimento del refluo.

Temperatura

*Temperatura del refluo*: influenza i processi aerobici del refluo e fornisce indicazioni sulla **tipologia** di acqua presente (scarichi di attività antropiche o industriali, piogge, acqua marina etc).

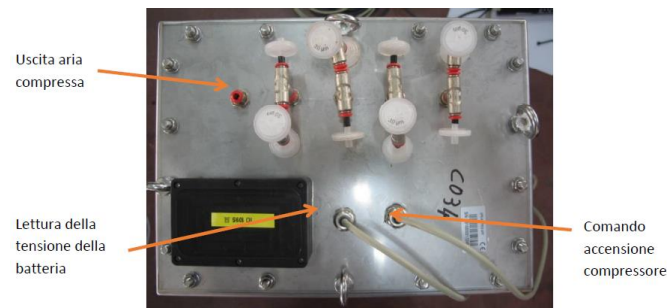






## MISURE DI QUALITA' (2)

La campagna di misura è stata condotta apprestando una sonda spettrometrica quali-quantitativa accoppiata ad un data logger Kaptor della BM Tecnologie Industriali Srl per la registrazione e l'invio in remoto delle registrazioni. L'installazione tipo della strumentazione prevede il posizionamento della sonda spettrometrica sul fondo della condotta ed il data logger nel torrino.



Il sistema apprestato è completamente autoalimentato a batteria ed in sintesi è costituito da:

- sonda spettrometrica
- data logger con invio dati in GPRS
- compressore per la pulizia periodica della sonda
- sistema di batterie

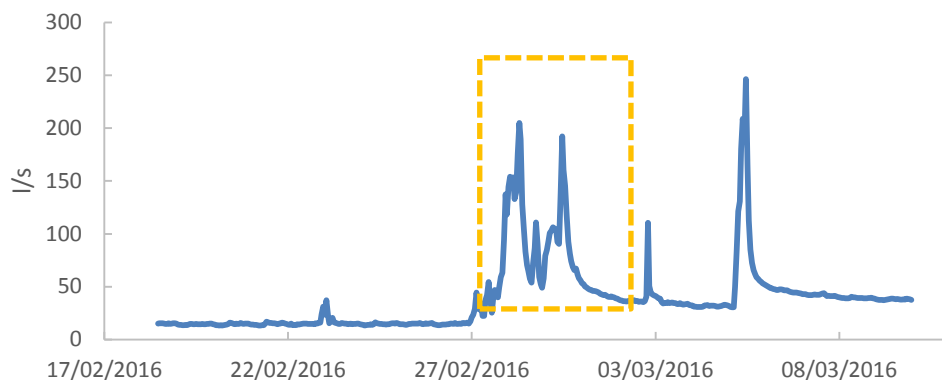
Il sistema consente:

- Campionamento orario
- Durata > 1 mese

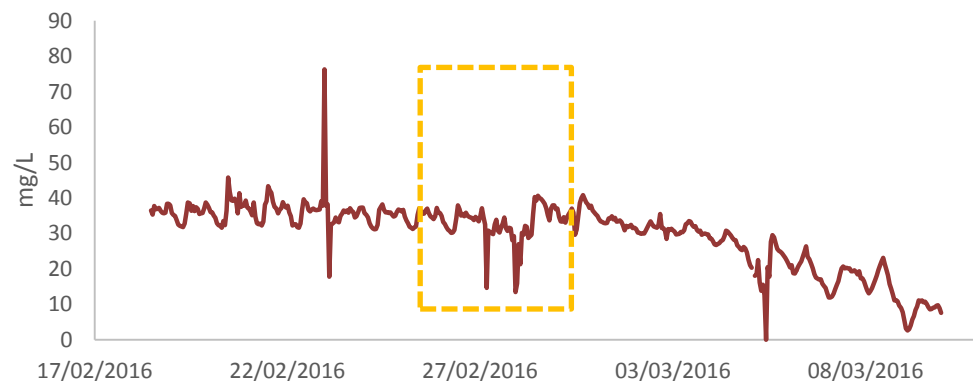


# ANALISI DATI COD

Portata CO40



COD CO40

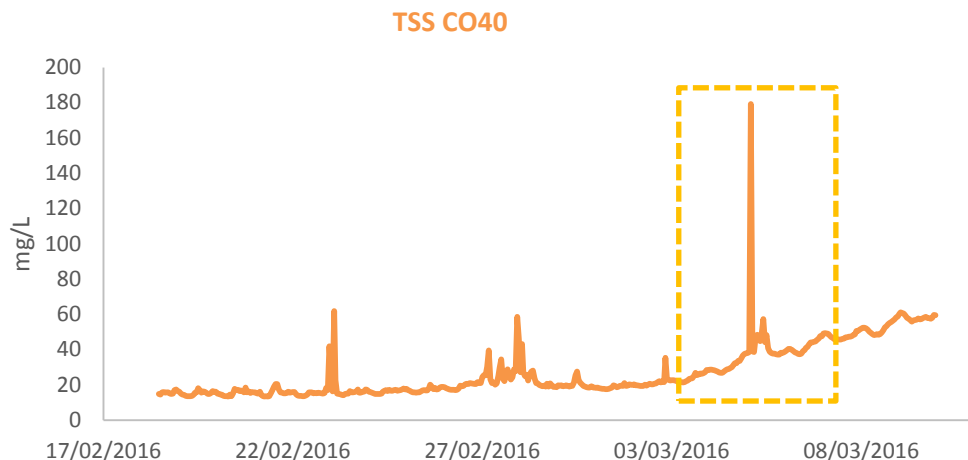


✓ In condizioni di tempo secco il **COD** presenta un andamento tipicamente antropico, con una **periodicità giornaliera** e concentrazioni maggiori nelle ore diurne analogamente al segnale di portata;

✓ Durante gli eventi meteorici si osserva una **diminuzione** di concentrazione di **COD**;



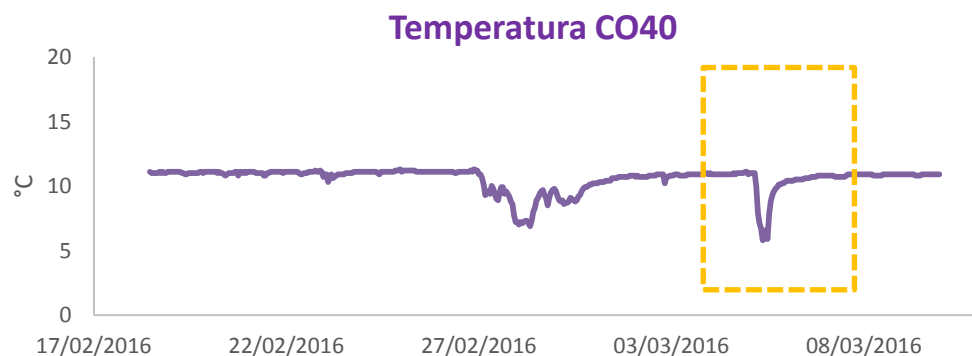
# ANALISI DATI TSS



✓ Stretta **correlazione** tra misure TSS e COD;

✓ Si verifica un **aumento** della **concentrazione** di **TSS** in tempo di pioggia e contestuale diminuzione di temperatura;

✓ L' **aumento** di **TSS** in tempo di pioggia è dovuto verosimilmente ad un apporto di solidi da acqua piovana e da materiale trasportato dalle **infiltrazioni parassite**.





# ANALISI COSTI BENEFICI

Nome del distretto	Costo annuo delle portate parassite (€)	Costo ventennale delle portate parassite(€)	Costo totale interventi di risanamento (€)	Tempo di ammortamento risanamento [mesi]
CO D09	25'059	501'172	138'024	66
CO D108	14'707	294'142	52'446	43
CO D11	19'238	384'770	150'326	94
CO D130BIS	7'358	147'164	6'567	11
CO D131	13'547	270'948	24'418	22
CO D135	28'012	560'247	96'341	41
CO D142	24'862	497'232	129'519	63
CO D143	12'518	250'354	48'614	47
CO D159	12'997	259'947	8'940	8
CO D16	25'233	504'669	100'698	48
CO D200	27'561	551'228	132'108	58
CO D37	16'231	324'617	68'995	51
CO D40	32'058	641'168	40'365	15
CO D43	18'796	375'918	110'184	70
CO D57	14'749	294'986	35'703	29
CO D63	23'524	470'485	62'373	32
CO D72	15'555	311'102	22'750	18
CO D76	26'898	537'955	119'546	53
CO D78	11'414	228'278	55'932	59
CO D86	23'208	464'159	86'185	45
CO D88	33'447	668'936	109'004	39
CO D98	52'938	1'058'757	66'346	15
<b>TOTALE</b>	<b>479'910</b>	<b>9'598'234</b>	<b>1'665'383</b>	---

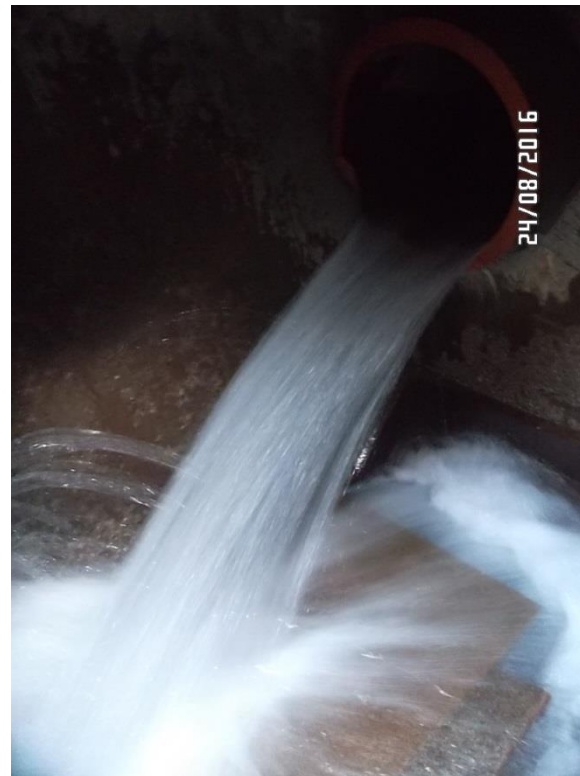


# INTERVENTI RIABILITATIVI

Distretto COD98 - scarico di troppo pieno e pulizia filtri di un impianto di potabilizzazione dell'acqua potabile.



Distretto COD88 infiltrazione di una roggia







# CONTROLLO ATTIVO: MONITORAGGIO PERMANENTE

Al fine di valutare la successiva bontà degli interventi riabilitativi della rete fognaria e, al tempo stesso, garantire e controllare il funzionamento del sistema fognario nei distretti fognari critici sarebbe necessario elaborare un progetto di MONITORAGGIO IN CONTINUO DELLE PORTATE reflue. Tale sistema potrà essere abbinato all'eventuale telecontrollo in uso dall'ente gestore.

La rete di monitoraggio sarà costituita di un complesso di strumenti installati in modo fisso in strutture atte ad accoglierli o all'interno degli impianti di sollevamento.

Con il KAPTOR MULTI B.M. Tecnologie Industriali ha sviluppato ed introdotto sul mercato il primo Data Logger a batteria multifunzione per misure di portata sia su tubazioni piene che su canale aperto.



**KAPTOR MULTI**

## Caratteristiche

Grado protezione IP68 per logger, moduli e sensori

Batteria con LUNGA durata

Sistema compatto e di facile installazione (TUTTO DENTRO PASSO D'UOMO)

Acquisizione dato su memoria interna e SD card

Invio dati via GPRS a sistema remoto

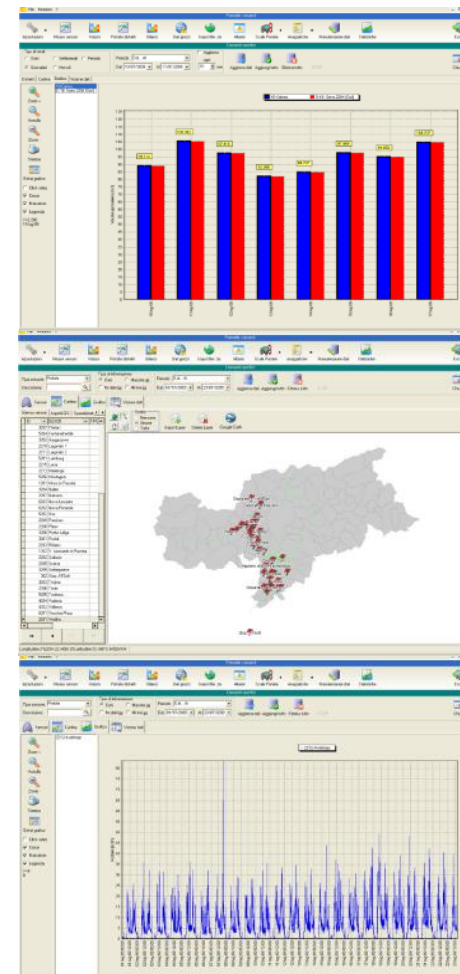


# CONTROLLO ATTIVO: SOFTWARE DI GESTIONE

Lo scopo MONITORAGGIO PERMANENTE DELLE PORTATE è garantire una misura in continuo delle portate reflue finalizzato ad acquisire una conoscenza immediata di eventuali situazioni anomale e di poter avere garanzie sulla corretta ed efficiente gestione delle opere di fognatura.

In particolare:

- monitoraggio delle portate provenienti dagli ambiti fognari esterni a quello in oggetto;
- individuazione di eventuali zone di infiltrazione tramite l'indicazione di valori di soglia nelle letture;
- controllo in continuo delle portate di competenza dei vari bacini fognari;
- controllo di collettori fognari sede di importanti anomalie;
- monitoraggio delle criticità della rete in condizione di eventi piovosi;
- individuazione di eventuali usi impropri della rete.
- oltre a fornire per ogni singolo punto i valori di portata e volume transitanti consente la realizzazione di bilanci di distretto tenendo in considerazione i diversi tempi di corrvazione..



Presentazione a cura di:

Ing. Paolo Ridella  
B.M. Tecnologie Industriali srl

[www.bmtecnologie.it](http://www.bmtecnologie.it)  
[paolo.ridella@bmtecnologie.it](mailto:paolo.ridella@bmtecnologie.it)



SERVIZIO IDRICO INTEGRATO

