

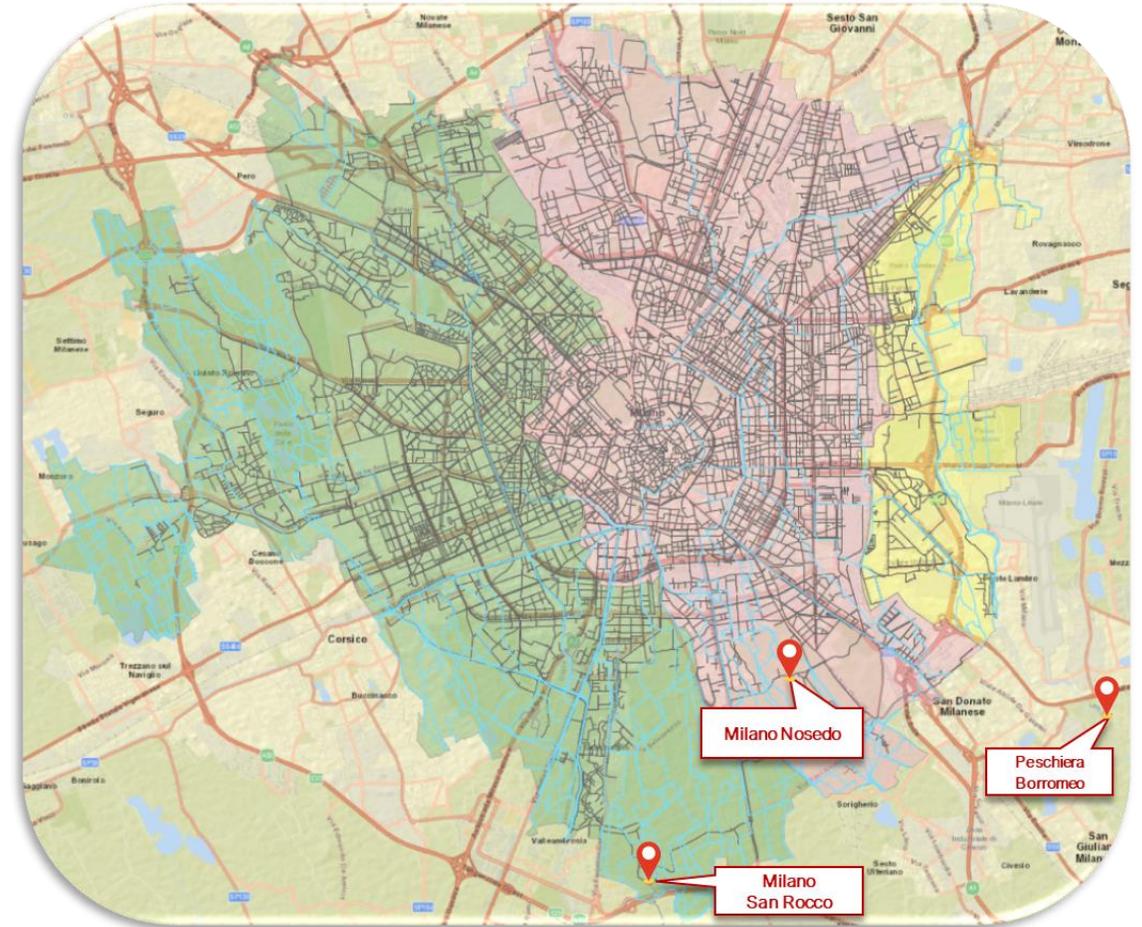


Il monitoraggio di impianti di grandi dimensioni

Dott.ssa Francesca Pizza
Dott. Lorenzo Todeschini

Milano e i suoi depuratori

- Suddivisione in 3 grandi bacini
- Bacino occidentale **Milano San Rocco**: 1.036.000 AE;
4 m³/s media tempo secco; 12 m³/s max tempo pioggia; 4 m³/s a riuso irriguo
- Bacino centro-orientale **Milano Nosedo**: 1.250.000 AE;
5 m³/s media tempo secco; 15 m³/s max tempo pioggia; 11 m³/s a riuso irriguo
- Bacino residuale orientale **Peschiera Borromeo**:
250.000 AE; in gestione Gruppo CAP



Il depuratore di Milano Nosedo



- > 1.000 Apparecchiature
- 130 Strumenti di analisi
- 250 Strumenti di misura
- 500 Paratoie
- 6 Cabine elettriche (AT e MT) e 9 sottocabine
- 130 Quadri elettrici
- > 10.000 Interfacce I/O

Primo modulo del biologico
in funzione dal 2003

Il depuratore di Milano Nosedo



Il depuratore di Milano Nosedo - principali strumenti di monitoraggio processo

Lato FILTRAZIONE/DISINFEZIONE «A»:

- 2 P-PO₄ (IN/OUT Filtraz.)
- 2 N-NH₄ (IN/OUT Filtraz.)
- 1 NTU (IN Filtraz.)
- 1 N-NO₃ (OUT Filtraz.)

Lato FILTRAZIONE/DISINFEZIONE «B»:

- 2 P-PO₄ (IN/OUT Filtraz.)
- 2 N-NH₄ (IN/OUT Filtraz.)
- 1 NTU (IN Filtraz.)
- 1 N-NO₃ (OUT Filtraz.)

TRATTAMENTO BIOLOGICO MODULI 1-2-3-4:

- 32 Sonde O₂ (8 sonde per modulo)
- 32 misure portata d'aria (8 flow meter per modulo)
- 8 N-NH₄ (2 per ogni modulo)
- 4 N-NO₃ (1 per ogni modulo)
- 4 SST mixed liquor (1 per modulo)

SEDIMENTAZIONE MODULI 1 e 2:

- 4 Sensori livello fanghi (2 per modulo)
- 2 Sensori SST ricircolo fanghi (1 per modulo)

SEDIMENTAZIONE MODULI 3 e 4:

- 4 Sensori livello fanghi (2 per modulo)
- 2 Sensori SST ricircolo fanghi (1 per modulo)

SOLLEVAMENTO INTERMEDIO:

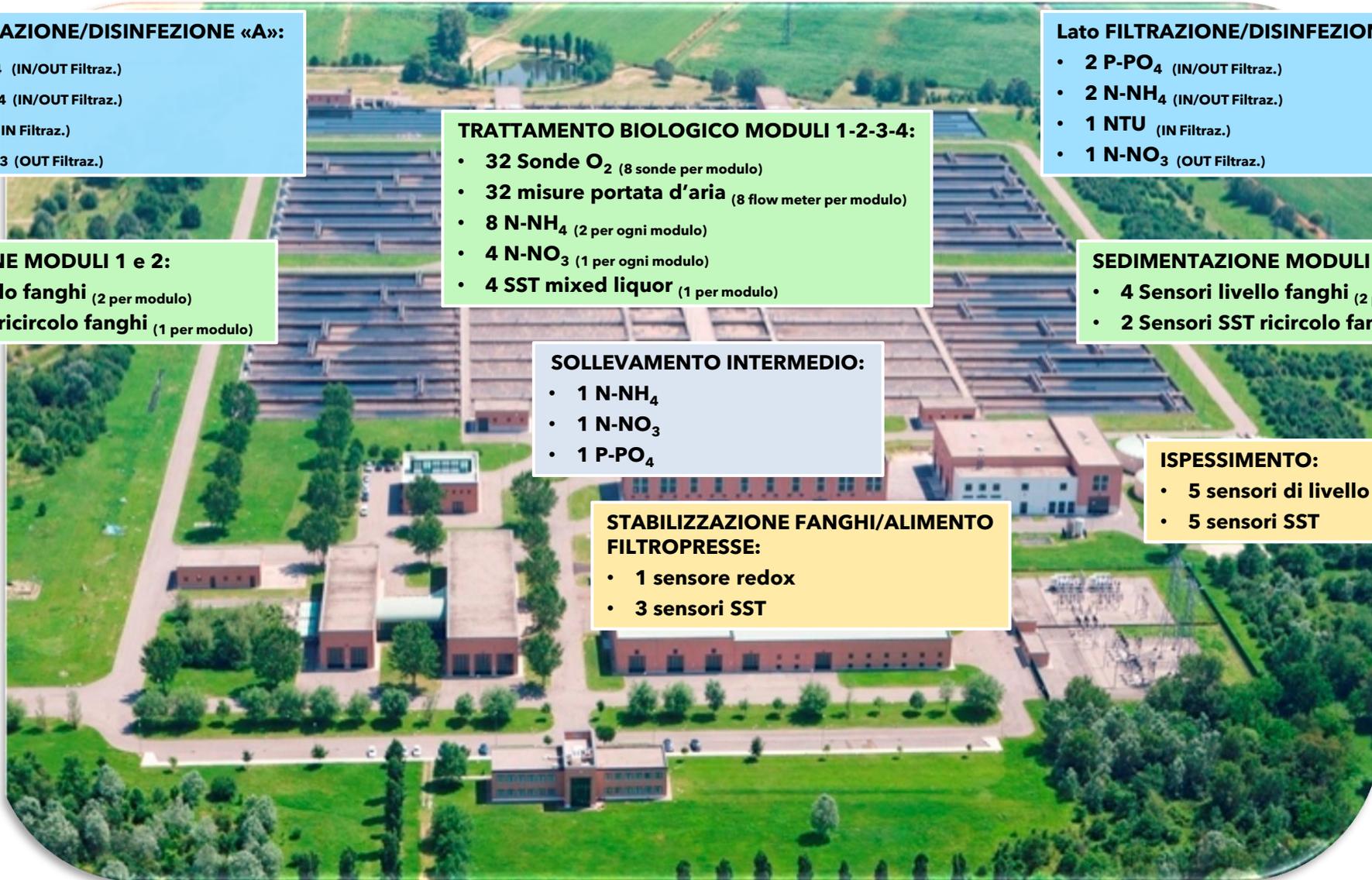
- 1 N-NH₄
- 1 N-NO₃
- 1 P-PO₄

STABILIZZAZIONE FANGHI/ALIMENTO FILTROPRESSE:

- 1 sensore redox
- 3 sensori SST

ISPESAMENTO:

- 5 sensori di livello
- 5 sensori SST



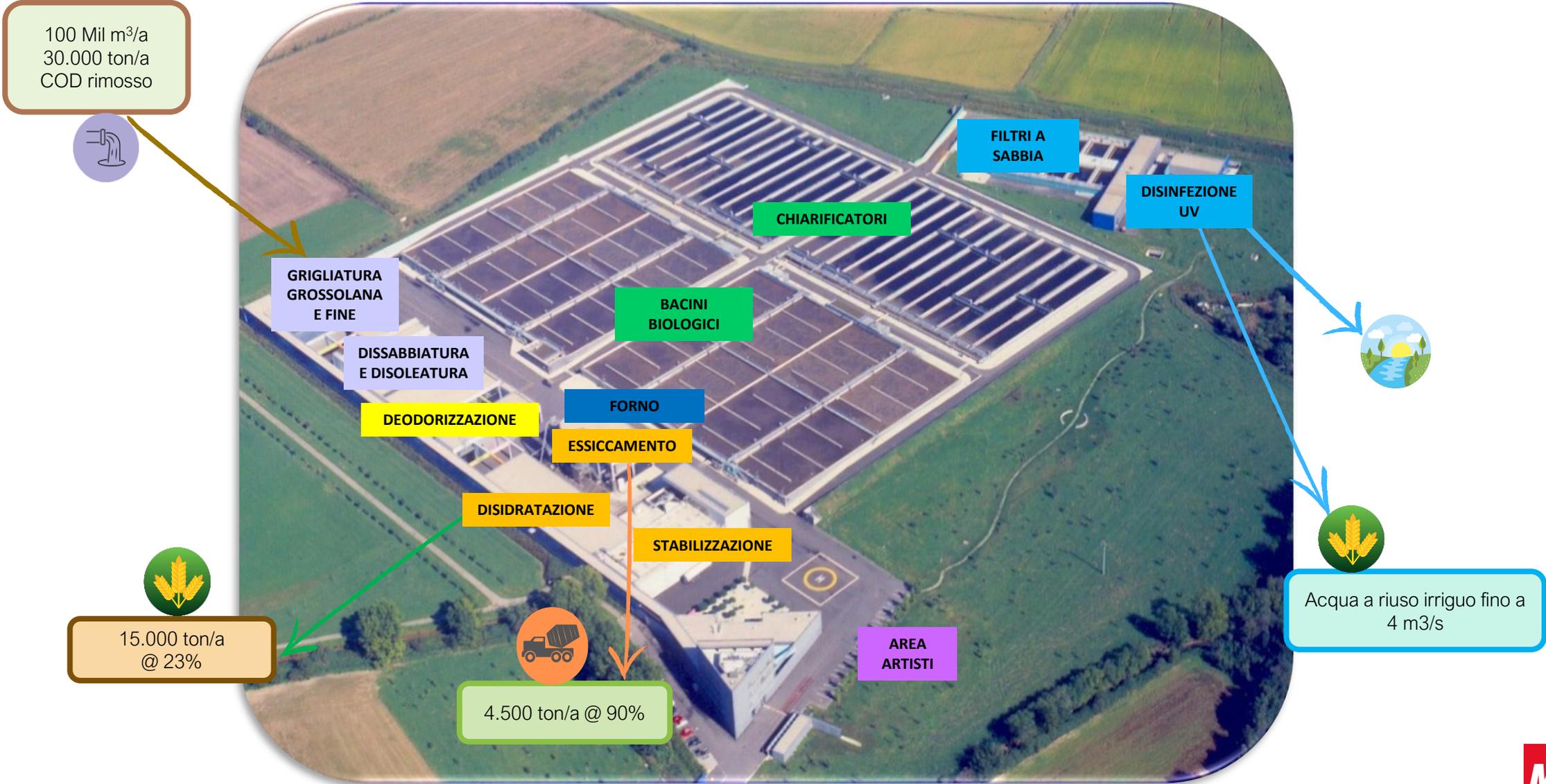
Il depuratore di Milano San Rocco



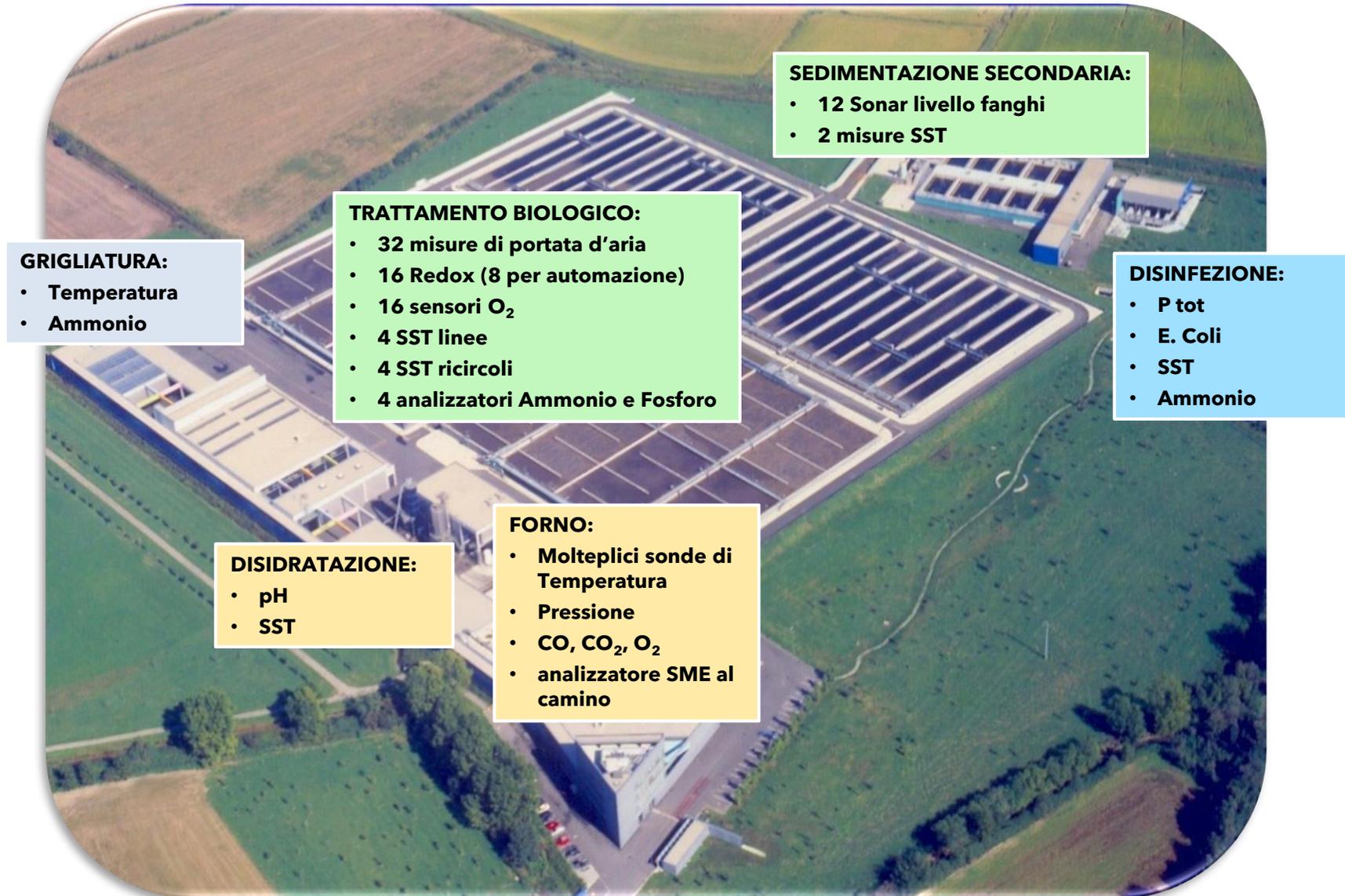
- > 1.500 Apparecchiature
- 119 Strumenti di analisi
- 313 Strumenti di misura
- 180 Paratoie
- 7 Cabine elettriche (MT) e 14 sottocabine
- 110 Quadri elettrici
- > 15.000 Interfacce I/O

In funzione dal 2004

Il depuratore di Milano San Rocco



Il depuratore di Milano San Rocco - principali strumenti di monitoraggio processo



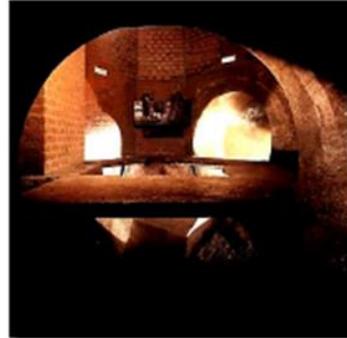
Qualità delle acque trattate

Parametro	U.M.	RR 06/2019 (Limiti scarico in corpo idrico superficiale)	D.M. 185/2003 (Limiti per il riuso irriguo)	Valori medi in uscita depuratori Milano (2023)
Solidi sospesi	mg/L	15	10	1 - 5
COD	mg/L	60	100	10 - 15
BOD	mg/L	10	20	< 5
Azoto totale	mg/L	10	15	2 - 7
Fosforo totale	mg/L	1	2	0,7 - 1
Escherichia Coli	UFC/100 mL	5000	10	< 1 - 2000

Architettura delle reti acque reflue

- > 300 tipologie
- > 1,6 Mil m³ di capacità idraulica
- Sistema di monitoraggio satellitare della subsidenza
- Età dei manufatti: media 65 anni - max 150 anni!

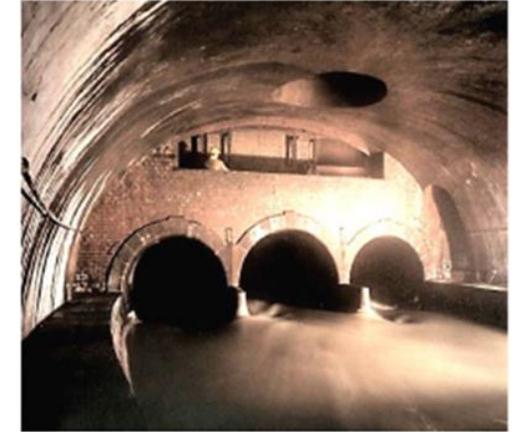
Condotti e manufatti fognari



Via Romagnosi



Pizza Bonomelli



Via Brembo



Via Ponzio



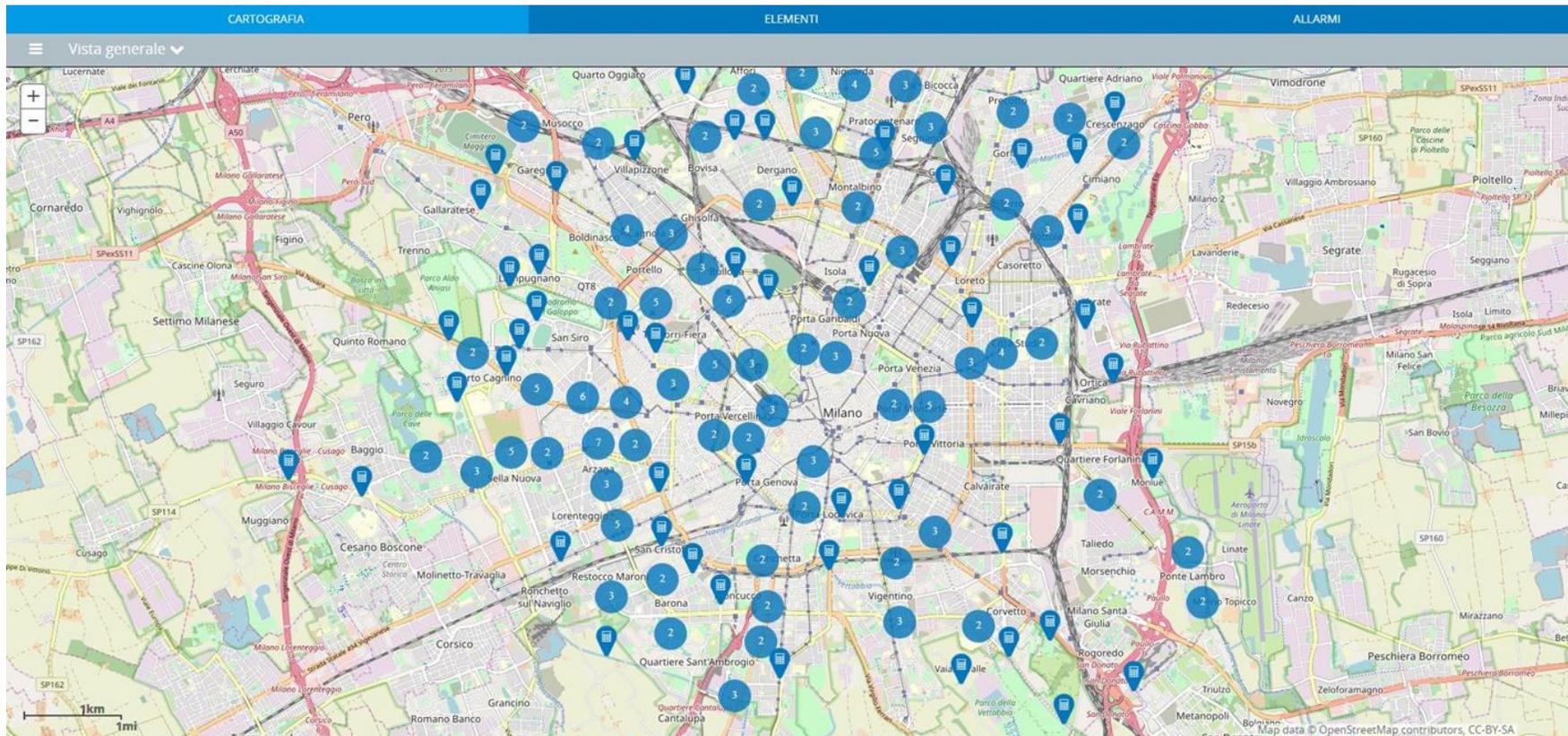
Collettore Nosedo



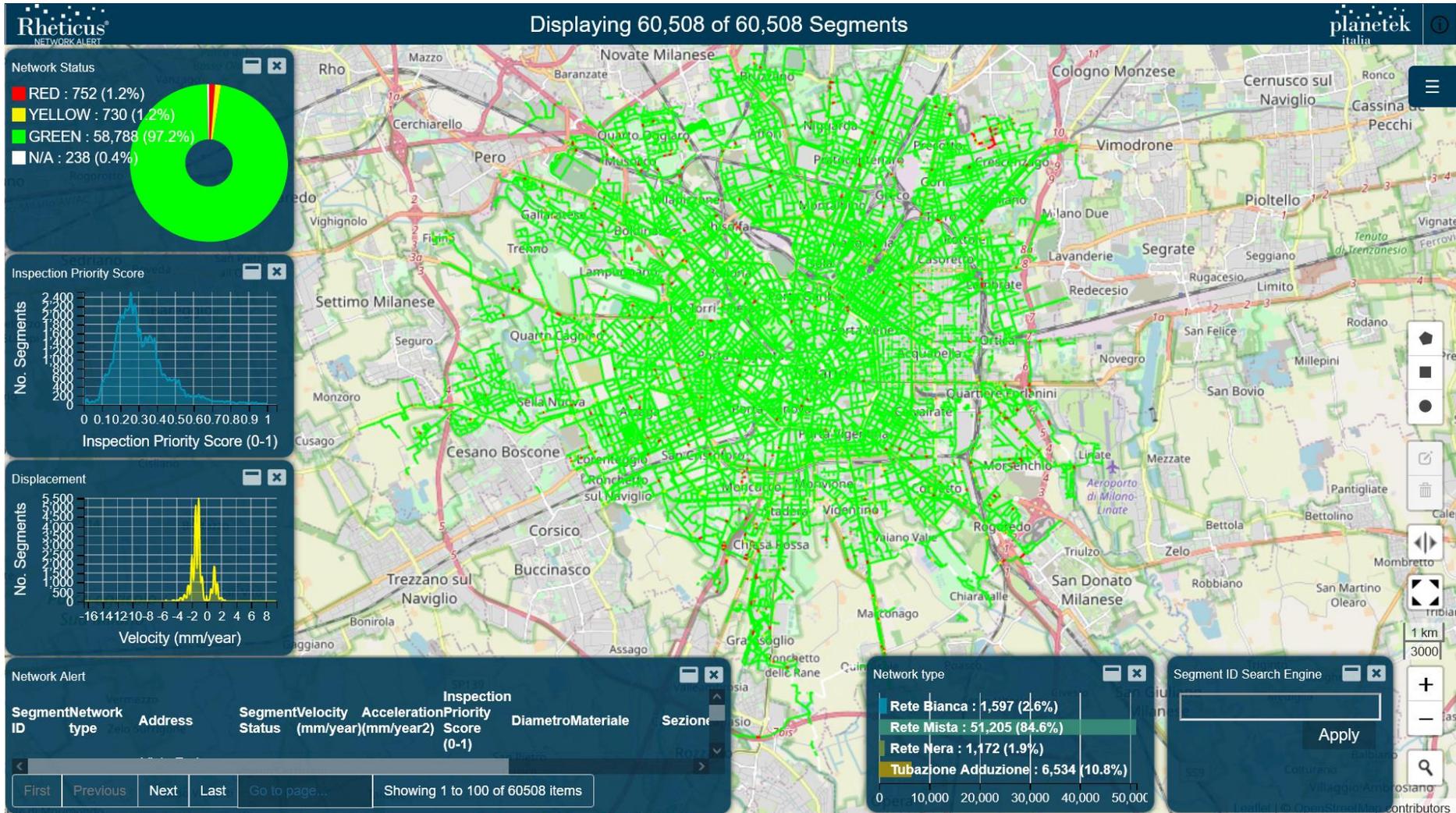
Emissario Nosedo

Sistema di monitoraggio della rete acque reflue

- Oltre 400 punti di misura online installati
- Suddivisione in distretti
- > 900 piccole e medie utenze industriali



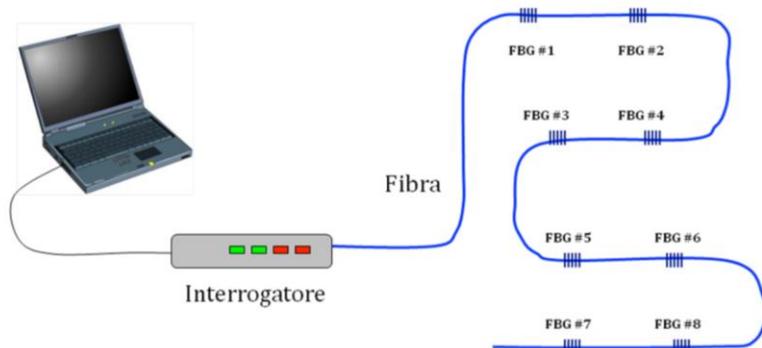
SMART EVOLUTION - Sistema di monitoraggio satellitare



SMART EVOLUTION - Monitoraggio con fibra ottica

➤ Monitoraggio in continuo dei parametri:

- Flex
- Torsion
- Pression
- Deformation
- VibrationC
- Temperature
- Flow



Energy savings raggiunti negli ultimi 4 anni (2019-2023)

- Ottimizzazione dei KPI fra 2019 e 2023
- Energia/Portata (KWh/m³): MI Nosedo -11%; MI San Rocco -6%
- Energia/COD_{rimosso} (KWh/kg): MI Nosedo -35%; MI San Rocco -37%
- Energia Turbo-soffianti/NH₄_{rimossa} (KWh/kg): MI Nosedo -35%; MI San Rocco -24%
- Energia/AE (KWh/AE): MI Nosedo -36%; MI San Rocco -36%
- Riduzione consumi energetici totali ottenuti:
 - MI Nosedo -16.833 MWh/y
 - MI San Rocco -19.050 MWh/y (incluso FV)

Punti di forza del monitoraggio in continuo

- Il potenziale di sensori e strumenti per la misura *in continuo* è enorme, oltre a basarsi su **tecnologie ormai consolidate e con applicazioni sempre più diversificate**;
- la mole di dati che può essere acquisita è considerevole e tale da permettere un **monitoraggio costante e puntuale di tutte le diverse sezioni**, sia in linea acque (compresa fognatura) che fanghi;
- ciò consente una **migliore e più rapida implementazione anche dei cosiddetti sistemi di controllo avanzato**, ovvero software che elaborano in tempo reale le misure e restituiscono una **regolazione dinamica dei processi**, basata sull'effettiva richiesta del sistema depurativo (variazione dei carichi da trattare, delle condizioni idrauliche, ecc.);
- l'esigenza di dotare gli impianti di tali strumenti, in particolar modo per impianti di taglia medio-grande, è legata sia al **mantenimento di una costante efficienza del trattamento** acque reflue, sia alla ormai imprescindibile necessità di controllare ed **ottimizzare i consumi energetici** (*energy saving*);
- ulteriore vantaggio del monitoraggio real-time è dato dalla possibilità di **includere tali misure in continuo anche in piani di gestione del rischio** (Risk Management Plan) come quelli richiesti dalla Regolamento UE 2020/741 per il riutilizzo delle acque in agricoltura.

Limiti del monitoraggio in continuo

- Oltre alla presenza di un buon parco strumenti e sensori, in impianti di taglia medio-grande è indispensabile la presenza di **personale d'impianto preparato ed esperto**, sia in campo analitico (laboratorio interno) sia nella conduzione di processo, per **un'attenta e costante messa a punto dei sistemi** di monitoraggio e controllo;
- **corretta formazione del personale operativo di conduzione**: anche i sistemi più semplici e chiari possono risultare complessi e criptici senza un'adeguata formazione, il personale operativo deve saper "leggere" ed interpretare almeno le principali informazioni che arrivano dagli strumenti all'interfaccia SCADA;
- è fondamentale prevedere **attività di manutenzione, pulizia e calibrazione costante** di tutti gli analizzatori e sensori. Un numero elevato di misure consente un controllo più fine del processo ma richiede anche una gestione più attenta e rigorosa della strumentazione che, in alcuni casi, può tradursi nella necessità di avere del **personale specificamente dedicato** a tale attività;
- il controllo avanzato di processo, basato su sensori e strumenti on-line, può essere affetto dal malfunzionamento degli stessi e/o deriva delle misure, da problemi di collegamento e scambio dati. In tali condizioni, bisogna essere pronti e tempestivi nel **ripristinare livelli di controllo automatico più "tradizionali" o adottare logiche degradate**, che consentano di ovviare all'indisponibilità delle misure.

GRAZIE

f.pizza@mmspa.eu

l.todeschini@mmspa.eu

www.mmspa.eu