



ENEA

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia
e lo sviluppo economico sostenibile

ags

AceaGori Servizi
Gruppo Acea

GORI



S.I.Mon.A.

IL MONITORAGGIO DELLE INFRASTRUTTURE FOGNARIE: IL PROGETTO S.I.Mon.A.

Giovanni de Marinis¹, Saverio De Vito², Cristiana Di Cristo¹, Girolamo Di Francia², Grazia Fattorusso², Angelo Leopardi¹, Giovanni Paolo Marati³, Francesco Rodriguez³, Roberto Zocchi⁴, Francesco Scognamiglio⁴.

1 Dipartimento di Ingegneria Civile e Meccanica, Università di Cassino e del Lazio Meridionale, Cassino (FR), via G. Di Biasio 43 – 03043 Cassino (FR)

2 ENEA UTTP Portici, P.le Fermi 1, Portici (NA)

3 GORI spa, via Trentola 211, Ercolano (NA)

4 AGS scarl, Via ex Aeroporto c/o Consorzio Il Sole, Pomigliano D'Arco (NA)

Sommario

Gli scarichi non autorizzati e/o non conformi ai limiti di legge in fognatura costituiscono un serio problema per l'ambiente. Il progetto S.I.Mon.A. si pone l'obiettivo di fornire ai Gestori del Servizio Idrico Integrato strumenti per la tempestiva individuazione di sostanze con concentrazioni inammissibili e per risalire all'origine del loro scarico.

1.Introduzione

I Gestori del Servizio Idrico Integrato (S.I.I.) sono sovente impegnati nella risoluzione di problemi connessi a scarichi non autorizzati e/o non conformi ai limiti di legge in fognatura. Ad esempio scarichi di sostanze tossiche che raggiungano gli impianti di trattamento delle acque di rifiuto (usualmente a ciclo biologico) possono incidere negativamente sugli impianti stessi, provocando pertanto il rilascio in ambiente di concentrazioni non tollerabili di inquinanti.

Solo a titolo di esempio in Figura 1 si riporta l'immagine di uno scarico in fognatura non conforme, in quanto presenta una elevata concentrazione di siero di latte (che comporta concentrazioni di COD che possono arrivare a 3000 mg/l). In Figura 2 è riportato un

esempio di quelli che possono essere gli effetti di tali scarichi: si tratta di una fotografia scattata a Piano di Sorrento (NA), nel tratto di mare antistante uno scaricatore di piena.



Figura 1 – Scarico non conforme in fognatura (presenza di siero di latte proveniente da attività casearie)

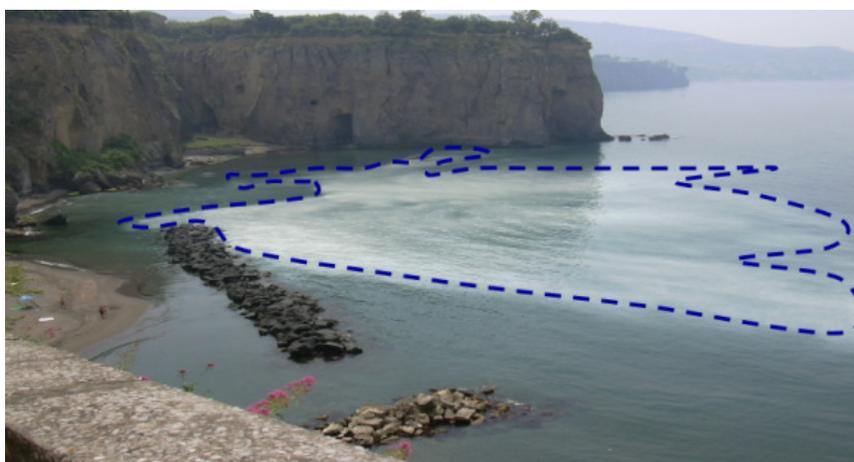


Figura 2 – Effetti nefasti di scarichi non autorizzati sull'ambiente (presenza di schiume in superficie nei pressi di uno scaricatore di piena a Piano di Sorrento (NA))

Poiché i possibili punti di immissione sono in quantità estremamente elevata e non facilmente sorvegliabili, la prevenzione di atti di immissione volontaria di sostanze nocive in una rete di drenaggio urbana (o in un corpo idrico superficiale) è sostanzialmente impossibile. In tali situazioni occorre pertanto:

- a) poter individuare rapidamente la presenza di una sostanza con concentrazioni non ammissibili, in maniera tale da poter intervenire tempestivamente, minimizzando il danno ambientale;
- b) poter risalire all'individuazione della sorgente dello scarico (e pertanto all'individuazione del soggetto responsabile dello stesso).

Il Progetto S.I.Mon.A. (**S**istema Integrato di competenze per il **MON**itoraggio, la protezione ed il controllo delle infrastrutture idriche, fognarie ed **A**mbientali), finanziato dalla Regione Campania nell'ambito del Progetto "Campus dell'Innovazione" si pone l'obiettivo di mettere a punto un Sistema Integrato che consenta il monitoraggio diffuso delle infrastrutture idriche e fognarie, nonché il monitoraggio ambientale. Il Progetto, della durata di 30 mesi, terminerà a Giugno 2015.

In tale ambito è stato individuato come sito pilota, atto a dimostrare le potenzialità dell'approccio proposto, una parte della rete fognaria del Comune di Massa Lubrense (NA), gestita dalla GORI spa. Tale sito è in fase di allestimento, è sarà equipaggiato sia con sensoristica commerciale sia con strumentazione di misura prototipale, appositamente sviluppata nell'ambito del progetto.

Lo scopo della presente memoria è quello di illustrare la struttura generale del progetto, demandando ad altre pubblicazioni la descrizione dei risultati specifici conseguiti.

2.La struttura del Progetto S.I.Mon.A.

Il progetto S.I.MON.A. si pone come obiettivo la realizzazione di un sistema in grado di:

- 1) individuare rapidamente la presenza di sostanze nocive in concentrazioni non tollerabili nelle reti di canali, artificiali e naturali;
- 2) risalire al luogo ed al tempo nei quali è avvenuta l'immissione delle suddette sostanze nocive;
- 3) individuare e segnalare tempestivamente situazioni che possono arrecare danno alle popolazioni;
- 4) individuare variazioni significative di portata convogliata, rappresentative della presenza di immissioni o di perdite in ambiente.

Il perseguimento dei predetti obiettivi è complicato dal fatto che gli scarichi non autorizzati e/o non conformi hanno, di norma, carattere temporaneo. Ciò impone di poter disporre di una rete di sensori estremamente diffusa sul sistema fognario, in maniera tale da minimizzare il tempo necessario ad individuare una contaminazione.

Tale sistema di monitoraggio consente di acquisire una mole di dati tale da permettere una simulazione "all'indietro" del processo di trasporto dell'inquinante. Infatti per realizzare tale individuazione (source location) occorre disporre di un set di misure di qualità sul sistema oggetto di studio, nonché di una conoscenza approfondita del funzionamento idraulico dello stesso. Con tali dati è possibile simulare "all'indietro nel tempo" il trasporto e la diffusione del contaminante, risalendo alla sua fonte.

A tal fine il sistema utilizza un modello di simulazione dell'idrodinamica e del trasporto nel sistema idraulico monitorato, alimentato mediante una rete di sensori quantitativi e qualitativi diffusi sullo stesso. La rete di sensori è connessa al centro di elaborazione dei dati mediante un idoneo sistema di trasmissione, come meglio descritto in seguito.

Il centro di elaborazione dati, oltre a ospitare i simulatori del sistema fognario, implementa sofisticate tecniche di rappresentazione della conoscenza. In effetti, poiché le infrastrutture idrauliche sono assai contigue alle attività quotidiane dell'uomo, esse possono rappresentare una fonte di pericolo per la popolazione sia per problemi connessi ad eventi accidentali sia ad attacchi e contaminazioni intenzionali. A tal proposito, nel progetto S.I.MON.A. si conduce un'attività di ricerca tendente sia a individuare e segnalare per tempo eventi che preannunciano condizioni di pericolo sia a salvaguardare infrastrutture di interesse strategico.

Arricchendo semanticamente la descrizione dei dati utilizzati per rappresentare il sistema idrico-fognario nonché la descrizione dei dati rilevati dai sensori, si possono ricavare informazioni che vanno ad aggiungersi a quelle che esplicitano le conoscenze degli esperti di dominio. Un ulteriore livello di conoscenza da rappresentare nel centro di elaborazione

dati è costituito dallo stato della rete registratosi in corrispondenza di eventi realmente accaduti dannosi per l'infrastruttura stessa oppure per l'incolumità di cose e/o persone.

Essendo la tempestività delle risposte dell'intero sistema un parametro di fondamentale importanza e data l'enorme mole di dati in gioco, il centro elaborazione dati è dotato di sistemi di calcolo ad alte prestazioni (allo stato attuale la griglia computazionale CRESCO, presente presso l'ENEA UTTP di Portici) e di sistemi intelligenti (anche in ambienti distribuiti) nonché di sistemi evoluti per basi di dati e di conoscenza.

Le problematiche relative alla trasmissione dei dati rilevati dai sensori sono riconducibili principalmente

- all'estensione delle reti fognarie da monitorare
- alle distanze dei sensori dal centro servizi per la raccolta e l'elaborazione dei dati
- al posizionamento in condotta fognaria dei sensori da cui vanno prelevati i dati (con problemi connessi sia alla loro protezione sia all'alimentazione elettrica).

Nel seguito di questa memoria si porrà l'attenzione sulla descrizione di alcune delle attività realizzate e in corso di realizzazione.

3. Il Sito Pilota

Il Sito Pilota prescelto per la sperimentazione del sistema SIMonA è la rete fognaria del comune di Massa Lubrense (NA). Tale rete si estende per lunghezza di circa 70 km, è prevalentemente di tipo misto (Tabella 1) cioè in grado di raccogliere nella stessa canalizzazione sia le acque di tempo asciutto che quelle di pioggia. Le canalizzazioni sono generalmente a pelo libero e soltanto in tratti particolari (condotte di mandata da stazioni di sollevamento) il loro funzionamento è in pressione.

Il sistema ha due recapiti finali: il depuratore di Massa Centro e il depuratore di Marina del Cantone. Ai fini dello studio è stata considerata la sola parte (prevalente) che scarica a Massa Centro. Inoltre, è stata ricostruita l'intera rete fognaria dalla GORI s.p.a. posizionando secondo un sistema di coordinate georiferite i manufatti in essa presenti quali pozzetti di ispezione, scaricatori di piena, impianti di sollevamento e impianti di depurazione.

RETE FOGNARIA DI MASSA LUBRENSE		
FOGNATURA MISTA	61.60	km
FOGNATURA NERA	4.10	km
CONDOTTE DI RILANCIO	6.64	km

Tabella 1 - Caratteristiche del Sistema fognario di Massa Lubrense

In particolare, il depuratore di Massa Centro raccoglie i reflui provenienti dalle zone di Termini, Schiazzano, Torca, Sant'Agata, Pastena, San Francesco, Marina della Lobra, Marciano, Santa Maria Annunziata, Monticchio, Massa Centro, Acquara mentre il depuratore di Marina del Cantone quelli provenienti dalla zona di Nerano. Per quanto riguarda il funzionamento dell'intero sistema si può distinguere un funzionamento a gravità, in cui il refluo recapita direttamente all'interno dell'impianto di depurazione e un funzionamento non a gravità in cui si necessita di impianti di sollevamento per portare il refluo da una quota minore ad una quota maggiore.

In Figura 3 è rappresentata la rete fognaria con l'indicazione dei due recapiti finali.

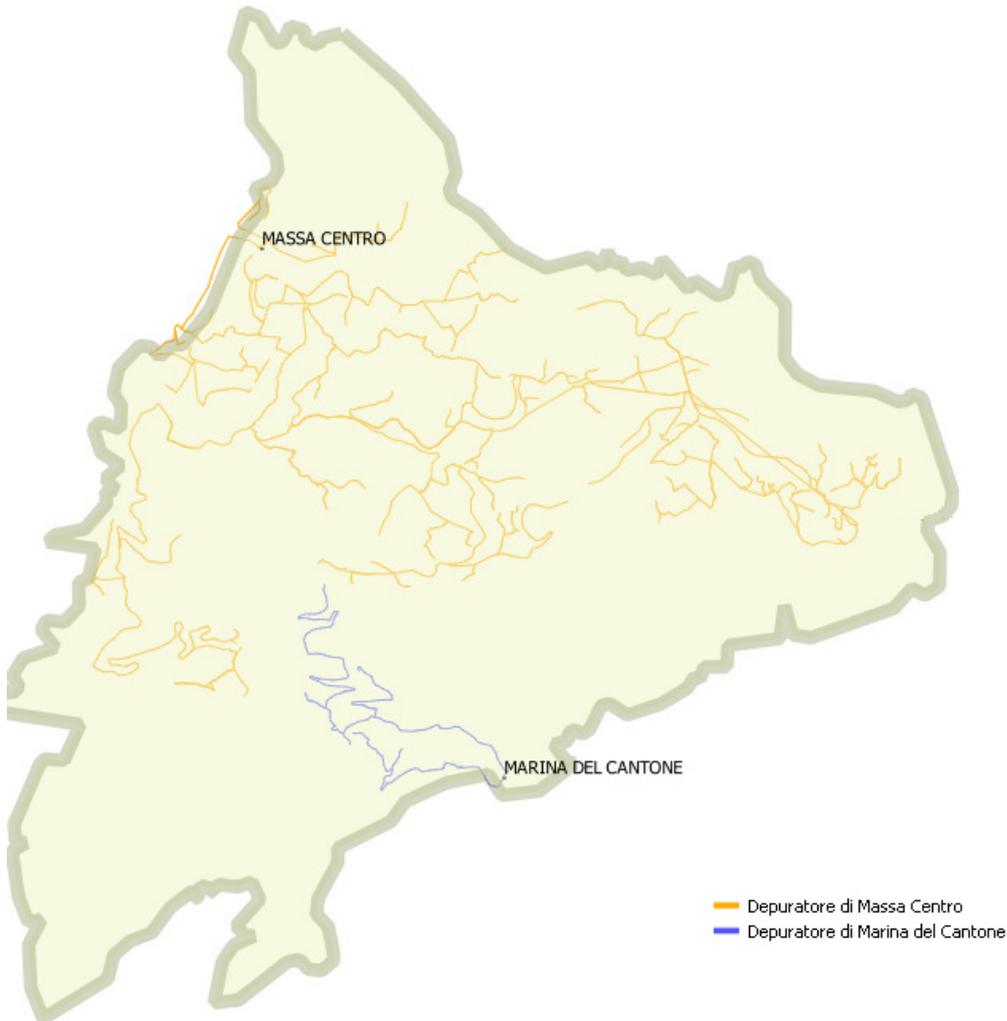


Figura 3 - Rete fognaria di Massa Lubrense e recapiti finali

4 Il Modello idraulico del sito pilota

Collezionando le informazioni necessario dai database disponibili presso il Gestore del Sito Pilota (GORI spa), è stato messo a punto un modello in SWMM5 (Rossmann, 2010) del sito pilota.

In relazione alla modellazione idraulica di una rete fognaria reale il reperimento e la qualità dei dati di input è un elemento cruciale. A tal fine sono state effettuate le seguenti operazioni:

- Verifica della disponibilità dei dati necessari presso gli uffici dell'Ente Gestore del servizio idrico;
- Definizione della fonte e della modalità di organizzazione dei dati aziendali;
- Individuazione del formato di estrazione dei dati, per verificare la loro compatibilità con quelli richiesti per il funzionamento del software;

I dati presenti nei database aziendali sono organizzati in maniera distinta e separata a seconda della tipologia di dati. Il GIS (Geographic Information System) è in grado di rappresentare, organizzare, acquisire, visualizzare informazioni derivanti da dati geografici

georeferenziati. L'informazione territoriale può essere in formato vettoriale o raster; il dato vettoriale è costituito da tre caratteristiche:

- Geometria: rappresentazione cartografica degli oggetti come la forma e la posizione mediante punti, linee, poligoni.
- Topologia: relazione reciproche tra gli oggetti come la connessione.
- Informazioni: riguardanti i dati associati ad ogni oggetto.

Il formato raster è in grado di rappresentare il dato reale attraverso una matrice di celle dette pixel; ad ogni pixel corrisponde l'informazione che esso rappresenta. Nel caso in esame il formato è di tipo vettoriale per cui ad ogni elemento corrispondono coordinate planimetriche, quote, diametri, lunghezze ecc. Nel GIS i dati possono essere estratti come shape file e in formato xls. Per i nodi, i principali dati disponibili sono: l'identificativo, le coordinate planimetriche e la quota (s.l.m); per i collettori: le coordinate dei nodi che identificano l'inizio e la fine di un collettore, la lunghezza (espressa in metri), la tipologia (misto o separato), la geometria e la tipologia di sezione (aperta o chiusa), il materiale, il tipo di pavimentazione, la pendenza; per gli scarichi sono presenti la tipologia ed il recapito di depurazione; per i pozzetti oltre alle coordinate planimetriche, la tipologia (ad esempio se si tratta di un pozzetto di salto), il tipo di sistema (misto, separato), le dimensioni geometriche del manufatto, il materiale; per gli scolmatori sono presenti oltre le coordinate planimetriche, la tipologia (scolmatore o sfioratore o scaricatore di piena); per l'impianto di depurazione sono riportate la tipologia e le condizioni di esercizio. Oltre al GIS esiste un altro database, il SIU (Sistema informativo Utenze), in cui sono racchiuse informazioni relative ai consumi dell'utenza (previsti o effettivi) da cui sono ricavabili le portate immesse all'interno del sistema fognario; attualmente tali consumi si riferiscono all'intervallo temporale 2006 – 2011 e sono espressi in metri cubi. L'estrazione dei dati è disponibile nel formato xls. Per quanto riguarda gli impianti di sollevamento i dati principali sono presenti in AQU SNAP (software di gestione dati) e forniti dal Centro Operativo GORI nel formato xls; in particolare la tipologia di pompa, il modello, la prevalenza e la portata riferita al massimo rendimento (attraverso i quali è possibile ricostruire la curva caratteristica della pompa, dato di input necessario all'interno di SWMM), il numero di giri, la posizione nell'impianto (all'interno o all'esterno di una vasca); nel GIS sono presenti soltanto le coordinate della posizione dell'impianto di sollevamento; sono disponibili inoltre all'interno del telecontrollo, in formato xls e pdf, il numero delle pompe, lo schema di funzionamento (serie o parallelo) e il livello delle vasche all'interno del quale sono inserite le pompe, le condizioni di funzionamento (on-off); risulta inoltre disponibile la cartografia relativa ai comuni presenti nell'ATO in formato dwg.

Nella fase di reperimento dati sono state riscontrate diverse criticità inerenti sia la quantità che la qualità dei dati necessari ad una corretta modellazione; una prima criticità si riscontra nel fatto che tutti i dati disponibili sono presenti in database diversi e indipendenti che non comunicano tra loro per cui è necessario consultarli singolarmente; per poter ottenere un'ottimizzazione dell'intera gestione dati si potrebbe pensare di creare un unico database che consenta una rapida interrogazione e disponibilità di informazioni con una elevata frequenza di aggiornamento.

All'interno del database del GIS, non tutti i campi risultano riempiti o completi (ad esempio non sono indicate alcune unità di misura) per cui è stato necessario classificare la tipologia di dati in funzione della disponibilità attuale o di quella futura.

Per poter creare un modello di simulazione idraulica è necessario conoscere alcune caratteristiche fondamentali dei collettori fognari come la scabrezza. Questo parametro è previsto ma non disponibile all'interno del GIS per cui è necessaria una stima dello stesso (poiché è richiesto come dato di input in SWMM) facendo riferimento alla tipologia di materiale ed al relativo anno di posa (anche se questo parametro è previsto ma non immediatamente disponibile); è possibile inoltre una valutazione della stessa facendo riferimento alle tabelle presenti in letteratura in base all'effettivo stato di usura delle pareti interne dei collettori ed in funzione della tipologia di materiale. Per quanto riguarda invece i manufatti, come ad esempio i pozzetti, pur essendo note le coordinate planimetriche, non sono sempre presenti o lo sono in parte, la tipologia (se sono di salto, di confluenza, di ispezione, caditoie stradali) e le relative caratteristiche geometriche, per cui sarebbe necessario conoscerle in maniera dettagliata insieme al relativo funzionamento idraulico; anche per gli scolmatori non sono specificate sempre la tipologia, la configurazione (se sono sfioratori laterali, frontali, scaricatore a salto) e le relative portate sfiorate con tutte le caratteristiche geometriche. Inoltre, facendo riferimento ai dati presenti nel GIS, non tutte le opere risultano connesse alla rete fognaria; in particolare alcuni impianti di sollevamento sono sconnessi (tratto di rete non riportato) per cui bisognerebbe capire come questi sono effettivamente collegati. In relazione a quest'ultima tipologia di manufatti il software in ingresso richiede l'identificativo del nodo iniziale e di quello finale poiché li considera come fossero collegamenti; nel GIS, invece, essendo schematizzati come nodi, vengono fornite le coordinate planimetriche degli impianti; pertanto è stato necessario convertire tali informazioni nel formato di input per il software.

Altro problema significativo è stato riscontrato all'interno del SIU riguardo i consumi delle utenze e, di conseguenza, i volumi d'acqua ad esse associate. I dati presenti sono relativi ai consumi effettivi e presunti per cui risulta difficoltosa una precisa stima degli stessi; inoltre esiste un problema di "corrispondenza" dei dati presenti all'interno del GIS e quelli del SIU poiché, in seguito ad una variazione di nome delle vie o dei numeri civici delle utenze servite, i database non sono stati aggiornati. Può accadere quindi che ad una stessa via siano associati diversi nomi per cui bisogna "allineare" i dati del GIS con quelli del SIU al fine di far corrispondere ad ogni utenza il relativo consumo.

Altra criticità riscontrata è relativa all'insufficienza di dati presenti all'interno del telecontrollo poiché attualmente sono disponibili soltanto dati relativi allo stato delle pompe (on/off), ai livelli delle vasche all'interno delle quali sono presenti le pompe e alle portate in ingresso all'impianto di depurazione. Per poter realizzare un modellazione più dettagliata e precisa sarebbe necessario potenziare l'attività di telecontrollo mediante dispositivi di misura inseriti in nodi strategici che permettano di arricchire le informazioni attualmente presenti (misuratori di portata, pluviografi, ecc.).

Una delle problematiche principali consiste nel fatto che non sono presenti in alcun database informazioni relative alle altezze e all'intensità di pioggia che sono fondamentali per la corretta realizzazione del modello idraulico. Per la stima delle altezze di pioggia bisogna far quindi riferimento ad altri database o altri enti come ad esempio la Protezione Civile; questo perché non sono presenti sul territorio dispositivi (come pluviometri o pluviografi, che hanno il compito di fornire la distribuzione e la durata delle precipitazioni) di proprietà dell'ente gestore in grado di fornire dati storici.

Un ulteriore problema è relativo all'individuazione dei bacini imbriferi che rappresentano la porzione di territorio in grado di raccogliere le acque meteoriche che defluiscono e raggiungono una sezione di chiusura; è necessario conoscere l'area, la pendenza, la copertura vegetale o l'uso del suolo, la percentuale di superficie permeabile o impermeabile. Per ovviare a tale problema l'individuazione dei bacini è stata effettuata su cartografia digitale, presente in formato dwg, facendo riferimento alle curve di livello e all'orografia del terreno; purtroppo per l'area oggetto di studio non sono presenti inoltre carte in formato digitale relative all'uso del suolo.

Il modello idraulico è stato integrato all'interno di un più complesso modello volto alla soluzione del problema inverso della source location, dettagliatamente descritto in Banik et Al. (2014).

5. La Rete di Sensori

Come discusso nei paragrafi precedenti, l'uso del modello idraulico per la risoluzione del problema inverso della source location necessita dell'installazione su campo di una rete di sensori per misure in tempo reale. Demandando alle pubblicazioni specifiche, in fase di preparazione, per i dettagli, in questa sede si vogliono descrivere solo gli elementi fondamentali di tali apparati.

I sensori qui considerati possono essere distinti in:

- Sensori per la misura di parametri idraulici;
- Sensori per la misura di parametri fisico-chimici.

Inoltre occorre distinguere fra la sensoristica commerciale e quella specificamente sviluppata nell'ambito del progetto. Facendo riferimento a quest'ultima tipologia, bisogna mettere in evidenza come vi siano state due ragioni fondamentali per lo sviluppo di sensoristica ad hoc:

- La necessità di disporre di sensori a bassissimo consumo energetico, che potessero essere installati anche in punti nei quali l'alimentazione elettrica era assente (condizione comune all'interno dei pozzetti fognari);
- La necessità di misurare in tempo reale e con notevole affidabilità alcuni parametri.

Per quanto concerne la prima categoria, l'ENEA UTTP di Portici ha sviluppato sensori fisici di presenza / assenza del refluo, volti a monitorare le condizioni di funzionamento degli scaricatori di piena, nonché sensori di misura della qualità a stato solido, sul modello di quelli già sviluppati per i gas e definiti "naso elettronico" (De Vito et Al., 2009).

Alla seconda categoria appartiene uno specifico strumento di misura, il LOADMON (Russell et Al., 2003), già sviluppato da uno dei partner del progetto, il Water Research Centre (WRc) di Swindon (UK), e adattato alle specifiche esigenze di S.I.Mon.A..

Loadmon sfrutta un approccio innovativo per rilevare e misurare i carichi inquinanti nelle acque reflue e nei corpi idrici superficiali; viene sfruttata una tecnica "ottica" che rende misurabili in un canale aperto i solidi sospesi e il carico organico presenti nell'acqua reflua, per esempio, nell'effluente di un impianto o nell'acqua superficiale.

L'obiettivo principale del progetto era infatti lo sviluppo e la produzione di uno strumento specifico per la misura della portata e degli inquinanti, del carico organico e dei solidi sospesi presenti nelle acque reflue. WRc ha sviluppato il prototipo ed ha proceduto ai test di laboratorio per verificarne l'efficacia.

Durante le sperimentazioni il Loadmon ha dimostrato di essere efficace nel monitorare il carico (come COD) in ingresso all'impianto di depurazione e la qualità dell'effluente. L'attuale prototipo del Loadmon viene installato, come mostrato nello schema riportato di seguito, sopra il canale esistente e acquisisce le informazioni attraverso i sensori ottici, quindi senza entrate in contatto fisico con l'acqua.

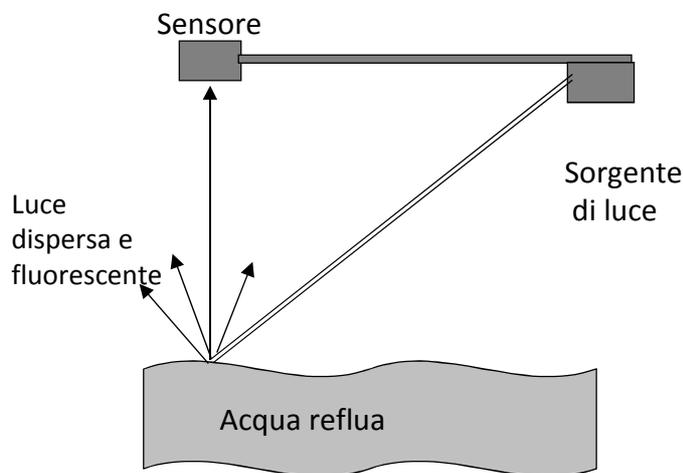


Figura 4 - Schema di installazione del prototipo Loadmon

Il sensore ottico e la sorgente di luce possono essere scelti in modo da poter effettuare un elevato range di misure. La scelta di sensori e sorgenti è l'area da sviluppare per le nuove applicazioni e per estendere il controllo e la misura a parametri differenti da quelli iniziali.

Tra le grandezze già misurate si possono citare: Fluorescenza, Diffusione a 880 nm, Torbidità, Riflettanza e Assorbanza UV-Vis, Riflettanza nell'infrarosso vicino, Riflettanza nel medio infrarosso

Russell et Al. (2003) hanno dimostrato che la migliore tecnica per la stima del carico organico sia la fluorescenza, seguita dalla assorbanza a 254 nm. La diffusione della luce infrarossa a 35° presenta buone correlazioni con i solidi sospesi e la torbidità. Il prototipo esistente è basato proprio su queste tecniche.

La gamma delle operazioni eseguibili corrisponde alle differenti applicazioni richieste. In tabella sono riportati prototipo per prototipo le capacità operative e le applicazioni per le quali sono impiegabili. In particolare per le reti fognarie e i canali aperti è necessario avere prototipi che possano operare a profondità di almeno un metro dalla superficie monitorata.

Prototipo	Livello	Applicazioni
Short range scatter (0.1-0.2 m)	Fisso	Effluente finale (all'impianto di depurazione), effluente sfiorato
Short range fluorescence	Fisso	
Long range scatter & fluorescence (0.5-2 metres)	0.5 – 2.0 m	Come per lo short range, ma anche in reti di drenaggio

Tabella 2 – Prototipi del Loadmon

Il prototipo “long-range” è stato realizzato proprio per essere impiegato sui sistemi fognari in prossimità dell’impianto di trattamento. Questo sistema impiega 2 diodi laser (laser 1 e laser 2) che lavorano a differenti lunghezze d’onda. Ha inoltre uno specchio rotante che, grazie al controllo computerizzato, permette alla luce di scansare la superficie dell’acqua in modo che la sua dispersione (scattering) possa essere captata dal sensore.

In sintesi la misura senza contatto dei solidi sospesi e del carico organico basata sulla misura della luce dispersa e della fluorescenza è un metodo valido. Sia le sperimentazioni effettuate in prossimità degli impianti di trattamento che quelle effettuate in fognatura hanno dato risultati soddisfacenti.

Loadmon offre particolari vantaggi nell’ottica di monitorare le reti; può essere lasciato in situ per lunghi periodi, non richiede operazioni di manutenzione ed ha presentato una buona affidabilità nella misura dei parametri richiesti. Infatti essendo la misura non a contatto, non richiede meccanismi di pulizia, riducendo il consumo energetico ed essendo quindi alimentabile a batteria.

Può essere utilizzato sia in presenza di alto battente d’acqua sia in situazioni di bassi livelli (altezza minima 20 mm). Ciò lo rende efficace per determinare fuoriuscite o immissioni non autorizzate in canali asciutti.

La rete di sensori, in fase di installazione, consentirà il test su campo dell’intero sistema S.I.Mon.A. nel corso dei primi mesi del 2015.

6.Conclusioni

I Gestori del Servizio Idrico Integrato (S.I.I.) sono sovente impegnati nella risoluzione di problemi connessi a scarichi non autorizzati e/o non conformi ai limiti di legge in fognatura. Il progetto S.I.Mon.A. si pone come obiettivo quello di costruire uno strumento integrato per gestire tali situazioni. Le tecnologie sviluppate sono attualmente in fase di installazione sul sito pilota di Massa Lubrense (NA), e la loro sperimentazione su campo consentirà la validazione dell’approccio proposto.

Riferimenti

Banik B.K., Di Cristo C., Leopardi A. (2014) SWMM5 toolkit development for pollution source identification in sewer systems. Procedia Engineering, in press.

De Vito S., Piga M., Martinotto L., Di Francia G. (2009) CO, NO₂ and NO_x urban pollution monitoring with on-field calibrated electronic nose by automatic bayesian regularization. Sensors and Actuators B: Chemical Volume 143, Issue 1, 4 December 2009, Pages 182–191

Rossmann L.A. (2010) SWMM User’s Manual ver5.0. Report EPA/600/R-05/040

Russell S.L., Marshallsay DR, MacCraith B, Devisscher M. (2003) Non-contact measurement of wastewater polluting load--the Loadmon project. Water Sci Technol. 2003;47(2):79-86.