



ANIE
AUTOMAZIONE



**Il sistema di regolazione e controllo di
Metropolitana Milanese per
l'ottimizzazione energetica, il controllo
delle perdite e la gestione avanzata
della pressione nella rete idrica di
Milano.**

Emilio Lanfranchi, MM

Marco Fantozzi, Studio Marco Fantozzi

Emilio Benati, Fast



MARCO FANTOZZI

Innovative Solutions to Leverage
Performance in Water Industry



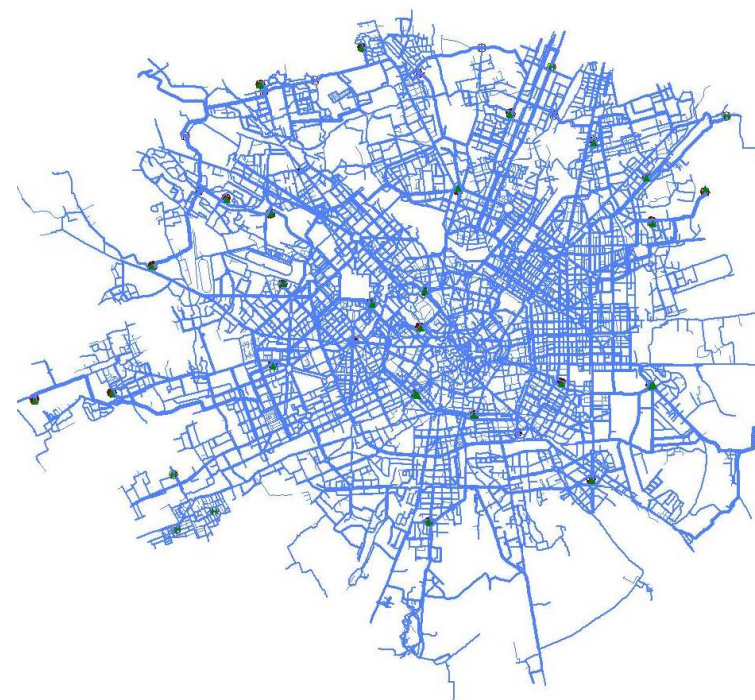
Acquedotto di Milano

ANIE
AUTOMAZIONE



- Popolazione servita 1.3 M residenti e 0.7 M fluttuanti
- Volume erogato 227'938'865 mc
- Area Servita Comune di Milano
- Lunghezza rete attuale 2'250 km
- Utenze 50'000

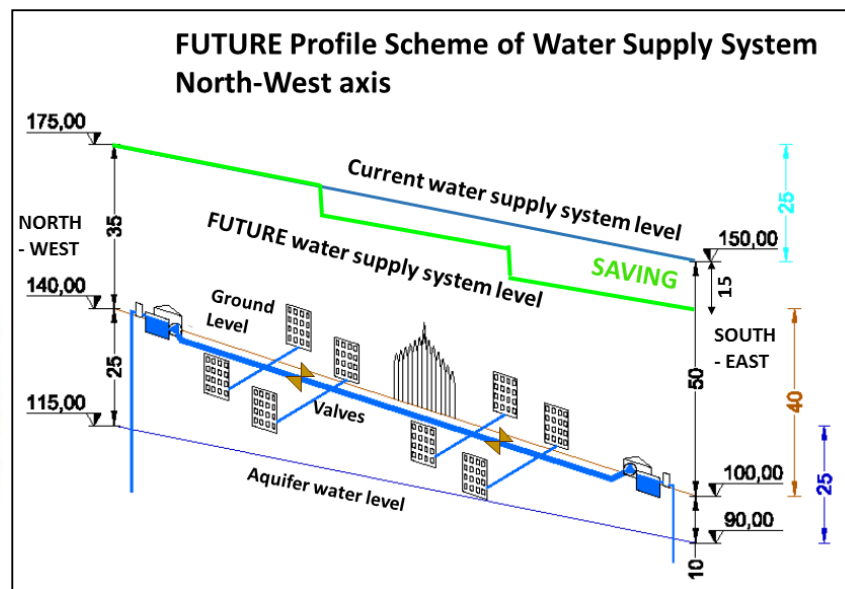
- Numero Pozzi in funzione: 450 (30 campi pozzi)
- Numero centrali funzionanti: 29 (100 pompe)
- Punti telecontrollati in rete (P e Q): 27
- Tipologia di impianti di trattamento: 29
 - filtri a carboni attivi (22)
 - torri di aerazione (6)
 - osmosi inversa (1)



Acquedotto di Milano



- Dislivello geodetico= 40 m
- Gradiente acquifero= 25 m
- Dislivello piano piezometrico= 25 m
- Dislivello medio da contrastare per le centrali di pompaggio = 60 m



- Consumo di energia elettrica
= 100 milioni kWh/anno
cui corrispondono
16 milioni €/anno
(è la voce principale di costo)

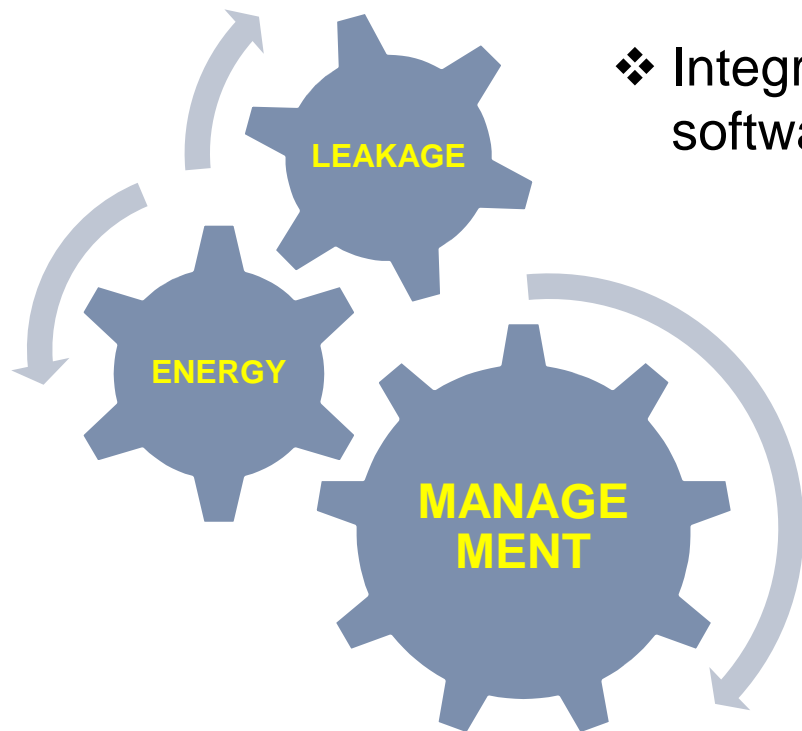


La Strategia

- ❖ Metodologia IWA
- ❖ Audit energetici
- ❖ Modello Matematico
- ❖ Integrazione del modello con software di analisi perdite
 - ❖ Implementazione di un controllo avanzato di Gestione delle Pressioni
 - ❖ Sviluppo di Decision Support Systems
 - ❖ Test delle tecnologie AMR, Noise Logger e SmartBall
 - ❖ Piano di Cambio dei Contatori d'Utenza e Ricerca Perdite Occulte

Analisi

Progetti



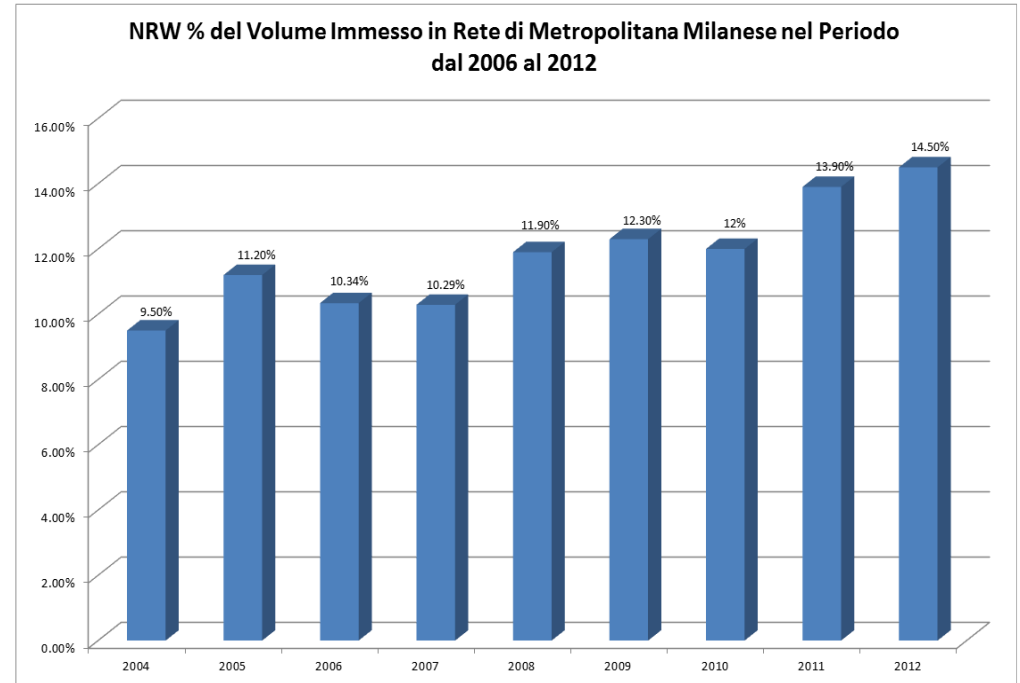
Approccio IWA

Approccio IWA
- Bilancio idrico
- Indicatori di performance

- ❖ % NRW non del tutto rappresentativo (valore < 40% : media nazionale)
- ❖ TREND NEGATIVO

Software PIFastCalcs per il calcolo del Bilancio Idrico

'LEAKS' Suite of LEAKAGE EVALUATION and ASSESSMENT KNOW-HOW SOFTWARE																		
WATER BALANCE AND PERFORMANCE INDICATORS PROGRAM 'PIFastCalcs'																		
ANNUAL WATER BALANCE CALCULATION IN IWA STANDARD FORMAT, WITH 95% CONFIDENCE LIMIT 5																		
Standard			Version 4a			31/08/2010			Metropolitana Milanese			© ILMSS Ltd						
Data entry			Defaults			Calculated Values			From other Worksheet									
Note: Calculations should be based on a 12-month period for all aspects of the worksheet to function correctly																		
Currency = Euro																		
Volume units = MI and m ³																		
Do most customers have storage tanks? No																		
Date 31st August 2010																		
95% Confidence Limits, Variance & Top 5 Priorities for Action to improve calculation																		
ADDITIONAL INFORMATION ON BULK METERING: RESIDENTIAL CONSUMPTION AND NRW % BY VOLUME AND VALUE																		
Reliability Band	Recorded volume in period		Systematic Error Correction		Correction to metered volume		MI		95% Confidence Limit, +/- %		Variance		Priority for Action		% of System Input Volume		BULK METERING	
	MI	%	MI	%	MI	%	MI	%	MI	%	MI	%	MI	%	MI	%	MI	%
***	229796.2	0.00%	0.0	0.00%	229796.2	1.0%	1374591	2	100.0%	Based on	30	meters						
	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	2.0%	0	0.0%	Based on	0	meters							
	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	1.0%	0	0.0%	Based on	0	meters							
	229796.2	0.00%	0.0	0.00%	229796.2	1.0%	1374591	100.0%	Based on	30	meters							
	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	2.0%	0	0.0%	Based on	0	meters							
	229796.2	0.00%	0.0	0.00%	229796.2	1.0%	1374591	100.0%	Based on	30	meters							
	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	2.0%	0	0.0%	Based on	0	meters							
	229796.2	0.00%	0.0	0.00%	229796.2	1.0%	1374591	100.0%	RESIDENTIAL CONSUMPTION									
***	BACM1: Billed Authorised Consumption: Metered	Small Res	Type 0	meter lag	196545.0	2.0%	4022313	1	85.6%	Residents	MI in period	litre/day						



OBIETTIVO

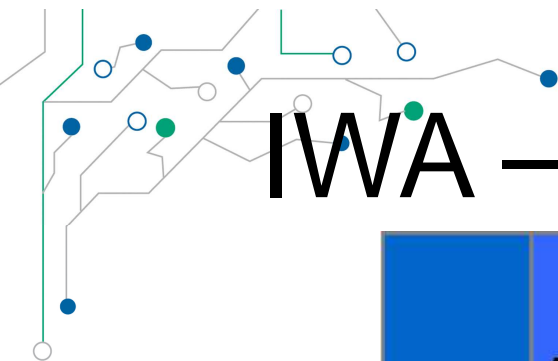
❖ Litri/presa/giorno ≈ 1000

❖ Infrastructure Leakage Index

$$ILI = \frac{CARL (Perdite Reali)}{UARL (Perdite Inevitabili)} > 8 : \text{CLASSE D}$$



CLASSE C (WBI) «Scarsa gestione delle perdite; tollerabile solo se l'acqua è abbondante e poco costosa. Analizzare comunque il livello e la natura delle perdite e intensificare gli sforzi per la riduzione delle perdite»



IWA – Non Revenue Water

Volume Immeso in Rete System Input Volume	Consumi Autorizzati	Consumi Autorizzati Fatturati	Consumo Fatturato Misurato	Revenue Water
			Consumo Fatturato Non Misurato	
	Perdite Idriche	Consumi Autorizzati Non Fatturati	Consumo Non Fatturato Misurato	Acqua Non Fatturata Non Revenue Water
			Consumo Non Fatturato Non Misurato	
		Perdite Apparenti	Consumo Non Autorizzato	
			Imprecisione dei Contatori Clienti	
Perdite Reali		Perdite nella Rete di Trasporto e di Distribuzione		
		Perdite e Sfiiori dai Serbatoi		
		Perdite dalle Prese d'Utenza fino al Contatore		

GESTIONE
PERDITE
REALI



- Gestione pressione
- Gestione tubi e asset
- Controllo attivo perdite
- Velocità e qualità riparazioni

GESTIONE
PERDITE
APPARENTI



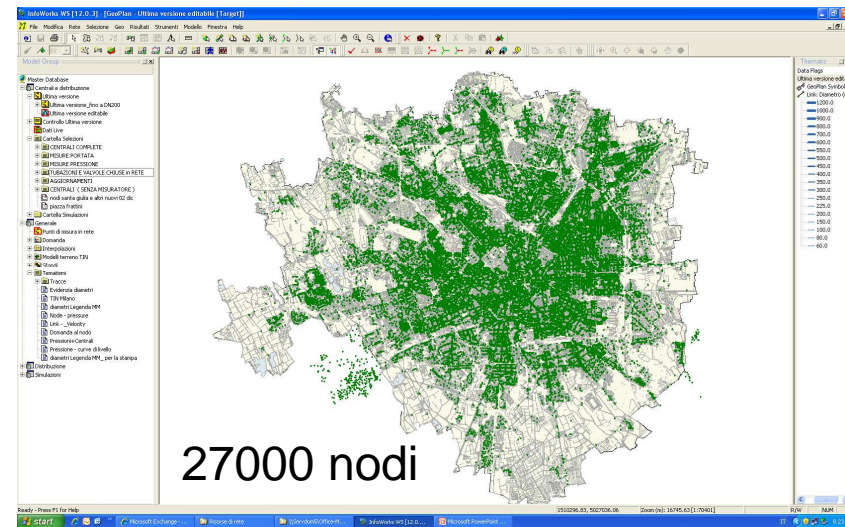
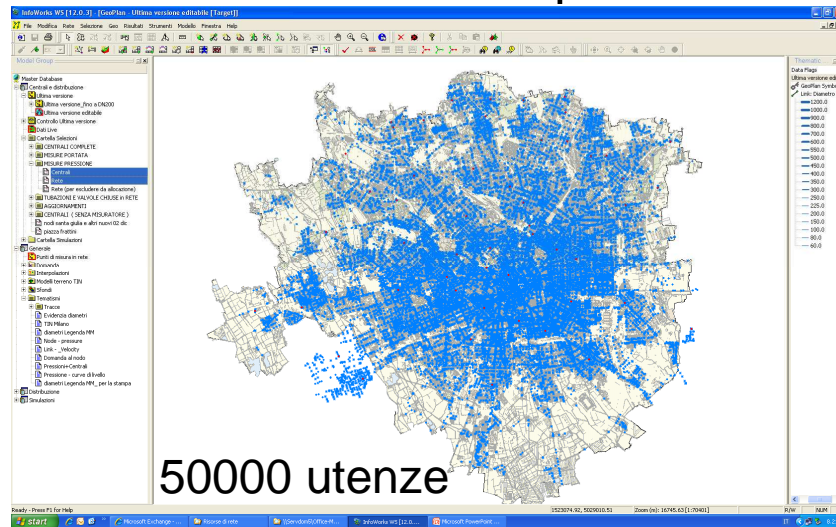
- Riduz. Prelievi non autorizzati
- Svecchiamento contatori
- Maggior qualità precisione
- Corretto dimensionamento
- AMR

65 % volume NRW : 1'200'000 €/anno
(costo marginale 0.06 €/mc)

35 % volume NRW : 5'800'000 €/anno
(prezzo medio vendita 0.6 €/mc)

Il Modello Matematico

- Rappresentazione delle caratteristiche fisiche ed idrauliche di tutto il sistema acquedotto → Simulazioni comportamento idraulico ed energetico



- Progettare nuovi rete e verificare le reti esistenti in diversi scenari

Ex-post: Rottura tubazione DN 700 v.le Zara, Interferenze idrauliche tra centrali, miscelazione delle sostanze disciolte lungo la rete e/o proveniente da centrali

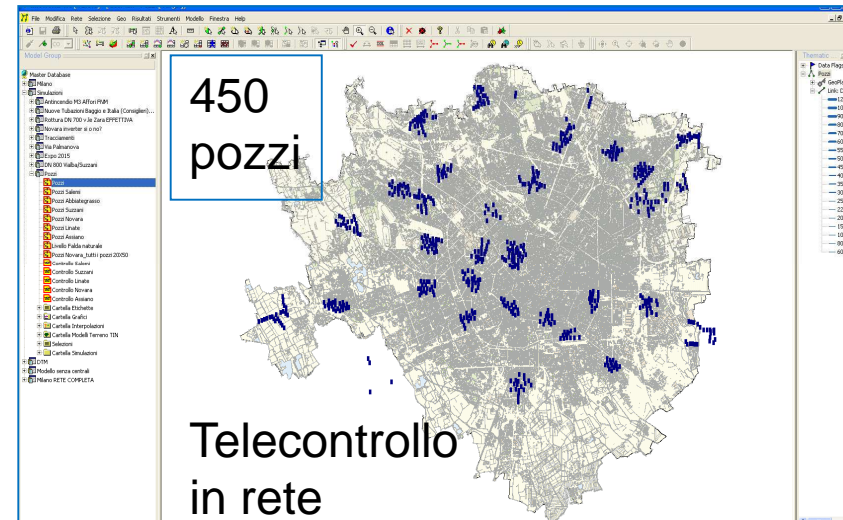
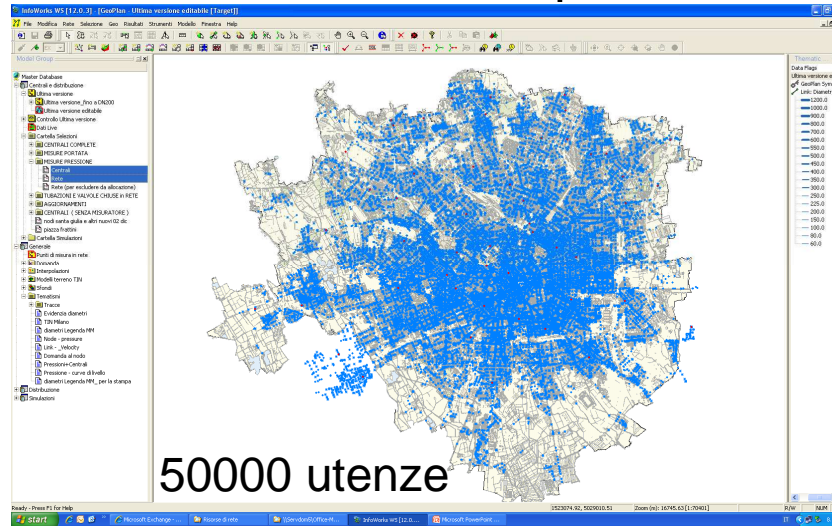
Ex-ante: Nuova tubazione DN 800 Vialba-Salemi-Suzzani, Alimentazione Expo 2015, alimentazione PII Cascina Merlata, alimentazione impianti antincendio nuove stazioni metropolitana

Il Modello Matematico

- Rappresentazione delle caratteristiche fisiche ed idrauliche di tutto il sistema acquedotto



Simulazioni comportamento idraulico ed energetico



- Simulazioni di ottimizzazione

- energetica (gestione pressione e logiche di avviamento)
- ma anche utilizzo delle fonti di maggior qualità dell'acqua

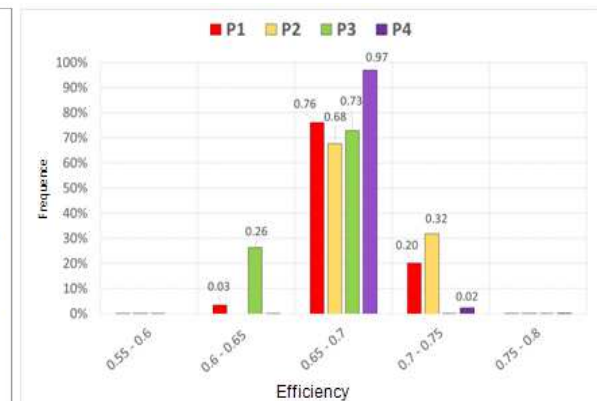
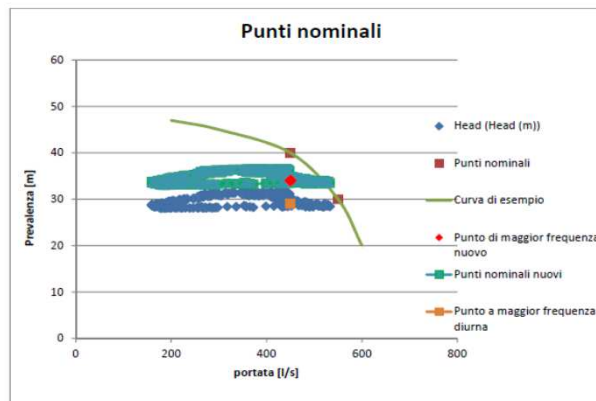
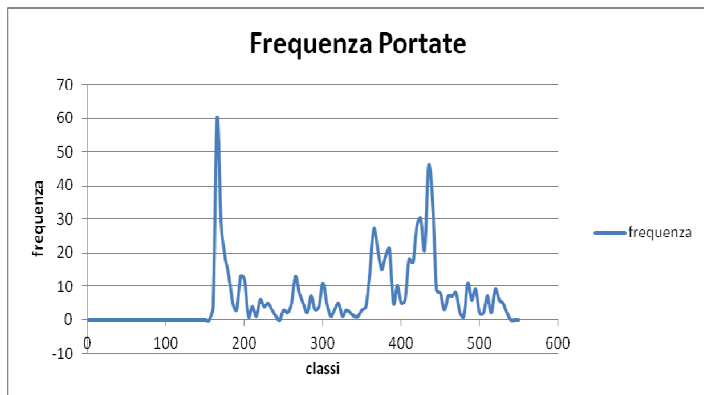
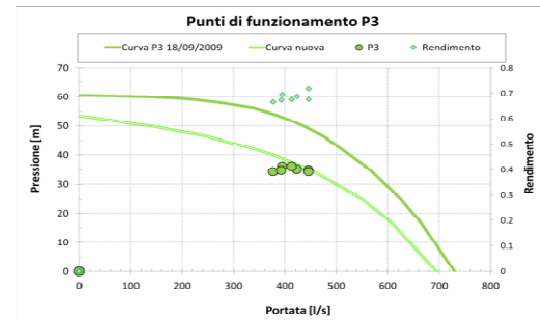
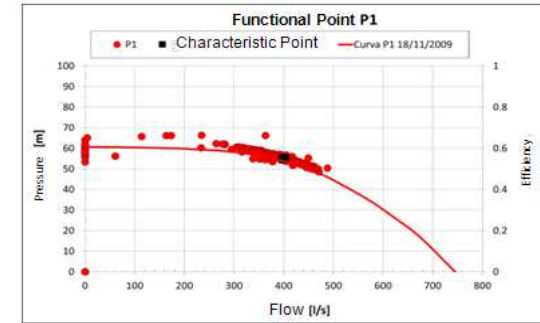


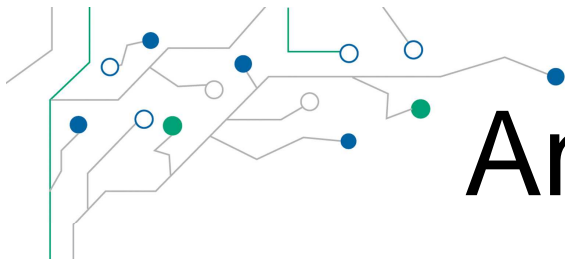
Analisi Energetiche

- Creazione delle **curve caratteristiche** :
 - scostamento dalla curva nominale
 - verifica dimensionamento pompe

- Monitoraggio **efficienze** di lavoro e loro **frequenza**

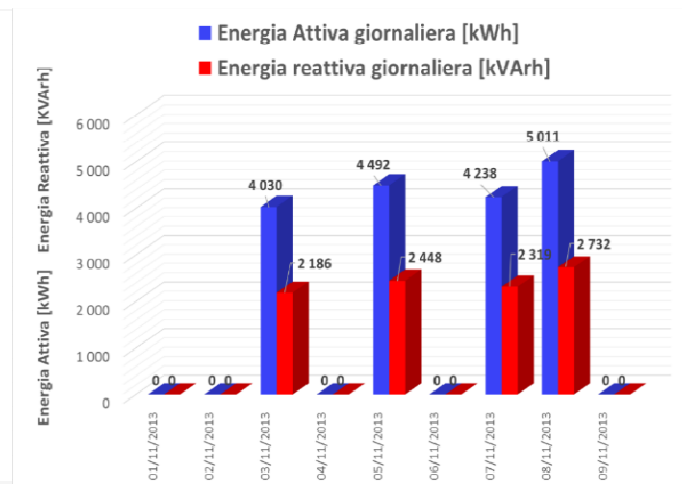
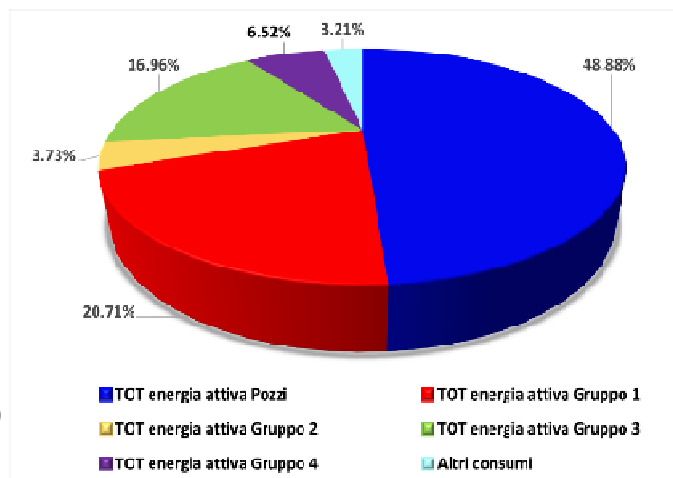
- **Dimensionamento** in funzione delle reali necessità con attenzione ai punti di lavoro con maggiore efficienza



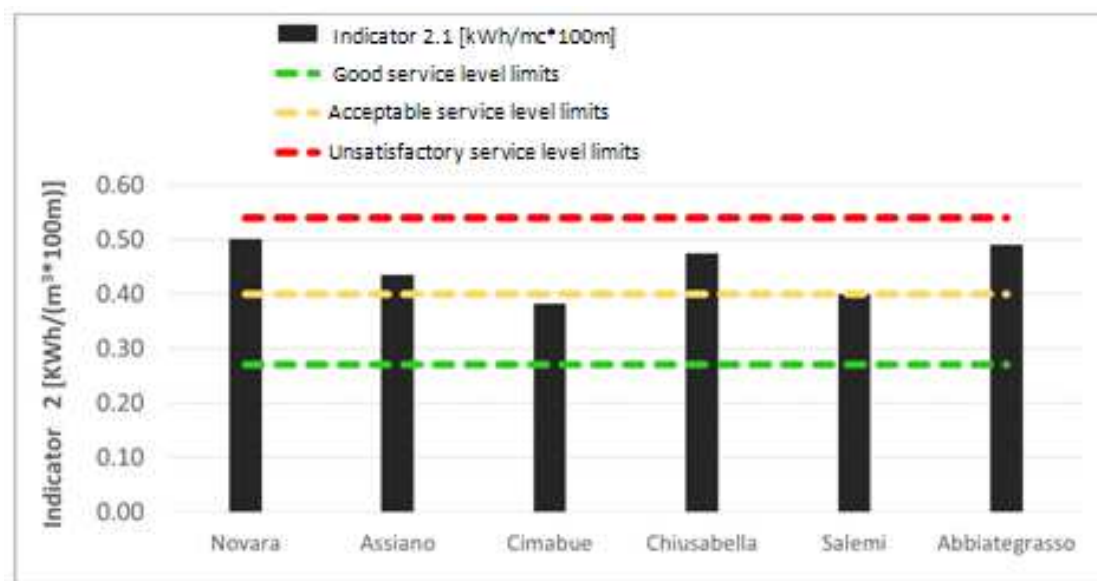


Analisi Energetiche

- **Energia Reattiva Vs Energia Attiva:** ~50%
- **Analisi per componenti del sistema di pompaggio**



- **Indicatori di Efficienza Energetica di riferimento** [KWh/m³·100m] (Mamade A., 2014)



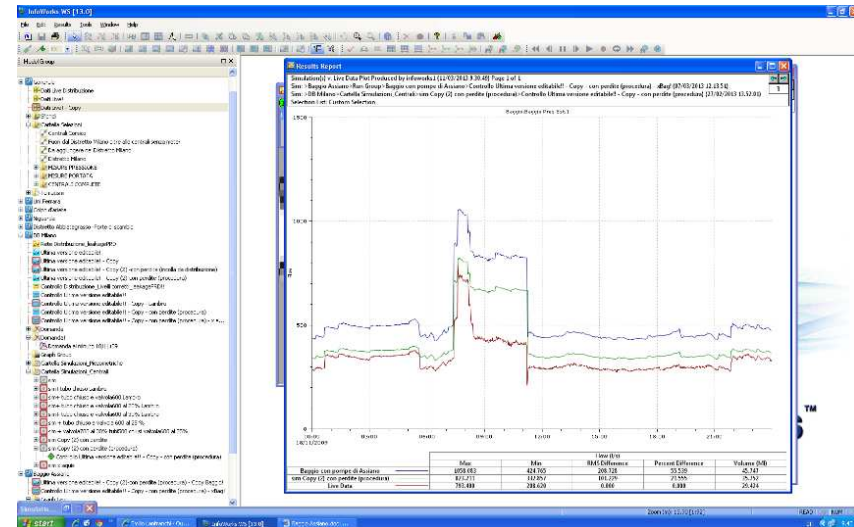
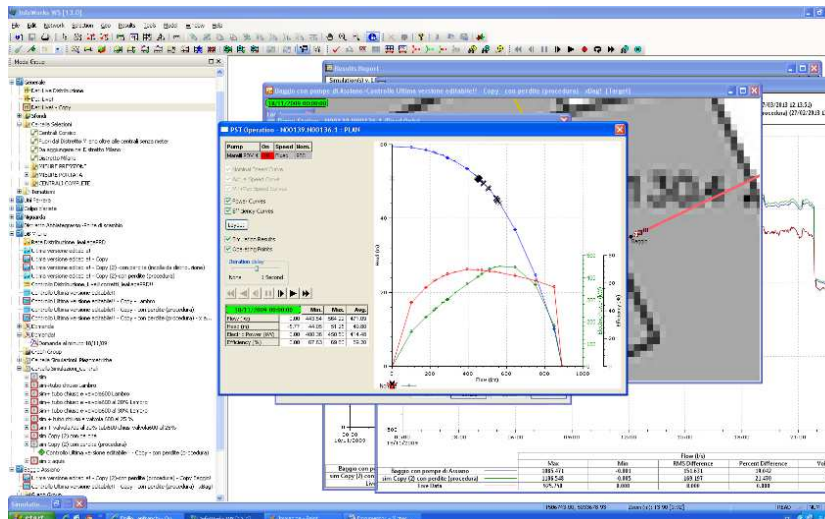
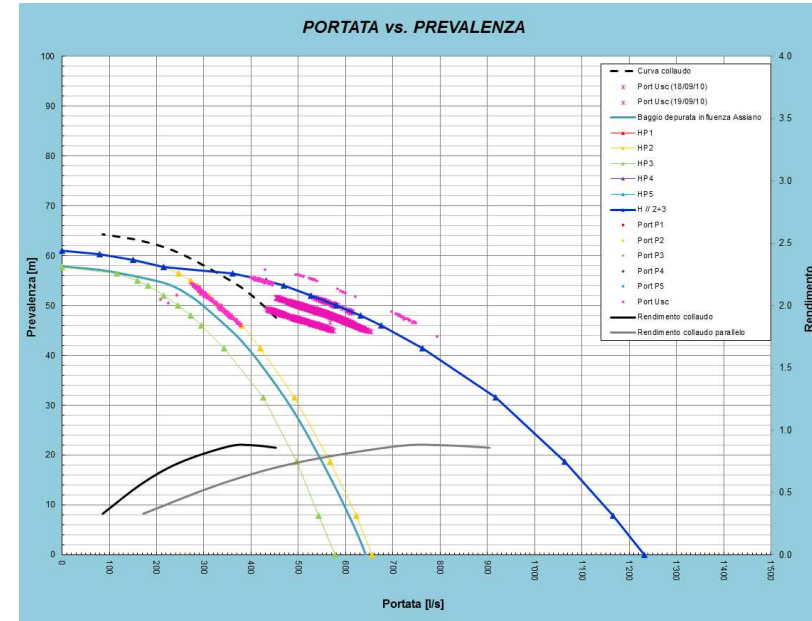


Analisi Energetiche

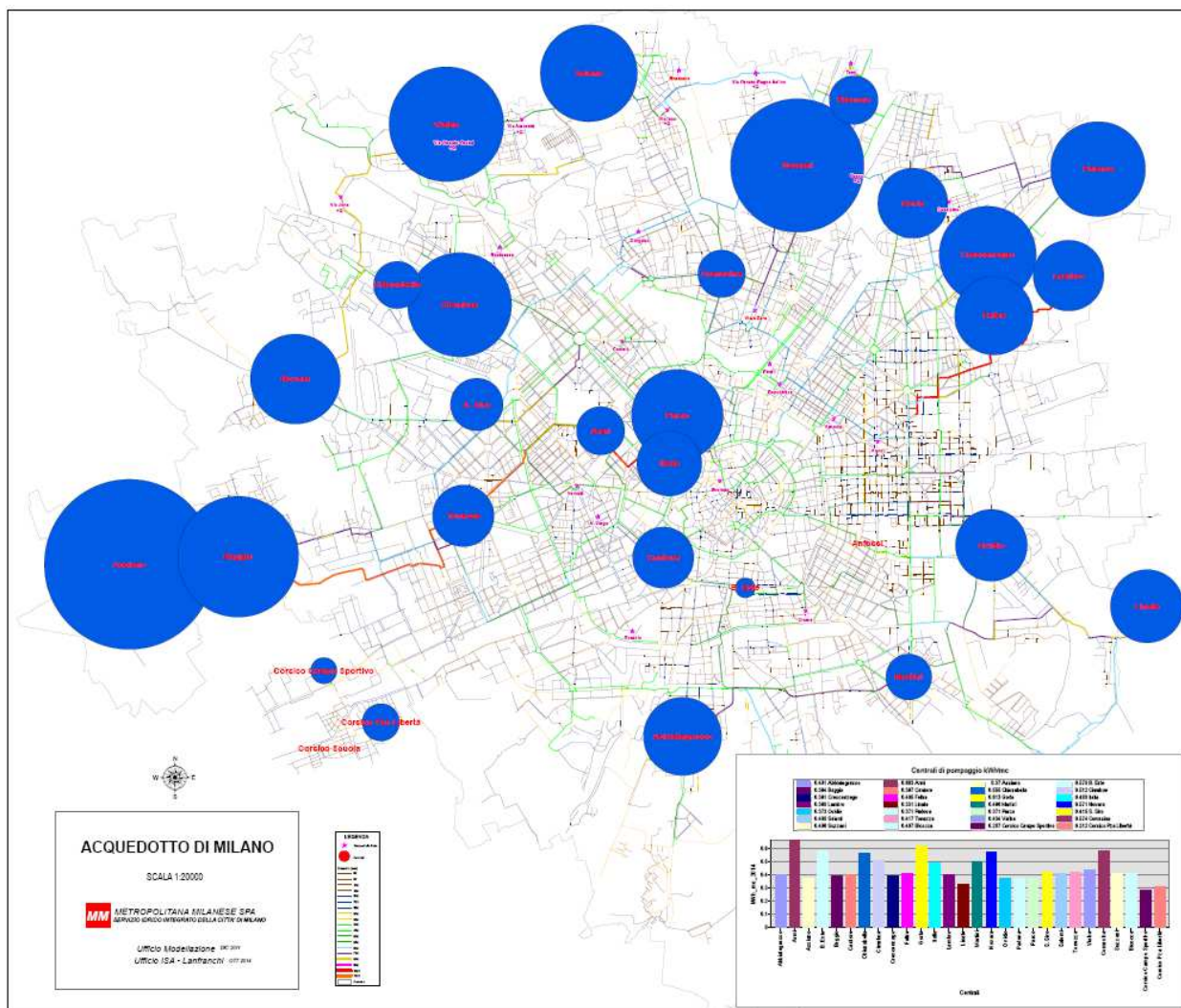
- **Analisi idrauliche/energetiche sulle influenze reciproche tra le centrali**



Ottimizzazione dei pompaggi



Analisi Energetiche

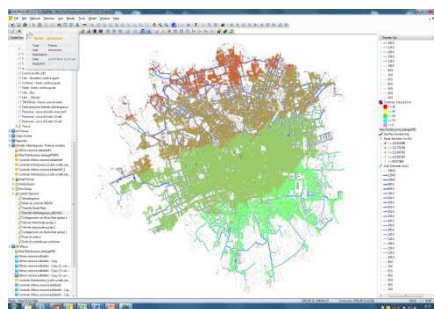


Le centrali di pompaggio si influenzano vicendevolmente e possono compromettere la loro efficienza di funzionamento

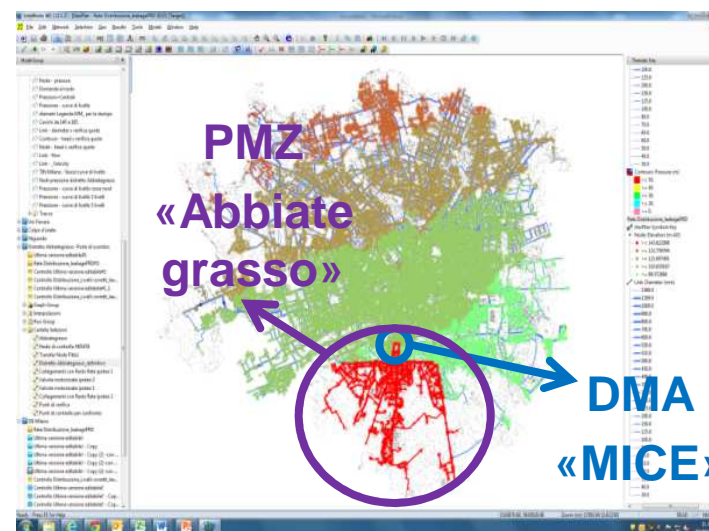
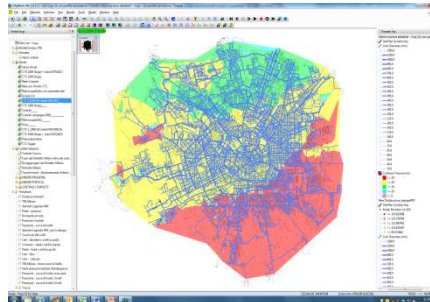
Gestione delle pressioni

- Area di gestione della pressione «Abbiategrasso» 116 km di rete e 1628 utenze. Per isolarla è stato necessario chiudere 23 valvole.

Dislivello
geodetico di 40
metri da NO a SE



Unico piano
piezometrico con diff.
pressione di 25 m



- Simulazioni di dimensionamento in funzione della domanda, della capacità dei pozzi e dei problemi strutturali (valvole da chiudere e/o nuove tubazioni)
- Simulazioni Demand Driven (gestione della pressione) e Pressure Driven (perdite e consumi legati alla pressione: $N1=0.69$ e $N3=0.0605$)
- Ottimizzazione del funzionamento e dei pompaggi dei pozzi nel serbatoio

Gestione delle pressioni

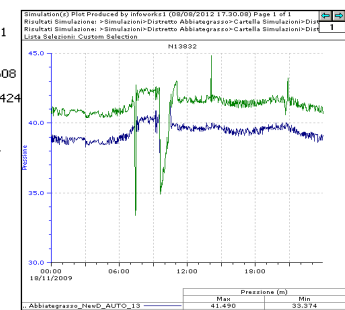
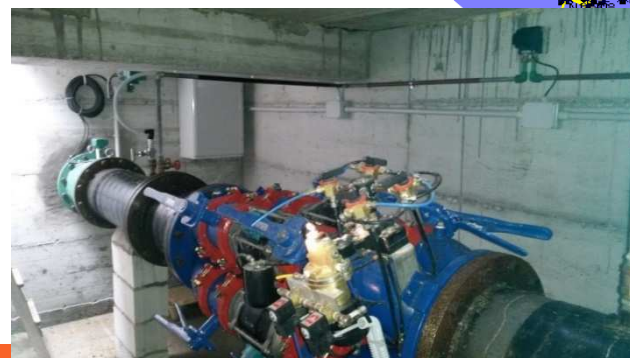
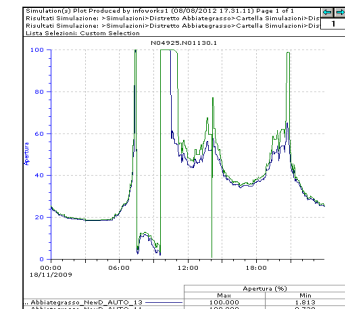
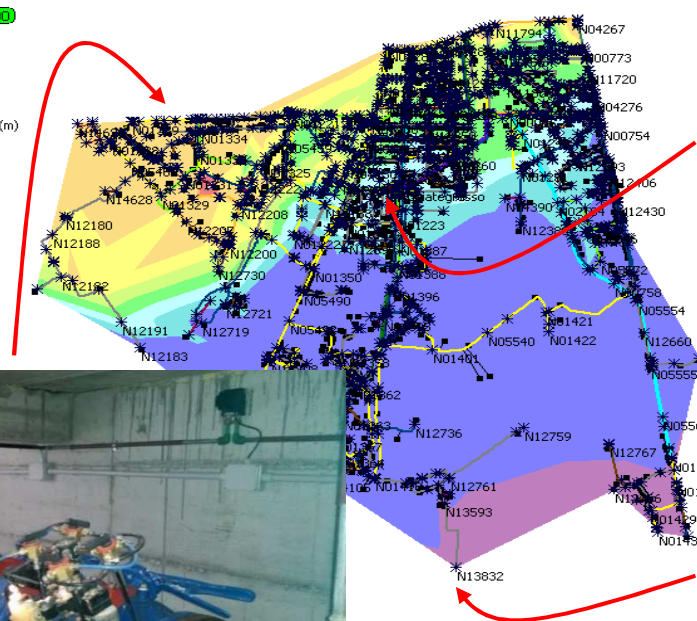
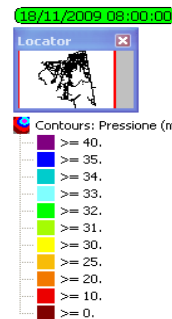
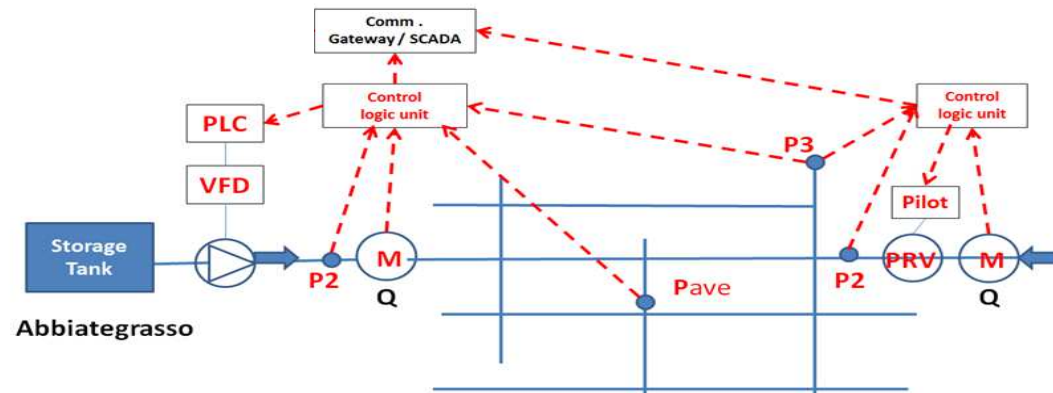
❖ Regolazione al Punto Critico:

- 1 centrale di pompaggio «Abbiategrasso» con 2 Inverter Nuovi
- Valvole PRV (connessione al resto della rete)



Riduzione della pressione media di circa **10 metri / 15 metri**

❖ Analisi della Portata Minima Notturna





ICeWater Project



ICT Solutions for **efficient Water Resources Management**

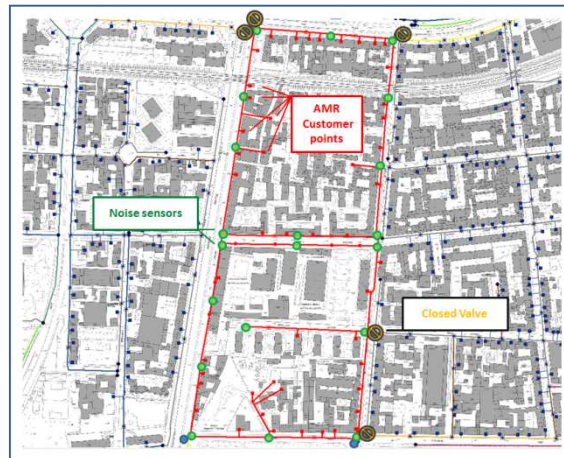
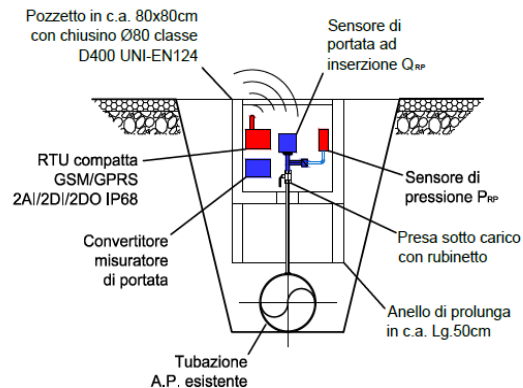
Partners: Siemens, Toshiba, Unesco-Ihe, Consorzio Milano Ricerche, Italdata, ICCS

Icewater combina sofisticate soluzioni ICT per fornire monitoraggio in tempo reale delle risorse idriche e della domanda. Sulla base dei dati dei sensori e dei sistemi avanzati di supporto alle decisioni, che verranno sviluppati, faciliterà l'ottimizzazione della gestione delle reti idriche.

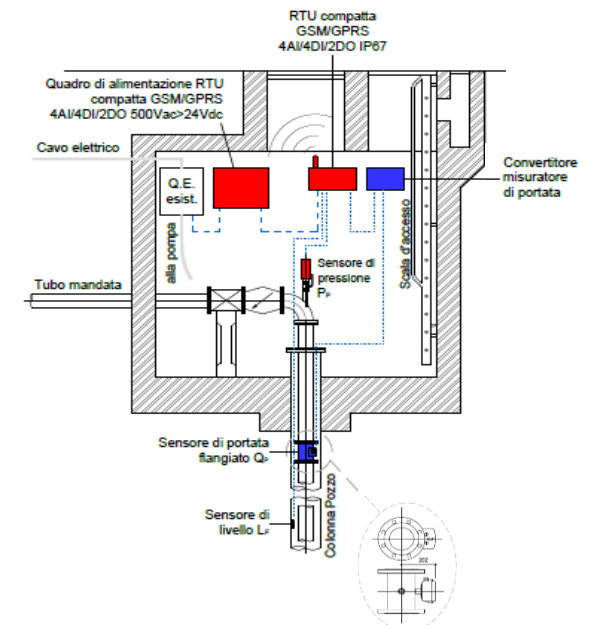
Architettura ICT:

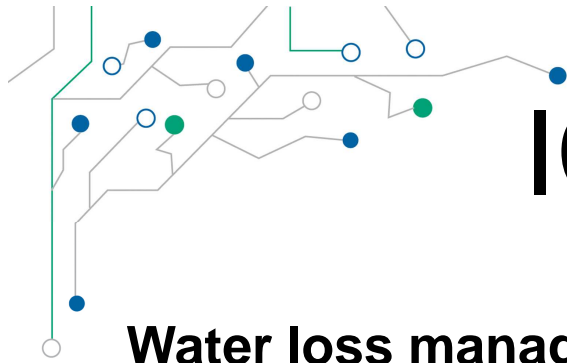
- Strumentazione di processo,
- Sistemi HW e FW di comunicazione e distribuzione dei dati
- Moduli SW di calcolo e supporto alle decisioni (DSS)

TIPOLOGICO PUNTI DI TELEMETRIA RETE POZZI "PTRP"
Particolare sensori di portata/pressione con pozzetto strumentazioni



TIPOLOGICO PUNTI DI TELEMETRIA POZZI





ICeWater Project



Water loss management:

- Analisi con i bilanci idrici (anche con AMR) e Analisi della Portata Minima Notturna (NFA).
- Strumenti di localizzazione noise logger e modellazione numerica.

Water quality management:

Analisi dispersione nella rete di cloro e torbidità.

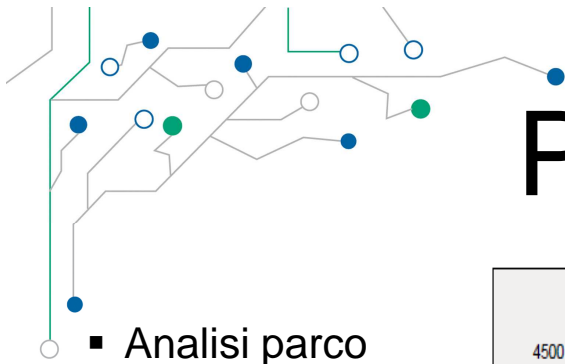
Asset management:

Analisi dei dati storici sulla rete e delle perdite per la definizione di scenari di rischio e priorità di intervento

Energy Management:

- Pump scheduling e ottimizzazione idraulica grazie al modello.
- Modellazione per ottimizzazione in aree di gestione della pressione

Water demand management: Curve di domanda e previsione dei consumi.

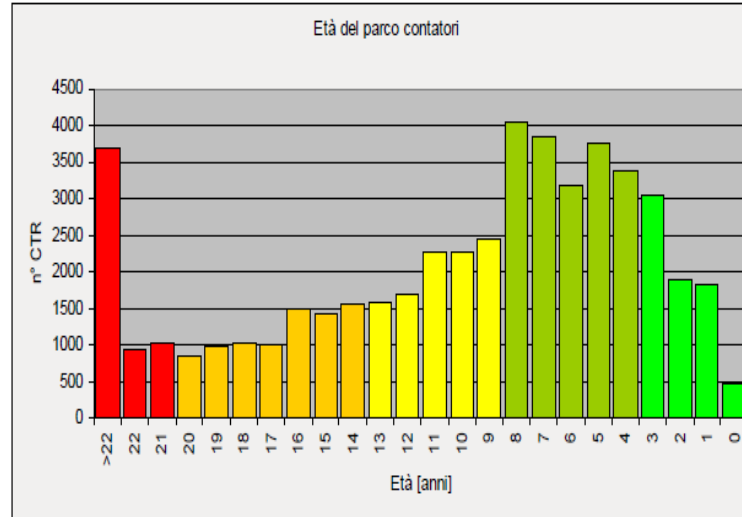


Perdite Apparenti

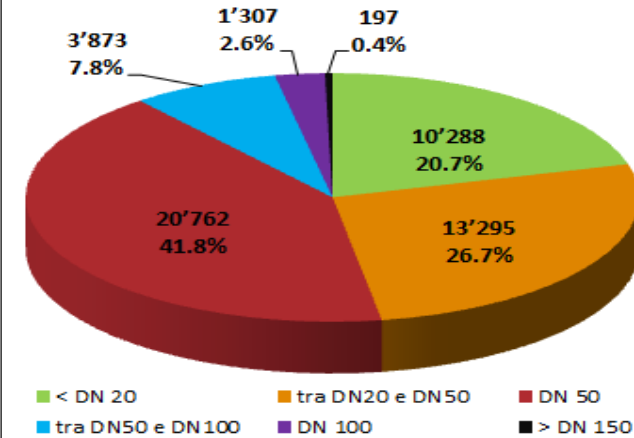
- Analisi parco contatori

**ETA' MEDIA
18 ANNI**

- Analisi campione 100 contatori DN 50 testati in laboratorio MM

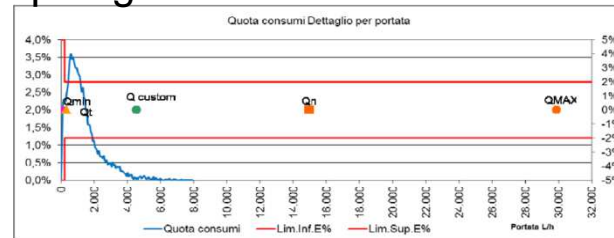


Diametro parco contatori

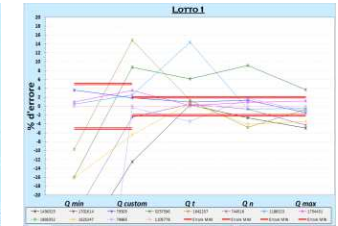
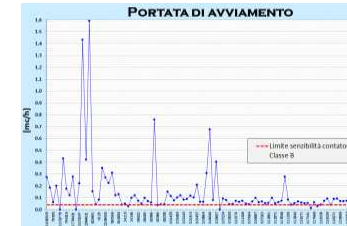


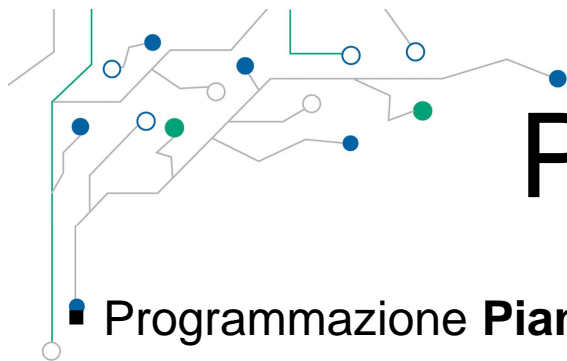
INVECCHIANDO riduzione prestazioni (limite sensibilità e range errore)

- Costruzione profilo consumo di 3 tipologie di utenza



SOVRADIMENSIONATI
Campo di funzionamento non ottimale (Qt- Qn) prossimo Qmin errore ± 5%

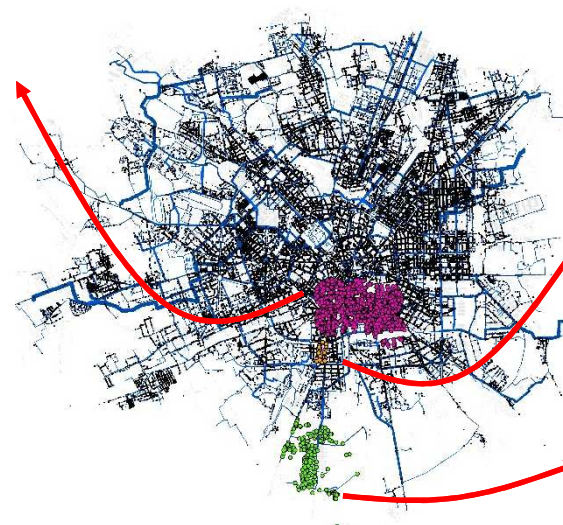
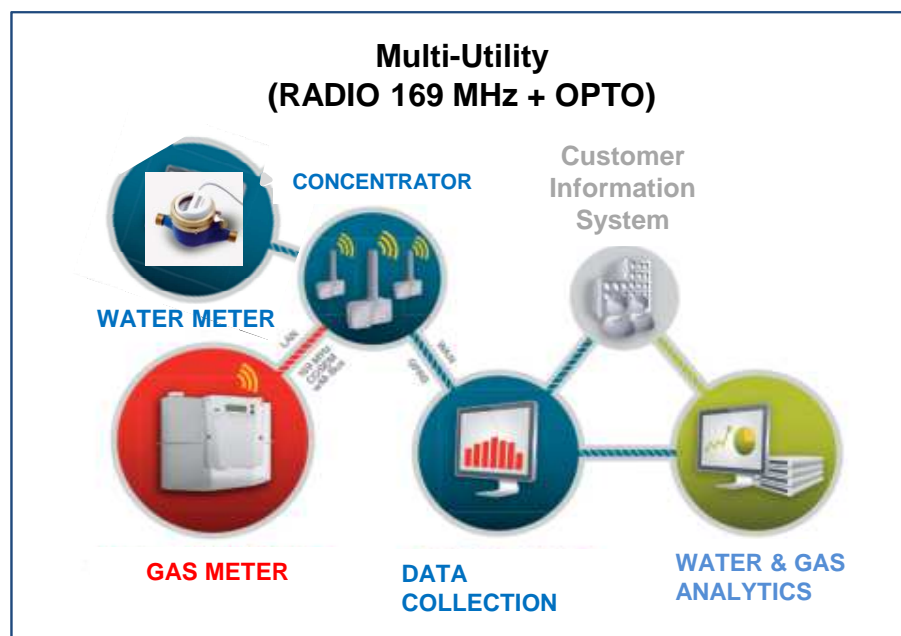
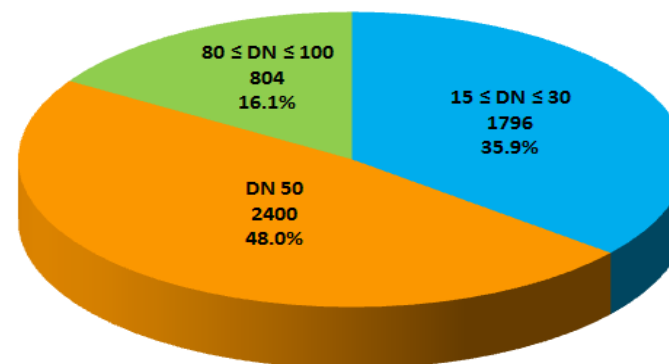




Perdite Apparenti

- Programmazione **Piano di cambio** con target di 5000 contatori/anno: con dimensionamento corretto ed attenzione all'età del contatore
- Test di **distretti pilota** con soluzione **AMR**

Classi di Diametro contatori da sostituire



ICeWater Project (GPRS + REED)

ICeWater

ICT Solutions for efficient Water Resources Management

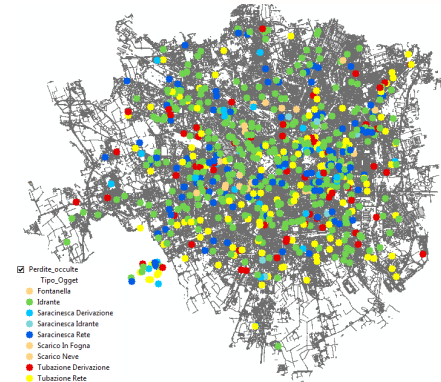
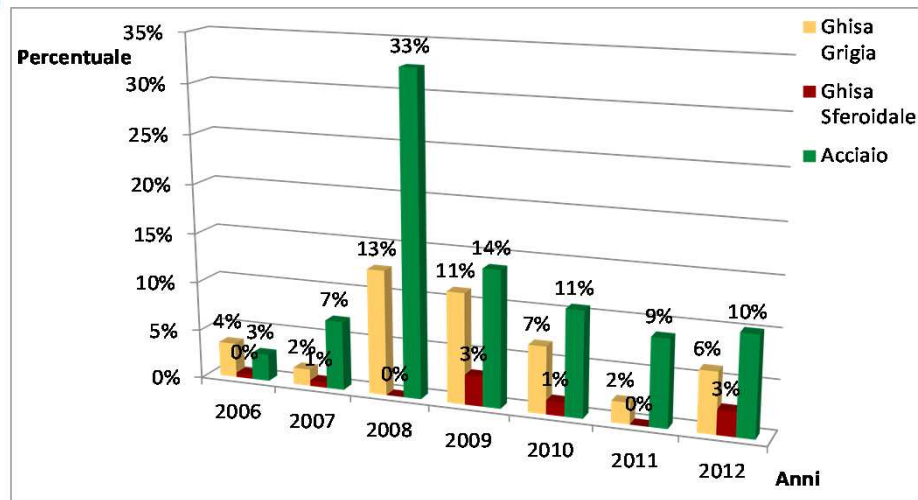
PROACTIVE project (Walk by + RADIO 169 MHz)

proactive

PROTEZIONE del territorio con infRAstrutture ICT avan

Perdite Reali

Analisi degli storici di Ricerca Perdite/Rotture:

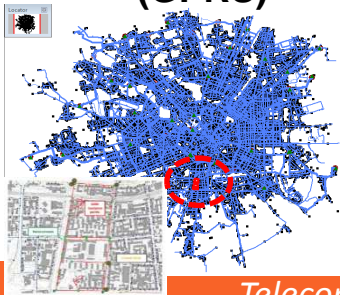


Bursts Frequency	
Infrastructure	Units
Mains	19,5 per 100 km/year
Services	9,6 per 1000 conn/year

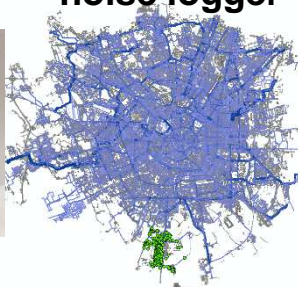
Attività di Ricerca Perdite Attiva:

- Servizio di Ricerca Perdite (ROI circa 2 anni) 1 anno per controllare tutta la rete (DN<400mm)
- Test Pilota con Noise logger fissi:

ICeWater Project (GPRS)



PROACTIVE test innovative noise logger



MAXIMO

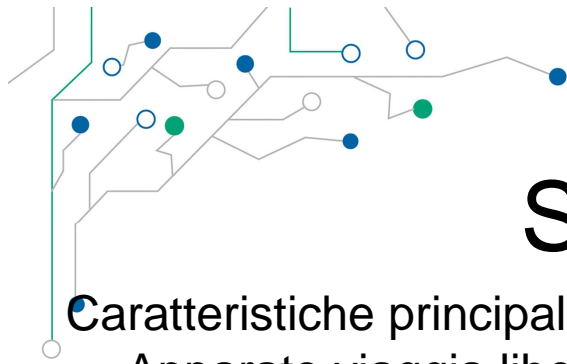
Analisi dispersione

Ordine di lavoro	Descrizione	Inizio previsto	Fine prevista	Impresa	Zona	Lotto	Stato
54520	disa variaz/dipar ba fit	09/09/14 00:00	12/09/14 00:00	TAGLIABU	CORSICO	88	CHIUSSO
54530	disulfato atad sa fas	03/09/14 00:00	04/09/14 00:00	TAGLIABU		3	IN CORSO
54538		04/09/14 00:00	05/09/14 00:00	TAGLIABU		3	CHIUSSO
54539		04/09/14 00:00	05/09/14 00:00	TAGLIABU		3	DA FARE
54548	sal 1	09/09/14 15:15	27/09/14 15:15	TAGLIABU		4	CHIUSSO
54551	aaaaa	09/09/14 15:15	27/09/14 15:15				CHIUSSO
54557							WAPPRE

Riparazione dispersione

Ordine di lavoro	Descrizione	Inizio previsto	Fine prevista	Impresa	Zona	Lotto	Stato
54535	perdita in corrispondenza dell'incrocio	09/09/14 00:00	12/09/14 00:00	TAGLIABU			
54537	perdita in corrispondenza dell'incrocio	03/09/14 00:00	04/09/14 00:00	TAGLIABU			
54540	perdita in corrispondenza dell'incrocio	04/09/14 00:00	05/09/14 00:00	TAGLIABU			
54552	perdita in corrispondenza dell'incrocio	09/09/14 15:15	27/09/14 15:15	TAGLIABU			
54598	perdita in corrispondenza dell'incrocio	03/09/14 00:00	04/09/14 00:00	TAGLIABU			
54554							

- Gestione degli ordini di lavoro - Workflow (MAXIMO)



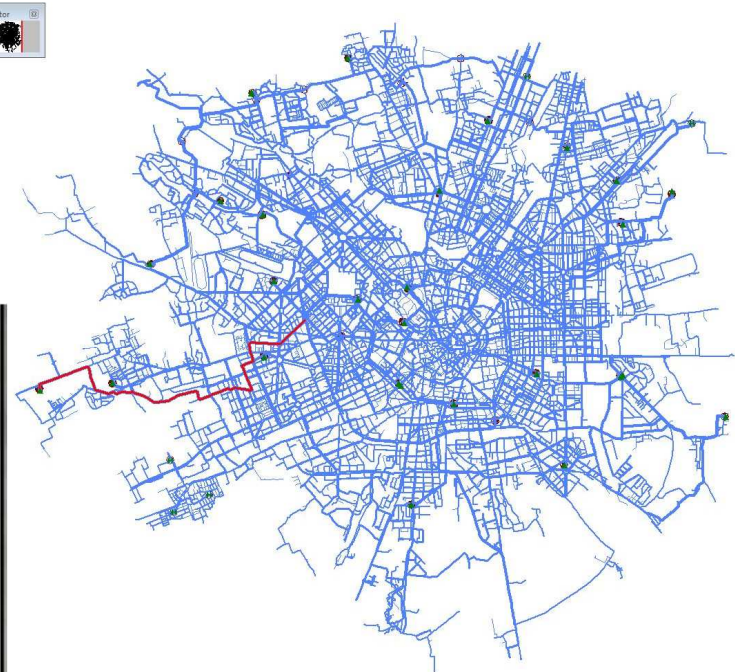
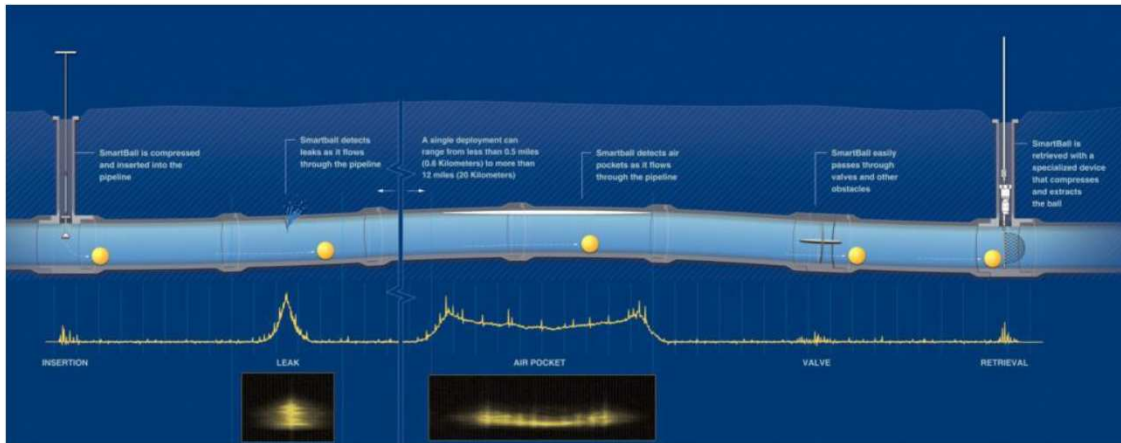
Perdite Reali: Smartball technology

Caratteristiche principali:

- Apparato viaggia libero nella condotta
- Rilevamento acustico
- Anomalie acustiche sono associate a perdite

Assiano – P.za Brescia

- DN 1200 mm in acciaio
- Anno di posa 1980
- 9,034 meters.



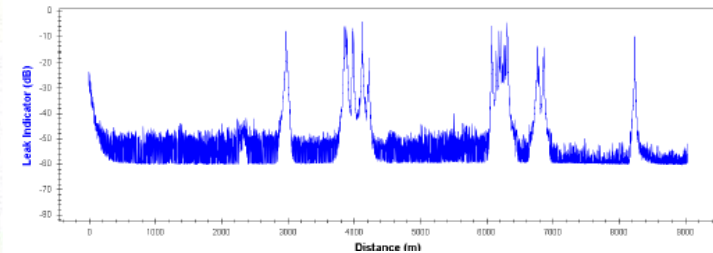
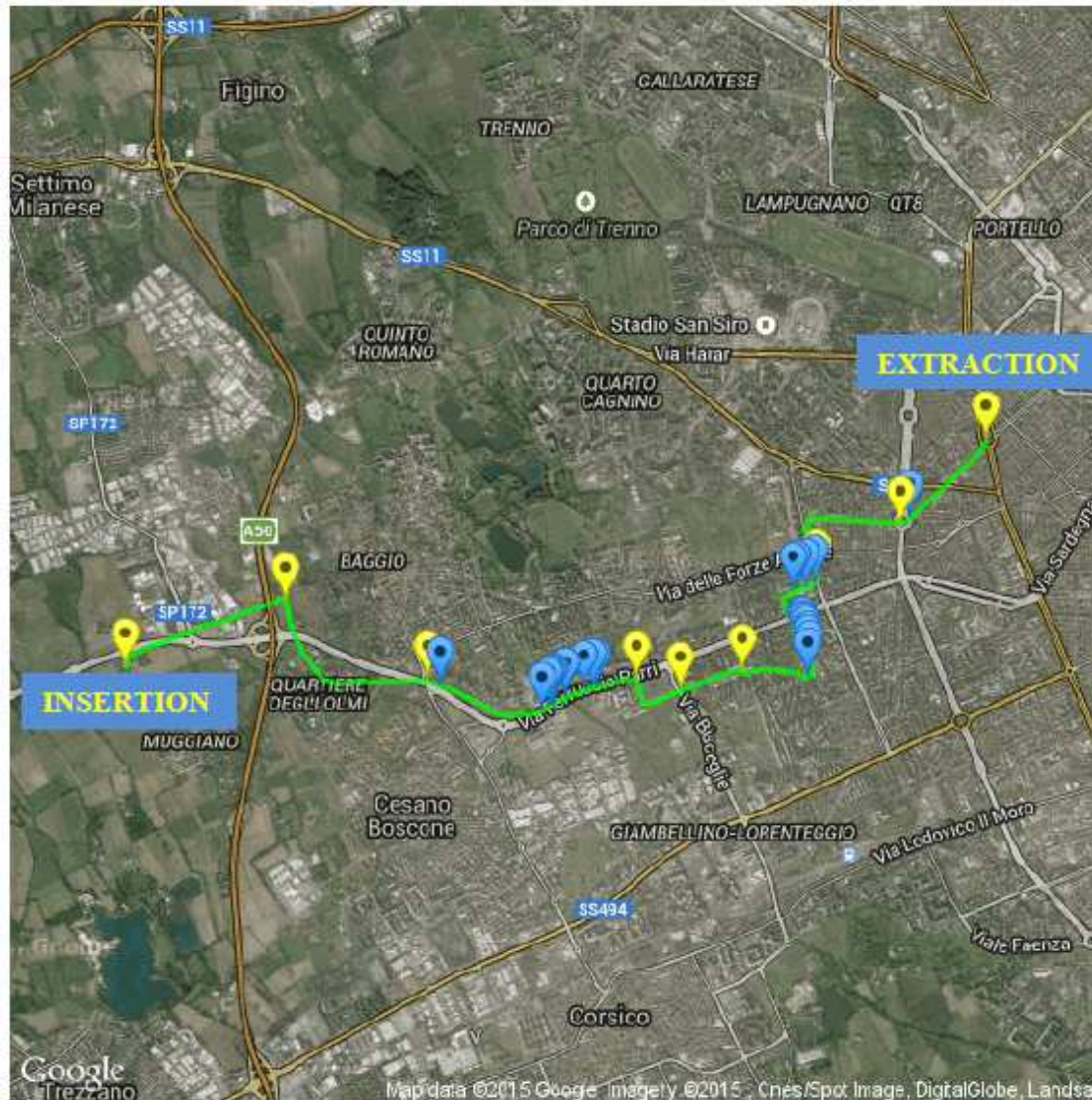
Perdite Reali: Smartball technology

Assiano – P.za Brescia

24 Perdite Rilevate

Approximate Sensor Locations (📍)

Leak Locations (📍)





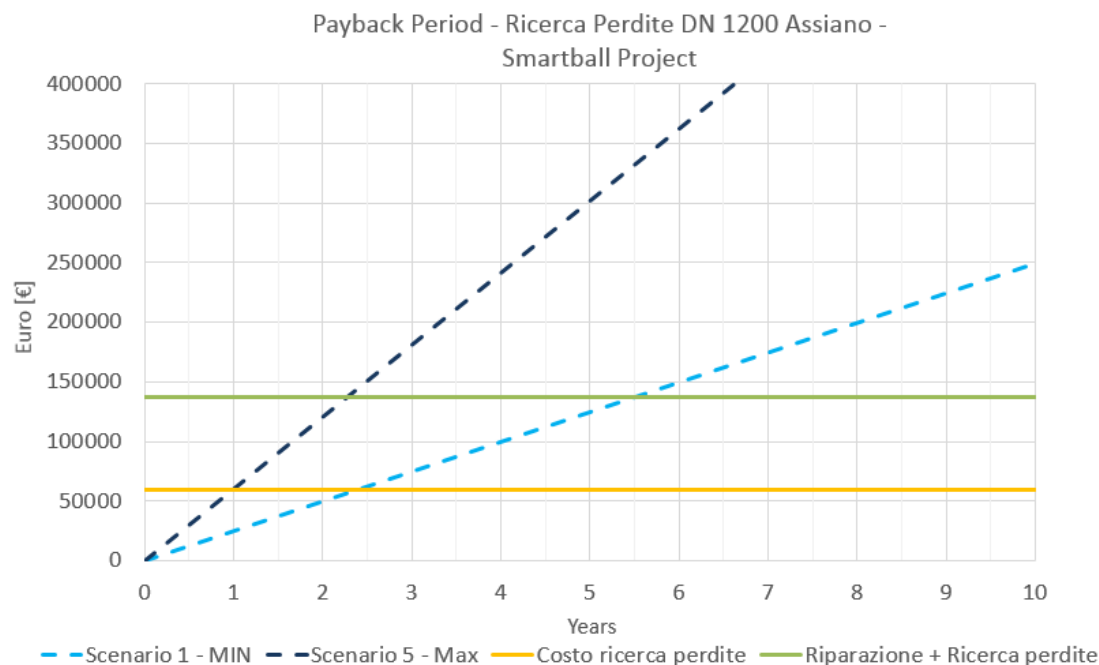
Perdite Reali: Smartball technology

Analisi economica

**2 Scenari di perdite idriche
(=costi economici):**
Uno ottimistico e l'altro
pessimistico

PAYBACK PERIOD

- Ricerca Perdite: **1-2** anni
- Comprensivo di riparazioni
2-3 anni

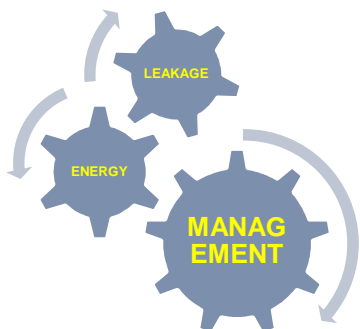


Da includere nell'analisi economica:

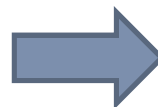
- Miglioramento della conoscenza degli asset (Asset management)
- Estensione della vita utile delle tubazioni
- Eliminazione delle perdite nel futuro, ovvero di un costo futuro



La strategia: conclusioni



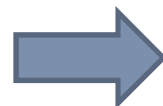
- ❖ Metodologia IWA
- ❖ Audit energetici
- ❖ Modello Matematico
- ❖ Integrazione del modello con software di analisi perdite



Analisi

- **Stato di fatto**
- **Margini di miglioramento**
- **Direzioni di sviluppo**

- ❖ Implementazione di un controllo avanzato di Gestione delle Pressioni
- ❖ Sviluppo di Decision Support Systems
- ❖ Test delle tecnologie AMR, Noise Logger e Smartball
- ❖ Piano di Cambio dei Contatori d'Utenza e Ricerca Perdite Occulte



Progetti

- **Efficientamento energetico**
- **Riduzione delle perdite reali**
- **Ottimizzazione dei processi**
- **Gestione degli Asset**



Il sistema di regolazione e controllo di Metropolitana Milanese per l'ottimizzazione energetica, il controllo delle perdite e la gestione avanzata della pressione nella rete idrica di Milano.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Emilio Lanfranchi, MM

Marco Fantozzi, Studio Marco Fantozzi

Emilio Benati, Fast



MARCO FANTOZZI

Innovative Solutions to Leverage
Performance in Water Industry

