



Ente Regionale Servizio Idrico Integrato



**“DISINQUINAMENTO FIUME PESCARA
POTENZIAMENTO SISTEMA DEPURATIVO COMUNE
DI PESCARA
NUOVO PARCO DEPURATIVO”**

Delibera CIPE n. 55/2016

**Relazione sullo stato attuale del sistema fognario
cittadino ed individuazione degli interventi prioritari**



Documento di indirizzo alla progettazione

Art. 10 Regolamento 207/2010 ed art. 23 comma 5 D.L. 50/2016

INDICE

- 1 PREMESSE
- 2 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO DELLA RETE FOGNARIA E
 DEL DEPURATORE DI PESCARA
 2.1 - rete fognaria e sollevamenti
 2.2 - impianto di depurazione
- 3 LA PORTATA MEDIA NERA DI TEMPO ASCIUTTO Q_m
 3.1 – premesse
 3.2 - valutazione della Q_m
 3.3 - conclusioni
- 4 LE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA – STATO DELL'ARTE
 4.1 – considerazioni generali
 4.2 - simulazioni e risultati della ricerca
 4.3 - possibili criteri di progettazione
 4.4 - conclusioni
- 5 LE VASCHE DI PRIMA PIOGGIA – LA REGIONE ABRUZZO
- 6 SCHEMA DI FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI
- 7 CONSIDERAZIONI SUL SISTEMA SEPARATO E SUL SISTEMA MISTO
- 8 PROBLEMI PRIORITARI E POSSIBILI SOLUZIONI A BREVE TERMINE
- 9 GLI INTERVENTI DEL PARCO DEPURATIVO
- 10 CONCLUSIONI

1. PREMESSE

L'impianto fognario del Comune di Pescara è di tipo misto; si estende per una lunghezza complessiva di circa 300 km su un territorio di circa 33 kmq ed è composto da tubazioni e canali di varie sezioni e materiali.

I reflui vengono convogliati presso l'impianto di depurazione di via Raiale, realizzato negli anni dal 1972 al 1976 ed avviato nel 1980.

Allo stato attuale l'impianto fognario cittadino, malgrado il buon funzionamento globale sia del depuratore che dei vari sollevamenti presenti lungo le reti, risente soprattutto dei consistenti ed improvvisi aumenti di portata che si verificano durante le maggiori piogge, come tipicamente avviene nei sistemi fognari di tipo unitario; le problematiche più importanti ed urgenti da risolvere consistono nel limitare gli sfiori, regolamentare tutti i rapporti di diluizione e garantire, durante gli eventi, la laminazione delle acque di prima pioggia.

Al fine di migliorare l'efficienza dell'intero sistema depurativo e tutelare maggiormente la sanità ambientale nella città di Pescara, l'ERSI, di concerto con la Regione Abruzzo, ha più volte inoltrato istanze di finanziamento presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare; con delibera CIPE n° 55 del 01-12-2016 - Piano Operativo Ambiente "Interventi per la tutela del territorio e delle acque" – Settore Risorse Idriche - Asse 2 - OS. 2.2 - Settore Idrico Integrato - Area Mezzogiorno – è stato finanziato l'intervento: "Disinquinamento Fiume Pescara - Potenziamento sistema depurativo Comune di Pescara - nuovo Parco Depurativo" per € 16.000.000,00 che, con il cofinanziamento da parte del Gestore del Servizio Idrico Integrato in misura del 20%, determina un investimento complessivo pari ad € 20.000.000,00.

Nel mese di settembre 2017 l'ERSI, di concerto con il Gestore unico del Servizio Idrico soc. ACA SpA, ha redatto una prima relazione sul tema di cui questo studio rappresenta un significativo approfondimento, sia dal punto di vista delle problematiche trattate che da quello della scelta degli interventi del Parco Depurativo, rappresentando inoltre un documento di indirizzo alla progettazione, utile nelle successive fasi del procedimento.

E' ragionevole ipotizzare, stante la complessità dei temi trattati ed il livello di indeterminazione tipico di simili fenomeni, che, nel prosieguo del lavoro sul Parco Depurativo, risulteranno utili o, addirittura, necessari ulteriori documenti di studio e programmazione da parte dell'ERSI, anche sulla base di analisi e monitoraggi che il Gestore del Servizio Idrico dovrà effettuare con regolarità in relazione ad ogni nuovo intervento realizzato, tenuto conto che tali interventi, anche nella più evoluta letteratura tecnica, sono trattati esclusivamente su basi empiriche e sperimentali, non esistendo rigorosi metodi matematici per il loro dimensionamento.

2. CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO FOGNARIO CITTADINO

Si riporta nel seguito una sintetica descrizione dell'impianto fognario della città di Pescara.

2.1 rete fognaria e sollevamenti

L'intero sistema fognario (vedi planimetria dello stato di fatto allegata) è caratterizzato dalla presenza di alcune dorsali principali, che fungono da ricettori finali del complesso ed articolato reticolo cittadino:

- *Collettore rivierasco Nord*
- *Collettore golenale nord*
- *Collettore golenale sud*
- *Bardet 1*
- *Bardet 2*
- *Bardet 3*
- *Collettore Collinare Via di Sotto Pescara*
- *Collettore Collinare Via Colle Innamorati Pescara*
- *Collettore Via Prati*

Attraverso tali dorsali, i liquami confluiscono presso il depuratore di Via Raiale per mezzo di una serie di impianti di sollevamento, i cui principali sono i seguenti:

- **Sollevamento B0 (Madonnina)**
- **Sollevamento Capacchietti**
- **Sollevamento golenale ISD-IS9**
- **Sollevamento Bardet 1**
- **Sollevamento Bardet 2**
- **Sollevamento Camuzzi**
- **Sollevamento Via Ombrone**
- **Sollevamento Via Primovere**
- **Sollevamento Stadio**

Al depuratore confluiscono, inoltre, la rete fognaria di San Giovanni Teatino, tramite il sollevamento terminale posto all'interno del depuratore stesso e la rete fognaria di Spoltore, tramite il sollevamento di Viale Europa.

Quanto sopra descritto è riportato nella allegata planimetria dove sono altresì individuate, sebbene in maniera non rigorosa, le superfici dei vari bacini scolanti.

Evidente come i sollevamenti rappresentino i punti critici dell'intero sistema poiché in corrispondenza di questi si verificano sfiori in caso di piogge copiose e persistenti.

Gli impianti di sollevamento interessati dagli sfiori, in caso di pioggia, sono i seguenti:

Sponda NORD

- *B0*
- *Via lungofiume dei Poeti*
- *Via Gran Sasso*
- *Le Mainarde*
- *Capacchietti*
- *Via Cagliari Spoltore*

-Viale Europa Spoltore

Sponda SUD

- Bardet 1

- Bardet 2

- Camuzzi

- IS5 (Sollevamento Golenale prima di ISD)

- ISD-IS9

- Via Ombrone (sfiora su fosso Cavone)

- Sollevamento Via Primovere che sfiora a Fosso Vallelunga

- Sollevamento Via Naz. Adriatica Sud che sfiora su Fosso Vallelunga

Tutti gli sfiori avvengono con rapporti di diluizione superiori a 4 volte, come si può evincere dalla tabella e dallo schema planimetrico allegati, tranne i seguenti:

- 1) sollevamento Capacchietti $R = 3,2$
- 2) sollevamento Via Ombrone $R = 3,7$
- 3) sollevamento Bardet 1 $R = 3,9$.

2.2 impianto di depurazione

Allo stato attuale, funziona con i seguenti carichi medi in ingresso:

- Portata giornaliera: 75.000 m³/giorno
- Portata media in ingresso: 3.125 m³/h
- Portata di punta in ingresso: 3.750 m³/h
- BOD5 in entrata: 11.000 Kg/d (pari a 157 mg/l)
- COD in entrata: 19.500 Kg/d (pari a 280 mg/l)
- TKN in entrata: 1.400 Kg/d (pari a 20 mg/l)

Nel corso degli anni sono state effettuate modifiche ed integrazioni di cui l'ultima, denominata I° stralcio funzionale, ha portato alla configurazione attuale.

Con tale configurazione l'impianto non riesce a trattare portate superiori a 3.750 mc/h pertanto, in caso di pioggia, le portate eccedenti i 3.750 mc/h, fino ad un massimo di circa 4.200 mc/h, vengono by-passate, dopo i pretrattamenti, alla disinfezione finale con acido peracetico.

Per aumentare l'efficienza impiantistica sono stati appaltati ed aggiudicati gli interventi di potenziamento - II° stralcio - con finanziamento *Sblocca Italia* di € 8.500.000 ed è stato programmato un ulteriore intervento di potenziamento - III° stralcio - con finanziamento *Masterplan* di € 4.000.000,00.

- **Al termine dei lavori di potenziamento di cui agli interventi di II° e III° stralcio sopra citati l'impianto sarà in grado di trattare le portate indicate nella tabella seguente ed in particolare, in caso di pioggia, fino a 12.500 mc/h con una portata massima di trattamento biologico pari a 6.250 mc/h.**

Tabella I - dati a base di calcolo dell'impianto in condizioni finali di III° fase

PARAMETRI	UNITA' DI MISURA	VALORI
Portata idraulica giornaliera	mc/g	75.000
Portata media in ingresso	mc/h	3.125
Portata di punta in ingresso	mc/h	4.600
Portata max. ammessa all'impianto 4Qm	mc/h	12.500
Portata max. ammessa al biologico 2Qm	mc/h	6.250
Carico organico in BOD5 in ingresso	kg/g	13.200
Carico organico <i>specifico</i> in BOD5 in ingresso	ppm	176
Carico organico in COD in ingresso	kg/g	23.400
Carico organico <i>specifico</i> in COD in ingresso	ppm	312
TKN (Total Kieldahl Nitrogen)	kg/g	2.625
TKN - valore <i>specifico</i>	ppm	35
Fosforo (come P)	kg/g	480
Fosforo (come P) concentrazione <i>specifica</i>	ppm	6,40

Tali valori delle portate, come si dirà meglio nel seguito della presente ed, in particolare, nel successivo capitolo sul calcolo della Portata nera media – Qm - risultano maggiori di quelli ottenibili con un rapporto di diluizione $R = 4$.

3. LA PORTATA NERA MEDIA DI TEMPO ASCIUTTO Q_m

3.1 premesse

Ai fini progettuali è molto importante definire in modo omogeneo ed univoco la portata nera di tempo asciutto che circola nelle fogne di Pescara, nei collettori principali e che entra nel depuratore per essere immessa, dopo adeguato trattamento, tramite lo scarico terminale, al fosso Cavone; la portata che interessa i vari rami della fogna ed il depuratore è variabile nel tempo e pertanto è necessario definire una portata di riferimento da utilizzare per le varie elaborazioni progettuali e per le verifiche di funzionalità idraulica e depurativa.

Le norme nazionali e regionali fanno riferimento alla portata nera media giornaliera caratterizzandola con il simbolo Q_m ; anch'essa è variabile giorno per giorno durante l'anno e pertanto è necessario precisare il metodo di calcolo.

Il valore di Q_m è importante per le fogne in quanto consente di valutare la portata di punta cioè la massima portata nera in tempo asciutto sia nelle fogne miste che in quelle separate; consente cioè di valutare la massima portata che può transitare prima di effettuare l'accumulo delle acque di pioggia ed il successivo scollamento al mezzo recipiente.

Tale valore è di grande importanza per il depuratore in quanto le unità depurative sono dimensionate per una portata multipla di Q_m .

Immettere nel depuratore portate eccessivamente più elevate di Q_m quali quelle derivanti da acque meteoriche, acque di falda, acque di sorgente, acque irrigue, provoca alterazioni delle caratteristiche microbiologiche del fango attivo con insorgenza di bulking-foaming, con incremento dello sludge volume index ecc. il cui effetto dannoso sui processi depurativi si protrae a lungo.

Per tale motivo la normativa e la legislazione fissano i valori limite di portata da trattare rispetto a Q_m .

In Abruzzo il documento *"Iter e linee guida per l'approvazione di progetti di impianti di depurazione di acque reflue urbane"* allegato come parte integrante alla deliberazione di Giunta Regionale n. 227 del 28/03/2013 all'art. 2.3 indica che la portata da scollare, cioè da non convogliare al depuratore, deve essere superiore a oltre 4 volte la portata media Q_m .

La Determina 2013-000534 dell'01/03/2013 del Servizio competente dell'Amministrazione Provinciale, nel rinnovare l'autorizzazione dello scarico dell'effluente proveniente dall'impianto di trattamento delle acque reflue urbane del comune di Pescara nel fosso Cavone, prescrive che "la portata da convogliare all'impianto non dovrà essere superiore a 4 volte la portata nera di media di tempo asciutto".

D'altra parte scollare portate troppo prossime al valore Q_m significa immettere nel mezzo recipiente portate non sufficientemente diluite che possono quindi pregiudicare le

caratteristiche igieniche dell'acqua fluente e compromettere il raggiungimento degli obiettivi di qualità del corpo idrico come definiti dal PTA.

In dipendenza di tali considerazioni è opportuno analizzare con accuratezza i metodi di calcolo della portata nera media di tempo asciutto Q_m per definirne il valore reale.

La portata affluente al depuratore di Pescara in tempo asciutto è misurata tramite un canale venturi posto all'ingresso del depuratore opportunamente tarato e validato il 22/07/2016; la misura continua del livello d'acqua nel canale, nel punto tecnicamente opportuno, effettuata mediante un misuratore di livello ad ultrasuoni, consente di determinare mediante la curva $Q=Q(h)$ la portata in transito che viene anche registrata in modo continuo. La portata media viene così determinata dividendo il volume transitato in un dato periodo per il tempo.

Tale valore è stato definito dal gestore dell'impianto analizzando tali dati per un periodo sufficientemente lungo e corrisponde a 868 l/sec come si desume dalla nota n. 697 del 19/09/2017 di Ersi Abruzzo.

E' ovvio che tale portata media non è assolutamente considerabile come la portata media nera Q_m .

Ed infatti la differenza, anche sostanziale tra le due, è determinata dalle infiltrazioni di acqua di falda in tutta la rete di raccolta e di adduzione delle acque nere, dalla immissione in rete di acque non nere quali acque sorgive, acque irrigue come quelle che alimentano il getto monumentale del laghetto della pineta dannunziana ecc.

In definitiva occorre distinguere la porta nera Q_m dalla portata diluita misurabile e misurata all'ingresso del depuratore, in tempo asciutto.

Si fa notare che la portata misurata con il canale venturi all'ingresso del depuratore è l'unica misura di portata sulla rete fognaria

Ciò è fondamentale in quanto il valore della Q_m costituisce valore di calcolo e di verifica delle unità operative del depuratore e degli scolmatori delle acque di prima pioggia.

I documenti tecnici di cui si è a conoscenza, emanati dalla regione Abruzzo, non riportano in modo esplicito le modalità di calcolo della Q_m .

Si è riscontrata però la seguente indicazione nel Rapporto di Consulenza della Università degli Studi di L'Aquila dal titolo "*Attuazione delle norme del D. Lgs. 152/1999 di competenza regionale*": le portate nere diluite siano commisurate a 3-5 volte le portate nere medie (cioè la Q_m); ne consegue che nell'impianto saranno convogliate portate di pioggia pari a 2-4 volte le portate nere medie (cioè la Q_m).

Altra indicazione utile proviene dalla Regione Lombardia che parla di portata nera calcolata come media giornaliera per gli apporti civili (cioè la Q_m).

3.2 valutazione della Qm

3.2.a (primo metodo): Le acque nere che teoricamente pervengono al depuratore e che sono rappresentate dal loro valore medio Qm, escludendo cioè quelle di altra natura quali infiltrazioni da falda, acque irrigue, acque sorgive ecc, sono quelle immesse nelle fogne dagli abitanti degli agglomerati mediante gli scarichi delle acque loro fornite dalla rete potabile, e cioè da lavandini, bagni, vasche, docce ecc. Pertanto è accettabile e realistico valutare Qm, sia affluente al depuratore sia circolante nei vari rami della rete fognante, in base al volume d'acqua consegnato agli utenti della rete potabile di Pescara, S. Giovanni Teatino, Spoltore, comuni che sono attualmente tributari del depuratore di Pescara.

Il gestore del Servizio Idrico integrato ha fornito i seguenti dati, elaborati per il censimento ISTAT delle acque potabili con anno di riferimento 2014 per il fatturato, anno 2015 per il distribuito, anno 2014 per la popolazione residente:

COMUNE	ABITANTI	VOLUMI EROGATI MC/ANNO
Pescara	121.366	9.923.918
S. Giovanni Teatino	13.884	1.075.080
Spoltore	19.306	1.166.813

Sommando a tali volumi fatturati dal gestore: 1) il volume non autorizzato, non misurato, fatturato - 2) il volume misurato, fatturato, utilizzato - 3) il volume non misurato, fatturato, autorizzato, i consumi di tutta la utenza risultano i seguenti:

Comune di Pescara: 10.330.715 mc/anno pari a 328 l/sec

Comune di S.G Teatino: 1.080.455 mc/anno pari a 34 l/sec

Comune di Spoltore: 1.162.597 mc/anno pari a 37 l/sec

In base a tali dati si può concludere che la portata nera media annua che l'utenza convoglia, tramite il sistema fognante dei tre comuni, al depuratore di Pescara, è pari a:

$$328 + 34 + 37 = 399 \text{ l/sec}$$

Si fa notare che una volta distaccate dal depuratore di Pescara le fogne di S. G. Teatino e di Spoltore, la portata nera media annua affluente al depuratore di Pescara diventerà **328 l/sec**

Si pone in evidenza che tali valori di portata nera media annua non possono essere utilizzati per i calcoli da sviluppare in quanto, più correttamente e realisticamente, vanno cercati i massimi valori medi per periodi più ristretti dell'anno, al fine di poterli assumere per le verifiche delle unità operative del depuratore e degli scolmatori di piena nelle condizioni peggiori.

Valori per intervalli di tempo ancora più ristretti, peraltro non disponibili, sembrano poco significativi in rapporto alla inerzia idraulica del sistema fogne-depuratore.

Il Gestore ha fatto presente che la portata erogata dai serbatoi dell'acqua potabile, ossia la portata fornita agli utenti che affluisce alle fogne, varia nel corso dell'anno ed ha fornito al riguardo i seguenti dati medi bimestrali per il territorio del comune di Pescara e per l'anno 2014:

bimestre	Portata media giornaliera [mc/g]	Portata in [l/s]
1°	74.893	867 [valore max]
2°	73.504	851
3°	70.764	819
4°	65.015	752
5°	67.652	783
6°	72.637	841
Media dei valori	70.744	819 [valore medio]

Cioè la portata media annua erogata dai serbatoi alla rete potabile è stata di 819 l/sec mentre la portata massima bimestrale è stata di 867 l/sec con un coefficiente di maggiorazione, rispetto a quella media annuale, di 1,06.

Conseguentemente è ragionevole ipotizzare che gli afflussi alle fogne variano durante l'anno allo stesso modo con cui variano le portate immesse dai serbatoi dell'acqua potabile nella rete di distribuzione.

In dipendenza di ciò la portata nera media annua che affluisce al depuratore e che defluisce nei vari collettori della rete fognante va ragionevolmente maggiorata del 6%, nelle verifiche e nei calcoli che interessano il progetto, per tenere conto della sua variabilità durante l'anno.

In questo modo si può stimare che la portata media nera immessa dalla fogna di Pescara nel depuratore, nel suo picco bimestrale, abbia un valore di $1,06 \times 328 \text{ l/sec} = 348 \text{ l/sec}$. La corrispondente portata media nera immessa nel depuratore dalla rete fognaria dei tre comuni ha un valore di $1,06 \times 399 = 423 \text{ l/sec}$.

Il volume di acqua potabile erogato dai serbatoi alla rete di acqua potabile del comune di Pescara, nel 2015, è stato di 21.484.672 mc mentre il volume consegnato all'utenza, nello stesso periodo, come già riferito, è stato di 10.330.715 mc; si desume che nella rete di distribuzione dell'acqua potabile si registra una perdita del 51,9% rispetto ai volumi di acqua erogati dai serbatoi.

Si può desumere che la dotazione media effettiva di acqua potabile degli abitanti di Pescara è pari a:

$$((10.330.715 \text{ mc/anno}) / (121.366 \text{ abitanti})) / 365 \text{ giorni} =$$

= 233 l/abitante giorno

Mentre l'acqua erogata agli abitanti dai serbatoi urbani è pari a:

$$((21.484.816 \text{ mc/anno})/121.366 \text{ abitanti})/365 \text{ giorni} =$$

= 485 l/abitante giorno

In definitiva il valore di Qm per una qualunque sezione della rete fognaria si può calcolare tenendo conto del numero degli abitanti tributari di quella sezione, del quantitativo d'acqua giornaliero prelevato dalla rete potabile dal singolo utente pari a 233 l/abitante giorno, del coefficiente di maggiorazione di 1,06 che tiene conto dei consumi mensili rispetto a quelli medi annui.

3.2.b (secondo metodo): altro metodo di calcolo per valutare la Qm è quello che fa riferimento al valore di BOD5 medio giornaliero affluente al depuratore, metodo suggerito dall'ARAP (Azienda Regionale Attività Produttive) mediante i propri consulenti, nei vari tavoli tecnici di lavoro tenutisi sull'argomento.

Si considera che il BOD5 medio giornaliero che affluisce al depuratore di Pescara è di 11.000 Kg/giorno ed è praticamente costante durante tutto l'anno; dal momento che ogni abitante produce, secondo valutazioni riportate nella letteratura tecnica, 65 gr di BOD5 al giorno, gli abitanti equivalenti che scaricano al depuratore sarebbero:

$$\frac{11.000}{\frac{65}{1000}} = \frac{11.000}{0.065} = 169.231 \text{ abitanti equivalenti}$$

Considerato che tali consulenti valutano in 200/250 l/ab.g. la dotazione idrica disponibile (valore coerente con le indicazioni della letteratura tecnica) la Qm, all'ingresso del depuratore, sarebbe:

$$\frac{169.231 * (200/250)}{86.400} = 392 - 490 \text{ l/sec}$$

La Qm relativa a singole sezioni della rete fognante si potrebbe conseguentemente calcolare valutando gli abitanti equivalenti che vi incidono ed attribuendo loro una dotazione di 200/250 l/ab*g.

3.2.c (terzo metodo): un'altra valutazione della Qm è stata effettuata dall'ACA nel 2009, utilizzando i dati disponibili dell'anno 2006.

L'elaborazione ha utilizzato come dati base la portata erogata alla rete potabile dai serbatoi della città di Pescara (Colle Furci – Colle Marino – Gesuiti – Piezometro Gesuiti – Fontanelle – S. Silvestro – Colle Breccia) nel periodo estivo ed è risultata pari a 737 l/sec; la portata erogata nello stesso periodo alla rete pubblica di S.G. Teatino è stata di 15 l/sec, quella erogata alla rete di Spoltore è stata 45 l/sec.

Gli abitanti residenti tributari del depuratore e quelli fluttuanti erano rispettivamente, a quella data:

Comune	Abitanti residenti	Abitanti fluttuanti	Abitanti totali
Pescara	115.236	56.000	171.236
San Giovanni Teatino	6.499	500	6.949
Spoltore	12.930	1.500	14.430

E' stato ipotizzato, come si fa correntemente in mancanza di dati rilevati, che la portata che arriva in fogna è l'80% di quella potabile erogata dai serbatoi e pertanto è stata trovata la Q_m che affluisce al depuratore:

$$Q_m = 737 + 15 + 45 = 797 \text{ l/sec} \times 0,80 = 638 \text{ l/sec}$$

Mentre la Q_m sversata dalla fogna di Pescara, al depuratore, è:

$$Q_m = 737 \text{ l/sec} \times 0,80 = 590 \text{ l/sec}$$

Tali dati sono riferiti alla realtà dell'epoca, alla presunzione di una perdita in rete del 20%, al fatto che 14 l/sec di acqua potabile vengono erogati ad abitanti di Pescara tributari della rete fognaria di Montesilvano.

Tenendo conto della situazione odierna e cioè che le perdite ammontano al 51,8%, per il depuratore avremo una Q_m così determinata:

$$Q_m = (737 + 14 + 15 + 45) \times 0,48 = 389 \frac{\text{l}}{\text{sec}}$$

Mentre gli afflussi della sola rete fognaria di Pescara sarebbero:

$$Q_m = (737 + 14) \times 0,48 = 360 \frac{\text{l}}{\text{sec}}$$

Tali valori sono abbastanza compatibili con quelli ricavati in precedenza.

3.3 conclusioni

I tre metodi di calcolo della portata nera media di tempo asciutto Q_m conducono a risultati compatibili tra di loro.

Il primo metodo, quello cioè che utilizza i volumi di acqua potabile consegnati all'utenza, risente ovviamente delle approssimazioni del rilevamento tramite i contatori volumetrici. Però l'ACA ha effettuato una stima, per l'anno 2015 di tale volume, piuttosto rigorosa e quindi accettabile.

Sono state desunte le perdite tra erogazione dei serbatoi e fornitura agli utenti, risultate il 51,8%, la dotazione effettiva di acqua potabile di 233 l/ab.g., la dotazione erogata dai serbatoi di 485 l/ab.g.

E' stato infine desunto il rapporto di 1,06 tra la Qm del bimestre dei maggiori consumi ed il bimestre medio annuo.

Il secondo metodo, quello cioè che utilizza la quantità di BOD5 scaricata al depuratore, risente delle approssimazioni del suo calcolo; infatti la quantità di BOD5 potrebbe non essere interamente derivante dall'utenza ma anche da acqua di falda contaminata, scarichi organici abusivi saltuari, acqua irrigua ecc. Inoltre potrebbe essere considerata arbitraria e poco rigorosa la produzione di 65 gr/ab.g. di BOD5 e la dotazione di 200/250 l/ab.g, valori assunti a base di calcolo.

Il terzo metodo, quello cioè che utilizza il volume di acqua potabile erogato dai serbatoi dell'acqua potabile alla rete nell'estate del 2006, ipotizza una perdita in rete del 20% in linea con i dati statistici della letteratura tecnica.

Volendo riportare all'attualità tale studio si devono aggiornare le perdite al 52%, aggiornare i volumi erogati dai serbatoi, considerare che ormai tutti gli utenti di Pescara sono tributari del depuratore; il risultato che si ottiene adeguando le perdite ed il numero degli utenti porta a risultati analoghi a quelli del primo metodo.

In conclusione si ritiene che la portata media nera che affluisce al depuratore di Pescara, tenendo anche conto della punta bimestrale rispetto alla media annua, sia valutabile in $399 \times 1,06 = 423$ l/sec.

Una volta distaccate le utenze di S. Giovanni Teatino e di Spoltore la portata media nera affluente al depuratore diventerà $328 \times 1,06 = 348$ l/sec

La portata media nera che transita in una sezione qualunque delle fogne può essere valutata conoscendo il numero di abitanti che gravitano su quella sezione, considerando la dotazione

di $233 \frac{l}{ab * giorno}$ ed applicando la maggiorazione di 1,06 per la punta bimestrale.

4. LE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

4.1 considerazioni generali

Come è stato ampiamente dimostrato in numerosi studi sperimentali, pubblicati a partire dagli anni '70, le acque pluviali di dilavamento di aree urbanizzate sono molto contaminate e possono determinare un rilevante impatto negativo sulla qualità del corpo idrico ricettore.

Normalmente nei sistemi fognari unitari, proprio contando sull'effetto di diluizione operato dall'acqua meteorica, gli scaricatori di piena e, in generale, tutti gli sfiori presenti sulle reti, sono dimensionati assegnando alla portata Q_0 di inizio sfioro un valore pari ad un multiplo R in genere compreso fra 2 e 5, della portata media di tempo asciutto Q_m . Numerose ricerche hanno però dimostrato l'inadeguatezza del controllo ambientale conseguibile con questo approccio poiché le portate meteoriche conferite al trattamento attraverso sfiori e scaricatori di piena così dimensionati risultano, spesso, troppo piccoli per garantire un'efficace riduzione dei carichi inquinanti scaricati nei ricettori (Mignosa et altri, 1991; Papiri, 2001; Bomatici et altri, 2004); d'altra parte un indiscriminato aumento del valore di Q_0 ai fini di una migliore protezione del ricettore sarebbe difficilmente praticabile, in quanto determinerebbe all'ingresso degli impianti di depurazione portate incompatibili con la loro capacità di trattamento.

Va inoltre considerato che nella città di Pescara la maggior parte dei collettori fognari è di tipo unitario (acque bianche e nere) a bassissima pendenza ed in questi casi, al carico inquinante prodotto dal dilavamento delle aree urbanizzate, va aggiunto quello derivante dai fenomeni di sedimentazione e di risospensione in rete.

La necessità di inviare al trattamento un'aliquota importante della massa di inquinante veicolata sia dalle acque meteoriche di dilavamento che dal materiale di sedimentazione in rete, senza aumentare le portate usualmente adottate in tempo di pioggia agli impianti di depurazione, suggerisce, quindi, come soluzione atta ad una migliore tutela del ricettore, di accoppiare agli sfiori presenti sulla rete appositi sistemi di invaso, nei quali possano essere accumulate le prime acque di pioggia, cui è normalmente associata una frazione importante della massa di inquinanti. Questi invasi, detti **vasche di prima pioggia**, hanno la funzione di accumulare, fino al loro completo riempimento, i deflussi con portata eccedente il valore Q_0 , per inviarli poi alla depurazione con portate compatibili con l'impianto.

Quasi tutte le Regioni italiane hanno focalizzato l'attenzione su questo argomento emettendo specifiche normative la cui applicazione, tutt'altro che univoca, pone però molte incertezze, stante anche l'estrema varietà delle situazioni reali e la conseguente differenziazione di soluzioni possibili.

Le vasche di prima pioggia rappresentano quindi un intervento strutturale molto efficace nell'ambito del controllo della qualità degli scarichi fognari in tempo di pioggia.

Tuttavia ad oggi, per questi manufatti, non esistono consolidati criteri di progettazione che consentano di mettere in relazione l'entità dei parametri di dimensionamento con l'efficacia che si intende conseguire in termini di riduzione del carico inquinante scaricato, anche con riferimento alle specifiche caratteristiche dell'area servita.

Ulteriori elementi di incertezza riguardano l'incidenza, sull'efficacia delle vasche, esercitata dalle modalità del loro inserimento nell'ambito del sistema fognario, nonché dalle modalità gestionali relative al loro svuotamento.

Va infine ricordato che il problema della definizione di razionali criteri di progetto per le vasche di prima pioggia si connette con la questione molto dibattuta se, ai fini della tutela del corpo ricettore, sia preferibile adottare per la fognatura lo schema unitario o quello separato, problema di cui si farà cenno in un successivo paragrafo.

A fronte dei suesposti elementi di indeterminazione, le regole progettuali comunemente utilizzate sono quelle che derivano da simulazioni di serie continue di eventi meteorici, misurati nel corso di periodi più o meno brevi all'interno dello stesso bacino; ecco perché il tema dell'impatto quantitativo e qualitativo degli scarichi fognari in tempo di pioggia è stato oggetto di una vasta attività di ricerca, sperimentale e teorica, particolarmente diffusa in Italia specie negli ultimi 10 anni.

4.2 simulazioni e risultati della ricerca

La letteratura tecnica che tratta l'argomento rileva come le varie simulazioni, effettuate da più autori e con differenti e personalizzati modelli di calcolo, portano più o meno alle stesse conclusioni, per quel che riguarda i principali aspetti della complessa problematica.

Fra i tanti disponibili in letteratura, si citano i contributi forniti dal testo *"Acque di prima pioggia nei sistemi di fognatura"* a cura dei proff. C. Ciaponi, S. Papiri, U. Sanfilippo e S. Todeschini, edito da Hoepli, preferito ad altri poiché tratta il tema di nostro interesse con notevoli, interessanti e specifici approfondimenti.

Con riferimento al bacino sperimentale di Cascina Scala (Pavia) i proff. Paolini e Papiri presentano i risultati di tre serie di simulazioni effettuate applicando alla fognatura il modello SWMM dell'US-EPA, per una serie continua di eventi meteorici misurati nel 1997, assumendo il sistema fognario esclusivamente pluviale nella prima serie di simulazioni, di tipo unitario nella seconda e nella terza, dapprima con andamento delle portate nere corrispondente a quello misurato, senza considerare i fenomeni di sedimentazione e di risospensione, successivamente considerando anche il fenomeno di sedimentazione e di risospensione in rete.

Sullo stesso bacino sperimentale di Cascina Scala (Pavia) sono state effettuate altre, diverse simulazioni presso l'università di Pavia (prof. Bornatici et altri, 2004), applicando ad una fognatura pluviale un modello concettuale di tipo globale (prof. Ciaponi et altri, 2002) per due serie continue di eventi meteorici misurati nel 2000 e nel 2002.

Le citate simulazioni, unitamente ad innumerevoli altre, provenienti da dati realmente censiti durante serie continue di eventi meteorici, portano a risultati pressoché simili che possono essere così riassunti:

- 1) l'impiego delle vasche di prima pioggia, che a rigore sembrerebbe necessario solo in testa all'impianto di depurazione, affidando il controllo lungo la rete ai soli scaricatori di piena- sfiori, purché dimensionati con portate di inizio sfioro Q_0 sufficientemente elevate per garantire un'efficace protezione del ricettore, è invece da ritenersi preferibile lungo la rete, per quanto più costoso, giacché le vasche consentono, a parità di volumi di acque meteoriche convogliati alla depurazione, di intercettare tutte le acque di prima pioggia che presentano le più alte concentrazioni di inquinante, come confermato da numerose ricerche sperimentali, fra cui anche quelle condotte presso il citato bacino sperimentale di Cascina Scala – Pavia (prof. Barco et altri, 2004).
- 2) per quanto riguarda il contributo delle acque nere nei sistemi unitari, le simulazioni hanno evidenziato che il beneficio ambientale conseguibile con le vasche di prima pioggia è tanto più marcato quanto più sono accentuati i fenomeni di sedimentazione e di risospensione in rete - quindi nelle reti fognarie a bassa pendenza, tipiche della nostra città - e che, in presenza di tali rilevanti fenomeni, per velocità $V < 0,3/0,5$ m/s, l'efficacia di un controllo attuato solo con scaricatori di piena è modesta, anche per valori molto elevati della portata Q_0 di inizio sfioro.
- 3) in merito alla tipologia delle vasche (Fig. 1 e 2), che sostanzialmente si dividono nelle due categorie di **vasche di cattura** - attuabili solo nei casi di inserimento fuori linea - e **vasche di transito**, realizzate direttamente in serie al collettore fognario, così da interessare tutta la portata che defluisce in fognatura, le così dette vasche di cattura, dove la vasca viene sconnessa dal sistema a riempimento avvenuto e le portate in eccesso, rispetto a quelle ammesse a valle, sono intercettate a monte della vasca e scaricate nel ricettore senza che possano miscelarsi con il volume già accumulato, sono di norma più efficaci rispetto alle così dette vasche di transito dove, una volta che la vasca si è riempita, le portate in eccesso rispetto a quelle ammesse a valle entrano comunque nella vasca, miscelandosi con l'acqua già accumulata e provocandone lo sfioro verso lo scarico, con una inevitabile miscelazione delle portate in arrivo con il volume già accumulato, in misura diversa a seconda del livello di turbolenza con cui avviene l'attraversamento della vasca; le vasche di cattura sono

tanto più efficienti quanto più il fenomeno piovoso è caratterizzato da un significativo effetto di "first flush" (prime acque di pioggia) come, peraltro, normalmente avviene.

- 4) circa la modalità di svuotamento, esso può essere realizzato secondo differenti soluzioni, essenzialmente riconducibili a due principali modalità: **svuotamento in continuo** (anche durante l'evento) e **svuotamento intermittente** (in genere con inizio successivo all'esaurimento del deflusso generato dall'evento meteorico). Fra questi due sistemi quello dello svuotamento in continuo, tipicamente applicato alle vasche in linea, ancorché più semplice da un punto di vista costruttivo e gestionale, comporta, a parità di volume della vasca, l'accumulo e l'invio alla depurazione dei maggiori volumi di pioggia, mentre risulta più efficace ed economico il sistema dello svuotamento intermittente che, pur se maggiormente complesso (in quanto richiede organi meccanici di manovra, misuratori di livello e sistemi logici di comando) consente lo svuotamento secondo una logica razionale e permette, senza alterare significativamente l'efficacia ambientale della vasca, una sensibile riduzione dei volumi di acque meteoriche immessi nel sistema di valle, con conseguenti minori costi gestionali, nel caso in cui questo coincida con l'impianto di depurazione. Un'oculata scelta dell'inizio dello svuotamento, infatti, consente di mantenere piena la vasca per un certo intervallo di tempo durante il quale essa risulta indisponibile, sia per l'eventuale seconda parte dell'evento corrente, sia per gli eventuali eventi immediatamente successivi, poco significativi per quanto riguarda il carico inquinante: se l'intervallo di tempo secco che separa un evento meteorico dal precedente è abbastanza breve, è ragionevole ritenere che la qualità delle acque di deflusso meteorico associate al secondo evento non sia tale da richiedere l'accumulo in vasca e l'invio al trattamento mentre, al contrario, se l'intervallo di tempo secco che intercorre fra due eventi successivi è piuttosto lungo, le acque di prima pioggia del secondo evento sono da ritenersi inquinate, perché dilavano superfici sulle quali i carichi inquinanti hanno avuto il tempo di depositarsi e accumularsi; in questo caso la vasca deve essere svuotata entro l'inizio del secondo evento, per poterne intercettare le acque di prima pioggia. L'intervallo di tempo ΔTE di assenza di precipitazione (o di assenza di deflusso in rete), superato il quale un nuovo evento meteorico è considerato distinto dal precedente, richiedendo conseguentemente l'intercettazione delle sue acque di prima pioggia, rappresenta quindi un parametro molto importante, ai fini della gestione delle vasche di prima pioggia: al crescere di ΔTE , ovviamente, diminuisce il numero di eventi per i quali è necessario intercettare le acque di prima pioggia con un conseguente maggiore impatto degli scarichi meteorici sul ricettore mentre a valori bassi di ΔTE corrispondono una maggior protezione ambientale del ricettore, ma anche maggiori oneri gestionali per la depurazione.

- 5) per quanto riguarda il dibattuto tema della differenza, ai fini della qualità dello scarico, fra le fognature bianche (sistema separato) e quelle cosiddette nere (sistema misto – unitario), adottando gli usuali criteri di dimensionamento degli scaricatori di piena e sfiori in genere [$Q_0 = 3+5 Q_m$] e delle vasche di prima pioggia [$W = 25\div 50 \text{ m}^3 / \text{ha}_{\text{imp}}$], l'impatto esercitato dai due sistemi fognari (unitario e separato) sul corpo ricettore è praticamente analogo. Tale risultato verrà approfondito e ripreso in apposito capitolo della presente.

Le vasche di prima pioggia rappresentano quindi un intervento strutturale molto efficace nell'ambito del controllo della qualità degli scarichi fognari in tempo di pioggia anche se ad oggi, come già detto, per questi manufatti non esistono consolidati criteri di progettazione che consentano di mettere in relazione l'entità dei parametri di dimensionamento con l'efficacia che si intende conseguire in termini di riduzione del carico inquinante scaricato, anche con riferimento alle specifiche caratteristiche dell'area servita.

Le simulazioni effettuate da più autori, sulla base di diversi modelli matematici, forniscono tuttavia, come detto, alcune informazioni di carattere generale ritenute oramai consolidate, sia per quanto riguarda la tipologia delle vasche ed i sistemi di svuotamento che per quanto attiene i criteri di base per il dimensionamento.

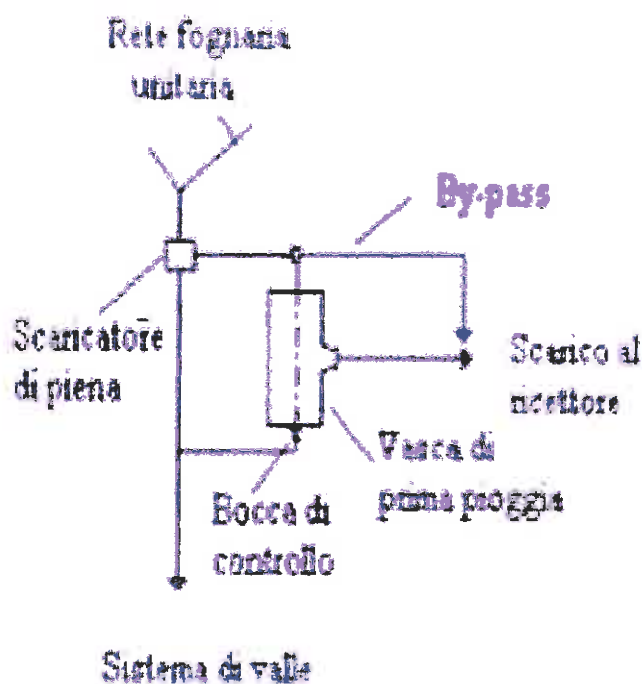


Figura 1: schema impiantistico di vasca di cattura fuori linea

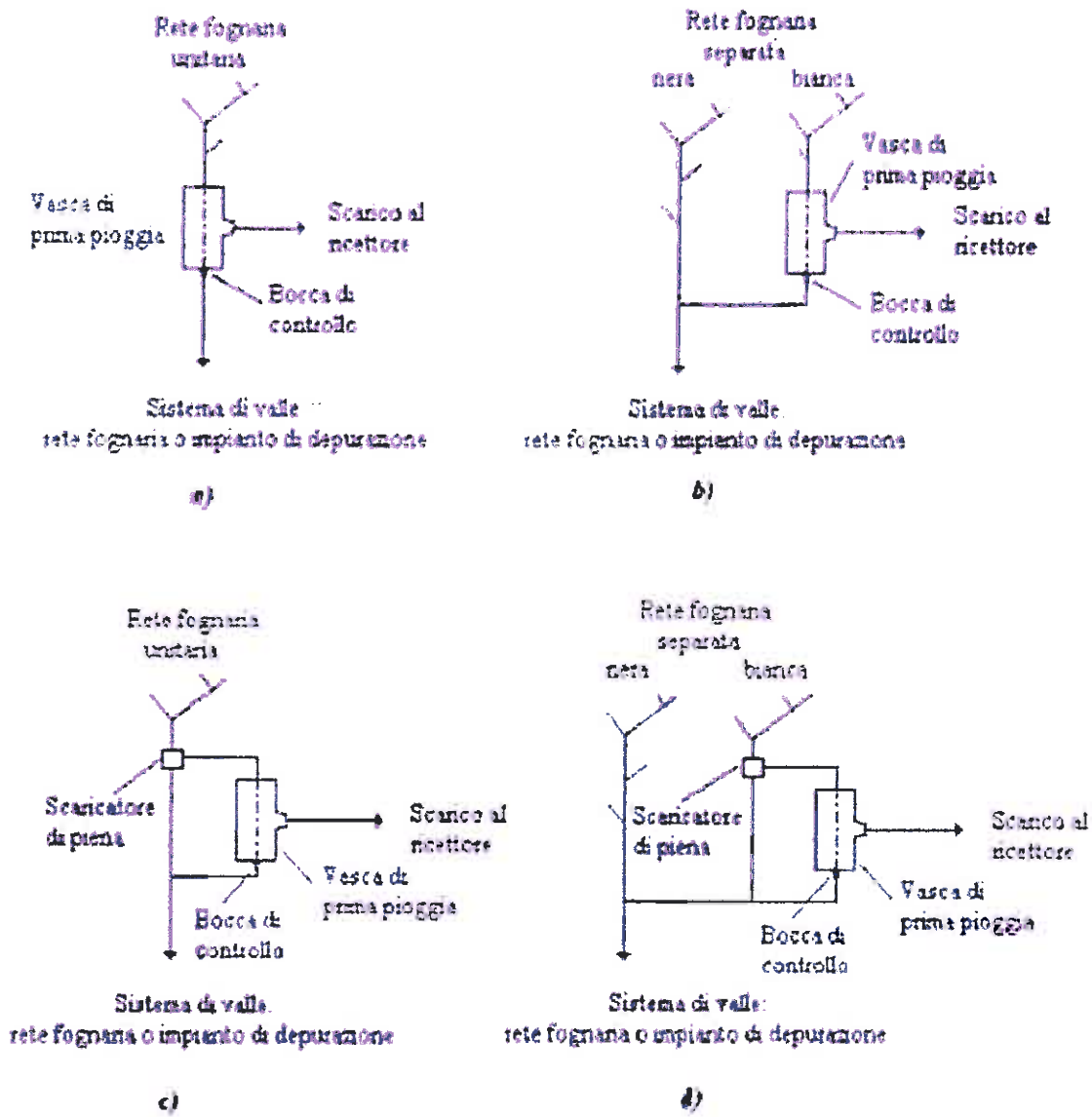


Figura 2: schemi impiantistici di inserimento di vasche di prima pioggia in sistemi fognari unitari e separati: in linea - casi a) e b) e fuori linea – casi c) e d)

4.3 possibili criteri di progettazione

Evidenti risultano, quindi, i numerosi gradi di libertà che caratterizzano la progettazione delle vasche di prima pioggia, per quanto riguarda la loro dimensione, le modalità di inserimento nel sistema fognario, le modalità di alimentazione, le modalità di svuotamento.

Ne consegue la necessità di un'analisi razionale delle varie opzioni possibili, al fine di individuare le soluzioni che garantiscano un buon compromesso fra l'esigenza ambientale di minimizzare le masse di inquinanti scaricate nei ricettori e l'esigenza economica di minimizzare sia i volumi specifici delle vasche (al fine di ridurre i costi di investimento e gli spazi di ingombro, talvolta inesistenti all'interno della perimetrazione urbana) che i volumi di acqua meteorica inviata alla depurazione (al fine di minimizzarne i costi gestionali e i problemi gestionali indotti).

I risultati delle simulazioni mettono in evidenza che la tipologia della vasca influenza sensibilmente l'efficacia in termini di riduzione delle masse inquinanti scaricate nel ricettore; a parità di volume utile, infatti, come già detto prima, mentre il comportamento delle vasche di transito in linea e fuori linea è sostanzialmente analogo, **risulta nettamente superiore l'efficacia offerta dalla vasca di cattura fuori linea (Fig. 3):**

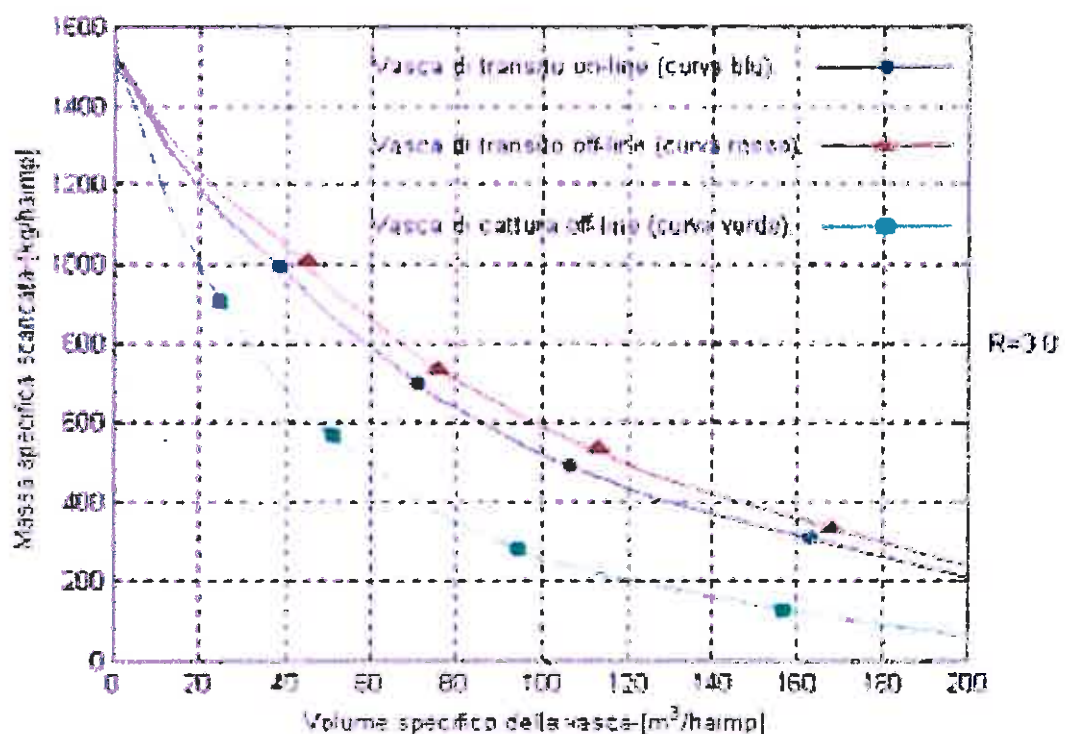


Figura 3: massa specifica scaricata in funzione dello schema impiantistico e del volume specifico della vasca ($Q_0 = 3Q_m$) in un sistema fognario misto senza deposito

La valutazione dell'efficacia delle vasche di prima pioggia al variare del loro volume e del valore della portata di inizio sfioro Q_0 è stata oggetto di diversi studi dai quali emerge che, senza dubbio, per una corretta stima del volume di invaso delle vasche di prima pioggia bisogna tener conto di entrambi i valori, ossia quello della portata di inizio sfioro e quello del volume della vasca; in altri termini, al variare della portata di inizio sfioro (in aumento o in diminuzione) e per gli stessi risultati attesi varia, corrispondentemente, la necessità di volume di invaso, anche se ciò è significativo sino a determinati valori delle grandezze in gioco.

Dalla figura che segue si vede chiaramente che per incrementi del rapporto di diluizione superiori al valore di 4 i benefici attesi non sono significativi così come per aumenti del volume di invaso superiori a 50 mc.

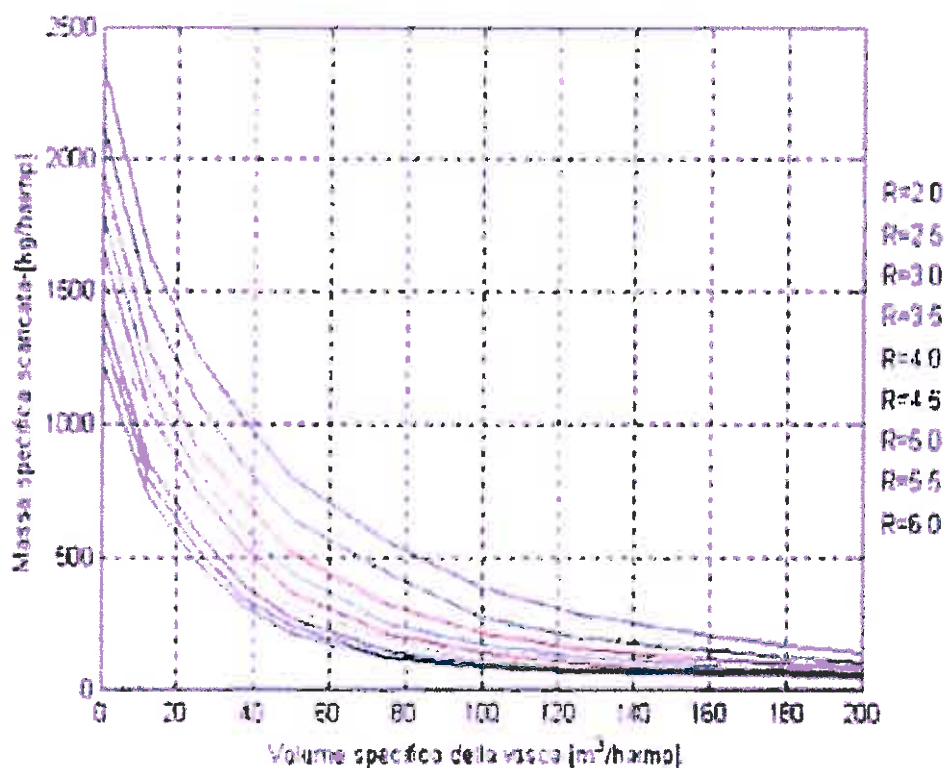


Figura 4: massa specifica scaricata in funzione del rapporto di diluizione (da R=2 a R=6) e del volume specifico della vasca di prima pioggia (sistema fognario misto con fenomeni di sedimentazione e risospensione e vasca di cattura fuori linea)

La Fig. 4 mostra che, per valori dei volumi di vasca medio bassi ($W < 40+50 \text{ m}^3 / \text{ha}_{\text{imp}}$), la riduzione del carico inquinante scaricato varia sensibilmente al variare del volume specifico della vasca, mentre per volumi specifici medio alti, la sensibilità decresce sempre più

all'aumentare della dimensione della vasca; in particolare, si riconosce la non convenienza ad adottare alti volumi specifici di invaso.

Dalla stesa figura si evince come non siano significativi aumenti del rapporto di diluizione R oltre il valore di 4 che, a parità di volume di invaso, consentono riduzioni del carico inquinante scaricato ininfluente rispetto ai benefici attesi.

Risultati simili, per quanto riguarda l'effetto del dimensionamento delle vasche e degli scaricatori di piena, sono stati ottenuti con altre simulazioni effettuate un po' ovunque, tutte sostanzialmente concordi sui risultati ottenuti; in particolare il citato testo *"Acque di prima pioggia nei sistemi di fognatura"* riporta ulteriori simulazioni effettuate presso l'università di Pavia (prof. Bomatici et al., 2004), applicando ad una fognatura pluviale un modello concettuale di tipo globale (prof. Ciaponi et al., 2002) per due serie continue di eventi meteorici misurati nel 2000 e nel 2002 nel solito bacino sperimentale di Cascina Scala (Pavia).

Le simulazioni mostrano che, in una rete pluviale, uno scaricatore di piena (uno sfioro in genere) dimensionato con una portata di inizio sfioro di circa $2 \text{ l/s}_{\text{ha imp}}$, accoppiato ad una vasca con volume utile pari a circa $25 \text{ mc/ha}_{\text{imp}}$, assicura una riduzione su base annua di circa l'80% della massa inquinante scaricata nel ricettore.

Lo stesso risultato è conseguibile con uno scaricatore dimensionato con una portata $Q_0 = 0,5 \text{ l/s}_{\text{ha imp}}$ accoppiato ad una vasca di prima pioggia di $50 \text{ mc/ha}_{\text{imp}}$.

La scelta all'interno di questo campo di valori, ossia $Q_0 = 0,5:2,0 \text{ l/s}_{\text{ha imp}}$ e $W = 25:50 \text{ mc/ha}_{\text{imp}}$, può essere effettuata sulla base di vincoli di compatibilità delle portate meteoriche rispetto all'impianto di depurazione finale ed in funzione del beneficio che si intende conseguire in termini di riduzione dell'impatto sui corpi idrici ricettori; l'impiego di vasche con volume utile maggiore di $50 \text{ mc/ha}_{\text{imp}}$ porta, invece, ad un incremento marginale dei benefici.

Tutte le simulazioni rinvenibili in letteratura tecnica, non solo quelle citate, effettuate presso l'Università di Pavia con due diverse serie di precipitazioni (2000 e 2002) sul bacino sperimentale di Cascina Scala (Pavia) ma anche quelle numerose effettuate da altri autori, per precipitazioni diverse e mediante applicazione di modelli diversi, forniscono risultati sostanzialmente simili.

Nella successiva fig. 5 (Proff. Artina e Maglionico, 2001), sono riassunti i principali risultati ottenuti dalla simulazione dell'inserimento di vasche di prima pioggia a valle degli scaricatori esistenti nella rete di drenaggio di tipo misto a servizio di un'area urbana localizzata nella periferia della città di Bologna. I risultati si riferiscono alla simulazione degli eventi meteorici aventi intensità minima di 3 mm/h registrati presso il bacino considerato nell'arco del 1998; essi mostrano che, grazie ad una capacità di invaso di appena $25 \text{ mc/ha}_{\text{imp}}$, è possibile

dimezzare il volume sfiorato e ridurre a circa un terzo le masse inquinanti scaricate nel ricettore.

E', invece, molto meno marcato l'abbattimento del numero degli scarichi la cui frequenza non può mai essere ridotta a qualche unità all'anno, come attuato in altri Paesi (Germania, Svizzera), neppure realizzando volumi d'invaso molto grandi ($W > 100 \text{ mc /ha}_{\text{imp}}$).

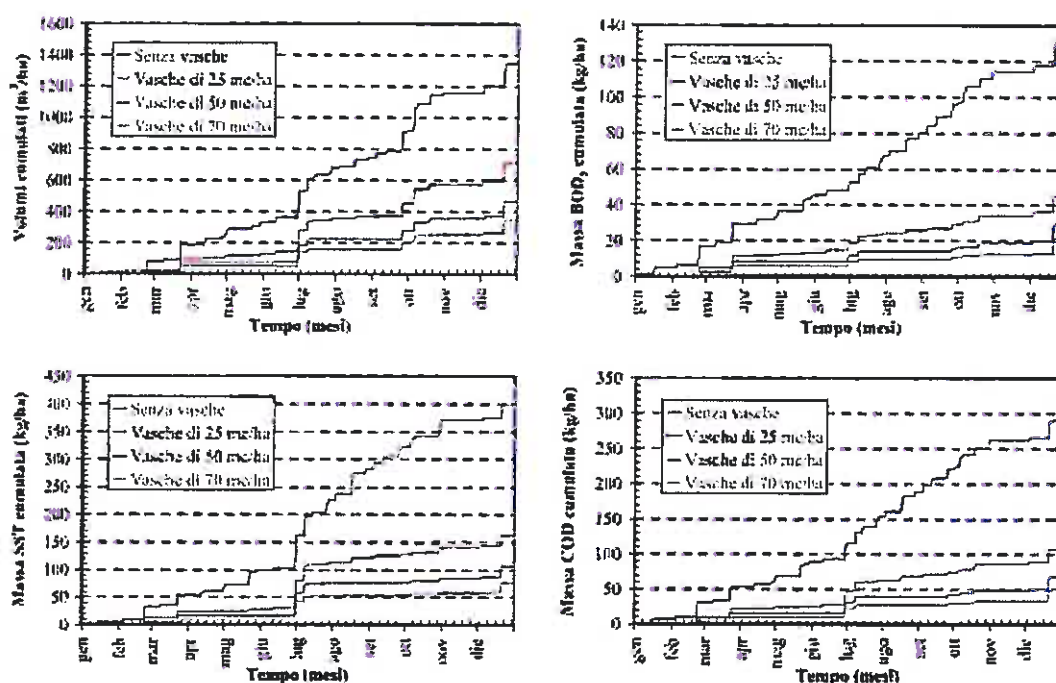


Figura 5: Volumi e masse di inquinanti sversati nel ricettore adottando vasche di prima pioggia di diverse dimensioni (Artina e Maglionico, 2001)

Si può concludere che la letteratura tecnica, sull'argomento, conferisce oramai carattere di ufficialità al seguente intervallo di valori per la scelta del rapporto di diluizione R e per il dimensionamento dei volumi di invaso, fatte salve puntuali valutazioni legate alla specificità dei vari casi:

$$Q_0 = 0,5 \div 2,0 \text{ l/S}_{\text{ha}_{\text{imp}}}$$

$$W = 25 \div 50 \text{ mc/ha}_{\text{imp}}$$

4.4 conclusioni

I valori da considerare nella progettazione degli impianti di sollevamento, degli scaricatori e delle vasche di prima pioggia sono sostanzialmente deducibili da simulazioni ed elaborazione di dati reali, piuttosto che da rigorose formule matematiche; gli intervalli di valori riportati nella letteratura tecnica di settore per sistemi fognari unitari sono:

- per quanto concerne la portata da convogliare all'impianto di depurazione, $Q_0 = 0,5-2$ l/s_{ha} cui corrispondono, mediamente, rapporti di diluizione R da 2 a 5;
- per quanto attiene la volumetria delle acque di prima pioggia, $W = 25-50$ mc/haq.

Si è visto che valori superiori, sia del rapporto di diluizione che del volume delle vasche di prima pioggia, non determinano miglioramenti significativi dal punto di vista della diminuzione del carico inquinante e non sono pertanto convenienti in funzione dei costi di realizzazione e di gestione.

Per quanto riguarda le vasche di prima pioggia, quasi tutte le Regioni hanno legiferato a riguardo, fornendo diverse definizioni della "prima pioggia" ma restando, comunque, all'interno del citato intervallo di valori; in Abruzzo, come si dirà meglio nei seguenti capitoli, la prima pioggia è definita come "*primi 40 metri cubi di acqua per ettaro sulla superficie scolante servita dalla fognatura*".

Al di là dei valori di riferimento delle varie leggi e normative locali (che tuttavia oscillano fra 40 e 50 mc per ettaro) ciò che in particolare la letteratura tecnica mette in evidenza, sulla base di simulazioni ed elaborazione di dati reali, è che, ai fini di una rigorosa e più economica progettazione degli invasi, si dovrebbe tener conto contemporaneamente del rapporto di diluizione e del volume delle vasche, e trarre le dovute conclusioni sulla base dei reciproci effetti; in altri termini, un maggior rapporto di diluizione potrebbe consentire un minor volume delle vasche di prima pioggia, almeno all'interno dei citati intervalli di valori, e viceversa un minor rapporto di diluizione potrebbe determinare la necessità di maggiori volumi di invaso.

In conclusione, rispetto al volume di acqua di prima pioggia, così come stabilito dalle varie normative regionali (ad es. 40 mc/ha nella nostra regione), è ragionevole ipotizzare che i volumi delle vasche, a parità di carico inquinante del volume sfiorato, possano essere anche inferiori se si considera che il rapporto di diluizione è pari a R e che pertanto una parte di prime acque di pioggia sarà certamente contenuta in $Q_0=RQ_m$ e trasferita direttamente all'impianto di depurazione e inoltre che, circostanza da non sottovalutare specie per fognature con grandi diametri, una ulteriore consistente quantità di acqua viene normalmente invasata all'interno dei canali; quindi verrebbe comunque trattata biologicamente la quantità di acqua voluta (es. 40 mc/ha) pur realizzando vasche di accumulo di volumetria parzialmente inferiore.

Nei grafici seguenti di Figura 6 si riporta, schematicamente, tale situazione.

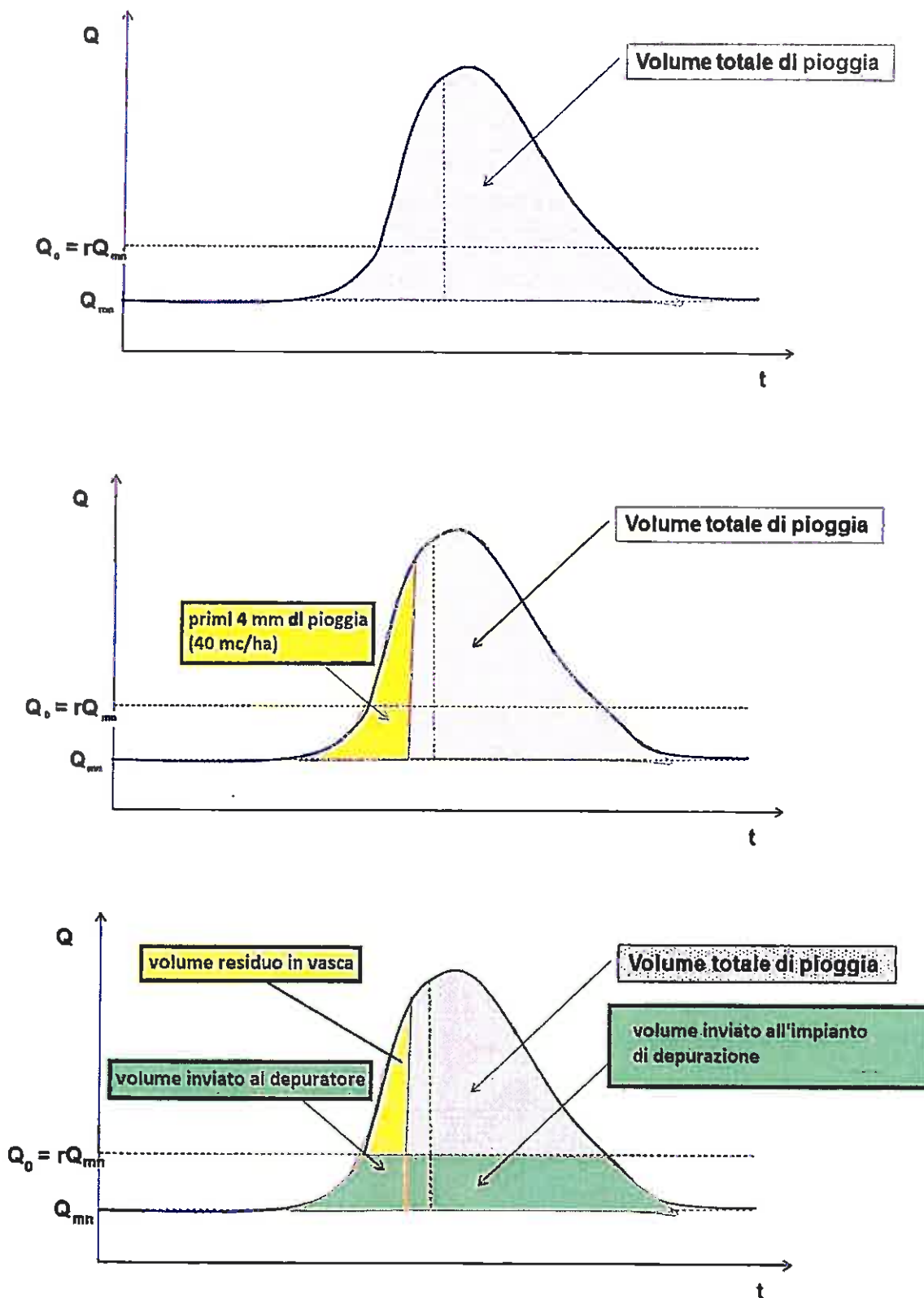


Figura 6: Volumi delle vasche di prima pioggia

*Nella sequenza viene schematicamente rappresentato: 1) il grafico della curva di pioggia – 2) il volume (in giallo) di 40 mc/ha di cui alla L.R. 31/2010 – 3) il volume residuo (in giallo) da "catturare" nella vasca al netto del volume inviato alla depurazione (incluso nella portata $Q_0 = r * Q_{mn}$).*

Per il dimensionamento delle vasche di prima pioggia, non esistendo, come detto, consolidati criteri di progettazione, si propongono alcune curve che mettono in relazione, con formule lineari o bilineari, i valori della portata inviata all'impianto di depurazione con i volumi delle vasche, facendo riferimento agli intervalli di valori riportati sopra, ossia $Q_0 = 0,5-2,0 \text{ l/s}_{\text{ha imp}}$ e $W = 25-50 \text{ mc/ha}_{\text{imp}}$; tali grafici, lungi dall' avere alcun carattere di rigosità, intendono semplicemente fornire una guida nella scelta dell'ordine di grandezza dei volumi da assegnare alle vasche, in funzione delle portate trasferite all'impianto, sulla base di esperimenti e simulazioni riportati in letteratura tecnica.

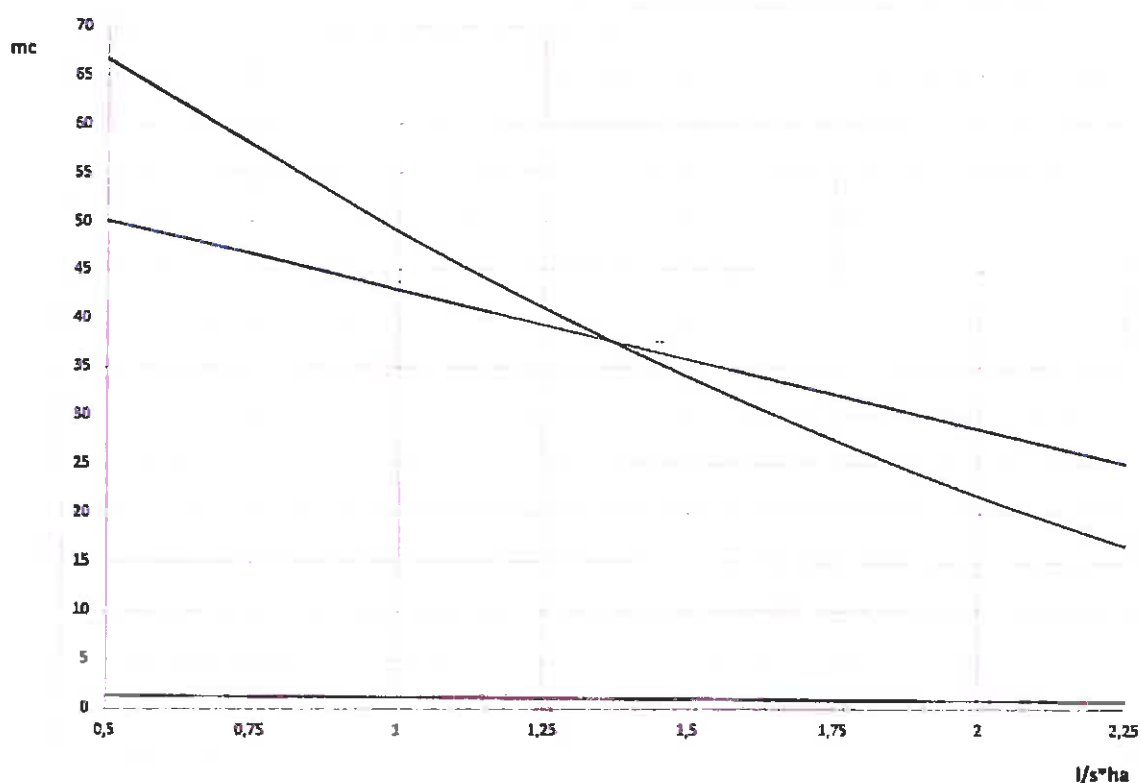


Figura 7: curve sperimentali per il dimensionamento delle vasche di prima pioggia in funzione della portata trasferita all'impianto di depurazione per fognature di tipo unitario

5. LE VASCHE DI PRIMA PIOGGIA – LA REGIONE ABRUZZO

Le problematiche connesse con le vasche di prima pioggia sono state esaurientemente inquadrare alla luce delle esperienze tecniche maturate fino ad oggi e riferite nella letteratura tecnica; di seguito si danno alcuni riferimenti alla legislazione vigente che vincola ed indirizza ogni iniziativa progettuale.

Il coefficiente di diluizione R di cui si è ampiamente parlato in precedenza, nella realtà abruzzese, assume il valore 4 come già richiamato.

Ciò significa che la rete fognaria unitaria, nella fase iniziale di ogni evento meteorico, deve trasportare al depuratore portate nere che crescono dal valore teorico costante Q_m in assenza di pioggia, fino a $4Q_m$, scolmando e/o accumulando a monte del depuratore le portate più elevate al fine di mantenere efficienti i processi depurativi, con particolare riguardo a quelli di natura biologica.

In questo modo si salvaguardano anche tutte le strutture idrauliche del depuratore che garantiscono funzionalità ed efficienza fino alla portata $4Q_m$.

Le acque di prima pioggia sono definite dalla Regione Abruzzo come i *"primi 40 mc di acqua per ettaro sulla superficie scolante servita dalla fognatura, per eventi meteorici distanziati tra loro di almeno sette giorni, restando escluse da tale computo le superfici coltivate"* art.12 comma 1 della L.R. 31/2010, in attuazione del D.Lgs. 152/2006.

Tali acque di prima pioggia perdono la loro natura di acque meteoriche per diventare acque da trattare tramite convogliamento in apposito recettore, quindi per diventare acque di scarico da assoggettare alla disciplina degli scarichi, compreso l'eventuale regime autorizzativo.

Nel caso di fognature separate le acque di prima pioggia derivanti da aree residenziali o da aree destinate ad attività commerciali/artigianali/industriali non a rischio di dilavamento di sostanze pericolose, che quindi non creano pregiudizi per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici, non vengono sottoposte a nessun vincolo; il loro scarico in acque superficiali o sul suolo o in strati superficiali del sottosuolo è soggetto a semplice comunicazione alle autorità competenti come indicato nell'art. 15 della L.R. 31/2010; la classificazione delle aree esterne a rischio di dilavamento di sostanze pericolose è contenuta nell'art.17 della stessa legge regionale.

La crescente sensibilità nei riguardi degli effetti inquinanti delle acque di prima pioggia lascia ipotizzare un futuro interessamento del legislatore anche per i sistemi fognari separati.

Si ritiene prudentiale pensare ad un loro collettamento al depuratore, eventualmente previo invaso, per una quantità di circa 1 l/sec ad ettaro di superficie scolante impermeabile, da calcolare, orientativamente, come prodotto dell'area scolante per il coefficiente di deflusso medio dell'area; questa ipotesi è, sostanzialmente, ciò che prevedono quasi tutti gli altri regolamenti regionali (es. Regione Lombardia).

Nel caso di fognature miste è necessario realizzare, in corrispondenza degli scolmatori e/o all'ingresso dell'impianto di depurazione delle acque reflue urbane (queste ultime definite nell'art.1 comma 1c della L.R. 31/2010), un sistema di accumulo delle acque di prima pioggia, cioè delle vasche di prima pioggia, come esaurientemente illustrato nei capitoli precedenti.

Tali acque di prima pioggia, successivamente, ad evento meteorico terminato, vanno inviate all'impianto di depurazione.

La portata eccedente le acque di prima pioggia, cioè i 40 mc/ha, può essere convogliata, tramite gli sfioratori o il by-pass dell'impianto di depurazione, direttamente nei corpi idrici ricettori.

Anche l'Amministrazione Provinciale di Pescara prescrive che, relativamente alle acque di prima pioggia, la portata da convogliare all'impianto del comune di Pescara non dovrà essere superiore a 4 volte la portata nera di media di tempo asciutto; prescrive inoltre che l'impianto dovrà essere dotato di idoneo sistema di raccolta e trattamento e gestione delle acque di prima pioggia mediante opere adeguatamente dimensionate.

Pertanto le acque eccedenti il valore 4Qm scaricate dagli scaricatori di piena, sia di rete che del depuratore, devono essere avviate a vasche di accumulo a perfetta tenuta per evitare infiltrazioni negli strati superficiali del sottosuolo.

Il sistema di alimentazione delle vasche di accumulo deve essere realizzato in modo da escluderle a riempimento avvenuto e le ulteriori acque sfiorate devono essere avviate ai recapiti naturali direttamente, con o senza disinfezione in dipendenza delle specifiche situazioni ambientali.

Le vasche di accumulo vanno dimensionate per contenere le acque di prima pioggia così come definite nell'art. 12 comma 1° della L.R. 31/2010.

Un dimensionamento con metodo alternativo può essere effettuato a patto che consegua l'approvazione degli Enti interessati dalle vigenti disposizioni normative; in precedenza sono state riferite valutazioni, esperienze, indicazioni reperite nella letteratura tecnica, utilizzate in altre esperienze italiane.

Ad evento meteorico esaurito le acque accumulate devono essere immesse nella rete fognaria con modalità e tempi di svuotamento delle vasche stabilite dal gestore del Servizio Idrico Integrato (di norma in circa quattro giorni), in modo da mantenere nelle canalizzazioni portate inferiori a 4Qm, cioè inferiori a quelle delle acque nere diluite da addurre direttamente all'impianto di trattamento delle acque reflue urbane.

6. SCHEMA DI FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

Nei punti della rete fognaria dove si intende ubicare gli scolmatori di piena e le vasche di prima pioggia occorre valutare la Q_m moltiplicando il numero degli abitanti tributari per la dotazione pro capite e pro die maggiorata del coefficiente 1,06, come già illustrato, per tenere conto della dotazione di punta.

Fino al valore di $4Q_m$ i deflussi verranno fatti transitare a valle verso il depuratore.

Se l'evento meteorico fa crescere la portata oltre $4Q_m$ gli eccessi verranno intercettati ed inviati alla vasca di prima pioggia che dovrà avere un volume utile di 40 mc ad ettaro o in alternativa un volume parzialmente ridotto, purché con puntuali dimostrazioni da parte del progettista e relativa approvazione degli Enti interessati, in considerazione del fatto che una parte di tale volume è già compreso nella portata $Q_0 = 4Q_m$ trasferita presso l'impianto di trattamento attraverso il sistema fognario nonché, come già dimostrato in altre occasioni relativamente a canali fognari cittadini, in considerazione della capacità di invaso dell'intero sistema dei collettori all'interno dei vari bacini.

A riempimento avvenuto della vasca la immissione verrà interrotta ed il perdurante eccesso di portata rispetto a $4Q_m$ verrà inviato al mezzo recipiente previa disinfezione o direttamente, senza transitare per la vasca; la portata $4Q_m$ continuerà in ogni caso a defluire verso il depuratore.

La portata massima $4Q_m$ che transiterà a valle dello scolmatore/vasca di prima pioggia non creerà problemi idraulici al collettore in quanto lo stesso, in genere, è in grado di trasportare portate superiori.

Ciò però andrà verificato per ogni intervento considerando che la realizzazione delle nuove strutture e la loro messa in esercizio potrà essere scaglionata nel tempo.

Occorrerà in ogni caso, effettuate le verifiche, determinare la successione delle portate fino al depuratore ed evidenziare la capacità residua di trasporto dei vari tratti del collettore rispetto ai rispettivi valori di $4Q_m$ in modo che il gestore possa far fronte, consapevolmente, ad esigenze impreviste di incremento di portate.

Ciò si potrebbe verificare, in particolare, sia per improvvise necessità di manutenzione delle nuove strutture sia per problemi ambientali occasionali.

7 CONSIDERAZIONI SUL SISTEMA SEPARATO E SUL SISTEMA UNITARIO

Nella prima relazione sul parco depurativo rimessa dagli scriventi si anticipava che, parallelamente all'avvio del programma di interventi prioritari, da pianificare in funzione delle disponibilità finanziarie destinate a tali opere, sarebbe stato opportuno prevedere lo studio di dettaglio, fisico ed idraulico, dell'intera rete fognaria cittadina, anche alla luce degli effetti prodotti dalle opere prioritarie.

Ciò poiché la conoscenza dei fenomeni idraulici e dello stato generale della fognatura urbana (lunghezze, pendenze, materiali, portate ecc.) avrebbe consentito, oltre che di ottimizzare il funzionamento della intera rete cittadina, anche di valutare la programmazione di possibili interventi di separazione delle reti, magari solo su alcuni collettori che costituiscono le dorsali dell'intero schema o attraverso linee apposite da convogliare direttamente al corpo ricettore, alcune delle quali, peraltro, già esistenti e realizzate dal Comune di Pescara.

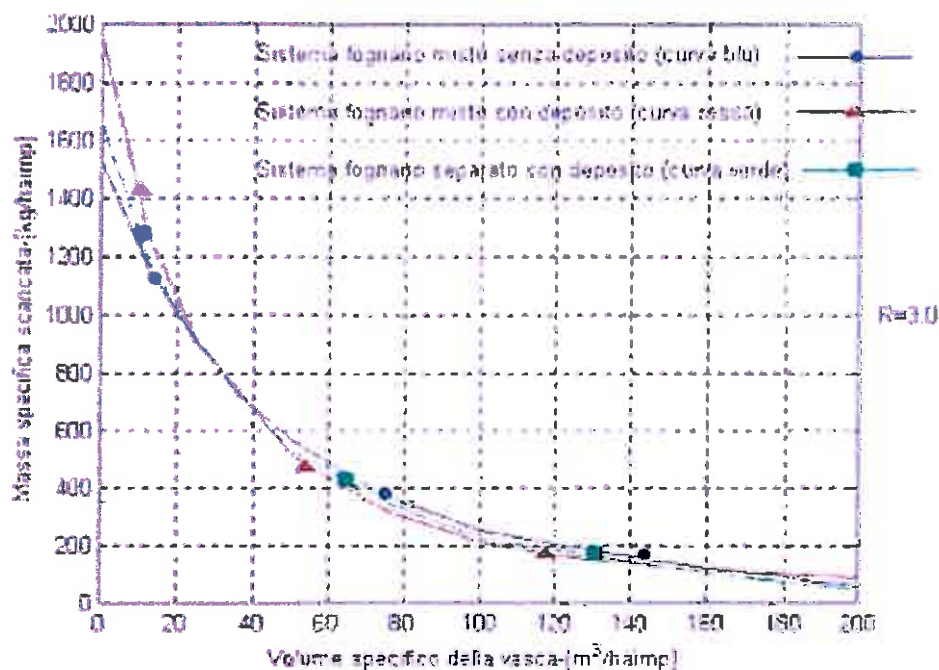
Tuttavia si era anche evidenziato che realizzare la separazione delle reti all'interno della città di Pescara avrebbe costituito un'opera molto impegnativa dal punto di vista economico ed altamente complessa ed impattante sotto l'aspetto logistico e che pertanto tale soluzione era da ritenere, in generale, non conveniente, a meno di particolari e specifiche situazioni per le quali si sarebbe dovuto programmare gli interventi per lotti, in un tempo medio lungo.

Del resto in molti altri casi simili a quelli della nostra città, rilevati dall'analisi della letteratura tecnica disponibile, la scelta della separazione delle reti per fognature unitarie già esistenti, all'interno dei reticoli cittadini, è stata evitata a favore di vasche di laminazione e vasche di prima pioggia, che consentono di ottenere risultati sostanzialmente simili dal punto di vista dell'impatto sul corpo ricettore.

Evidente che, con una fognatura unitaria, aumenta la portata in ingresso all'impianto di depurazione, tenuto anche conto del rapporto di diluizione pari a 4 ma è altrettanto vero che al risparmio ottenibile in caso di fognature separate va contrapposta la notevole spesa che si dovrebbe sostenere per realizzare la separazione delle reti.

Ecco perché ogni possibile intervento di separazione, ancorché parziale, dovrà essere sostenuto da uno studio completo delle specifiche problematiche e dei relativi fenomeni idraulici, oltre che di una esaustiva analisi dei costi e dei benefici ottenibili.

Proseguendo con i dovuti approfondimenti sulla materia e valutando le simulazioni presentate dai proff. Paoletti e Papiri nel testo citato in precedenza, già esposte in merito alla problematica relativa alle acque di prima pioggia, si rileva che, adottando gli usuali criteri di dimensionamento degli scaricatori di piena già descritti [$Q_0 = 3+5 Q_{nm}$] e delle vasche di prima pioggia ($W = 25+50 \text{ m}^3 / \text{hamp}$), l'impatto esercitato dai due sistemi fognari - unitario e separato - sul corpo ricettore è praticamente analogo.



Questo risultato è anche confermato da una valutazione orientativa della diversa efficienza dei sistemi unitari e separati ottenuta con stime di bilancio annue delle masse di inquinante scaricate nel ricettore (Paoletti e Papiri, in corso di pubblicazione; Paoletti e Sanfilippo, 2004); **questi risultati mostrano che l'impatto sul ricettore è pressoché identico tra sistemi unitari e separati, quando essi siano dotati di attrezzature (scaricatori e vasche) analoghe.** Differenze rilevanti si riscontrano invece quando si passa dal sistema separato con scarico libero delle acque meteoriche (di gran lunga il sistema peggiore), ai sistemi unitari o separati con semplici scaricatori di piena, ai sistemi unitari o separati attrezzati anche con vasche di prima pioggia (situazioni queste ultime che presentano il minimo impatto).

Va sottolineato che, ai fini del controllo dell'impatto qualitativo sul corpo idrico ricettore, contrariamente all'opinione di vari addetti ai lavori, il sistema separato con scarico libero delle acque meteoriche presenta prestazioni inferiori rispetto al sistema unitario con controllo attuato mediante semplici scaricatori di piena.

Paradossalmente la nostra Legge Regionale 31/2010 consente lo scarico libero delle acque meteoriche, come già detto, considerato che all'art. 12 si legge testualmente:

"Ai fini del presente Capo si intende per:

a) acque di prima pioggia: primi 40 metri cubi di acqua per ettaro sulla superficie scolante servita dalla fognatura, per eventi meteorici distanziati tra loro di almeno sette giorni, restando escluse da tale computo le superfici coltivate;

b) fognatura separata, ai sensi dell'articolo 74, lettere ee), del decreto legislativo n. 152/2006: la rete fognaria costituita da due canalizzazioni:

1) una adibita alla raccolta ed al convogliamento delle sole acque meteoriche di dilavamento, e dotata o meno di dispositivi per la raccolta e la separazione delle acque di prima pioggia;

2) l'altra adibita alla raccolta ed al convogliamento delle acque reflue urbane unitamente alle eventuali acque di prima pioggia."

Segue, da quanto detto sopra, che nella rete fognaria della città di Pescara, con l'attuale configurazione, che prevede punti di sfioro con rapporto di diluizione R uguale a 4, l'impatto qualitativo sul corpo idrico ricettore presenta prestazioni molto superiori a quelle che si avrebbero in caso di fognatura separata con scarico libero.

Ciò significa anche che, ai fini di un migliore impatto sul corpo ricettore, (principale finalità del presente studio e delle opere del parco depurativo), bisognerebbe comunque prevedere la realizzazione di vasche di prima pioggia, anche nel caso di eventuale separazione di tratti di fognatura, sebbene allo stato attuale la regione Abruzzo non ne fornisca indicazioni e direttive, al contrario di altre regioni; ciò è detto al precedente capitolo 5.

In effetti uno schema fognario senza vasche di prima pioggia, indipendentemente dal sistema in cui è applicato, è comunque inadeguato per perseguire una significativa riduzione del carico inquinante scaricato in tempo di pioggia, a meno di non ricorrere a valori della portata di inizio sfioro decisamente elevati, dell'ordine di 10 volte la portata nera media nei sistemi unitari e dell'ordine di 5 l/(s_{naimp}) nei sistemi pluviali, evidentemente incompatibili con le tradizionali capacità di trattamento degli impianti di depurazione.

Ecco perché nella sezione finale della fognatura, in testa all'impianto di depurazione, o meglio ancora lungo il tracciato delle reti (come spiegato in apposito paragrafo) solo l'impiego di vasche di prima pioggia consente una significativa riduzione degli indicatori di impatto (massa inquinante scaricata, numero annuo degli scarichi, concentrazione media e concentrazione massima degli inquinanti).

Con questi presidi l'impatto sul ricettore, come detto, è pressoché identico tra sistemi unitari e separati dotati di attrezzature (scaricatori e vasche) analoghe; **ne consegue che gli aspetti relativi ad una migliore tutela ambientale non possono costituire un argomento determinante nella scelta fra i due diversi sistemi fognari.**

Ciò detto, per più puntuali e dettagliate conclusioni, si rimanda ai successivi approfondimenti della presente relazione con, in particolare, lo studio di dettaglio dell'intera rete fognaria cittadina, anche alla luce degli effetti prodotti dalle opere prioritarie; ciò consentirà di valutare la possibile convenienza di alcuni interventi di separazione delle reti, sia dal punto di vista tecnico che da quello economico, oltre che inserire organicamente nel funzionamento dell'intero sistema alcuni canali di acque bianche già realizzati.

8. PROBLEMI PRIORITARI E POSSIBILI SOLUZIONI “A BREVE TERMINE”

Le problematiche da risolvere in tempi brevi pertanto sono:

- a) Incrementare la potenzialità dell'impianto di depurazione Via Raiale al fine di poter trattare, in caso di pioggia, una portata pari a 4 volte quella media in tempo asciutto;
- b) regolare il rapporto di diluizione di tutti gli sfiori sul valore di $R=4$ ed attivare un costante monitoraggio di tali valori, nonché dei valori caratteristici delle acque smaltite nel corpo ricettore affinché si possa, in funzione dell'adeguamento progressivo degli impianti, trovare il punto di equilibrio fra la qualità del liquido sversato ed il rendimento delle apparecchiature, con conseguente risparmio in termini di investimenti e, soprattutto, di costi gestionali; ciò sarà possibile, come ampiamente illustrato nei precedenti capitoli, solo a seguito di simulazioni e di elaborazione di dati reali;
- c) ridurre gli sfiori diretti al fiume delle acque più inquinate di prima pioggia, ancorché diluite secondo il rapporto consentito di $4Q_m$;
- d) aumentare il grado di sicurezza complessivo di funzionamento del sistema fognario.

Si ritiene che la soluzione più diretta ed immediata per tali problematiche consista, sostanzialmente, nella laminazione di determinate quantità di portata, diverse a seconda dei casi, attraverso la realizzazione di vasche di prima pioggia nonché di alcuni nuovi tratti di collettori cittadini occorrenti alla ottimizzazione del funzionamento della rete; ciò consentirebbe sia di eliminare/ridurre consistentemente gli sfiori diretti al fiume che di migliorare sensibilmente la qualità e le caratteristiche organiche delle acque di sfioro attraverso l'invaso delle acque di prima pioggia.

In aggiunta andranno previsti sistemi di misura e rilevamento in prossimità di tutti gli sfiori e di tutti gli invasi ed andranno programmati, di concerto con il Gestore del Servizio, controlli ed elaborazioni dei dati acquisiti con cui poter non solo ottimizzare la gestione dell'intero sistema ma anche, eventualmente, rettificare/integrare alcune ipotesi progettuali introdotte in questa fase del lavoro.

9. GLI INTERVENTI DEL “PARCO DEPURATIVO”

Per quanto riguarda gli interventi, si rimanda alle due successive tabelle ed alla planimetria dello stato di progetto, allegate alla presente.

Nella prima tabella – Tab. 1 – è riportato il bilancio della rete fognaria con la localizzazione delle vasche di prima pioggia di progetto; in apposita colonna viene altresì proposto, per ciascuna di esse, un possibile dimensionamento volumetrico, peraltro assolutamente indicativo, da verificare in sede progettuale.

Nella seconda tabella – Tab. 2 – sono descritti tutti gli interventi con una stima sommaria dei costi, anch’essi determinati con criteri di larga massima, sulla base delle volumetrie, da verificare in sede di computo metrico di progetto.

La situazione finale dell’intero sistema fognario cittadino viene infine rappresentato nella planimetria di progetto, dove sono ubicate tutte le vasche di prima pioggia e tutti i nuovi tratti di collettore.

10. CONCLUSIONI

Il presente studio approfondisce ed integra i contenuti della relazione già redatta dall'ERSI, di concerto con il Gestore del S.I.I., in merito agli interventi del "Parco Depurativo" di Pescara, costituito da un piano integrato di interventi finalizzati al "Disinquinamento del Fiume Pescara – Potenziamento del sistema depurativo del Comune di Pescara" e finanziati con delibera CIPE CIPE n° 55 del 01-12-2016 - Piano Operativo Ambiente "Interventi per la tutela del territorio e delle acque" – Settore Risorse Idriche - Asse 2 - OS. 2.2 - Settore Idrico Integrato - Area Mezzogiorno – per € 16.000.000,00 che, con il cofinanziamento da parte del Gestore del Servizio Idrico Integrato in misura del 20%, determina un investimento complessivo pari ad € 20.000.000,00.

Tali interventi si aggiungono a quelli già programmati e finanziati per il miglioramento e potenziamento del depuratore di Via Raiale in Pescara, con risorse "Sblocca Italia" e "Masterplan" per complessivi € 12.500.000,00.

Lo studio intende altresì rappresentare il documento di indirizzo alla progettazione previsto dalla vigente normativa in materia di Opere Pubbliche e contiene pertanto, oltre alle indicazioni su quali opere realizzare, una serie di valutazioni, seppur di larga massima, relative ai dimensionamenti ed ai costi presuntivi dei manufatti nonché tutti i riferimenti normativi regionali che regolano la materia ed a cui i vari progettisti dovranno attenersi durante il lavoro.

Lo studio contiene inoltre la trattazione dei principali argomenti di interesse, quali il valore della portata media di tempo secco Qm, le acque di prima pioggia ed i volumi delle relative vasche, i sistemi fognari separati ed unitari; tali argomenti, di assoluto interesse, sono descritti con rigoroso riferimento a dati reali del nostro sistema idrico, opportunamente elaborati, o in alternativa a sperimentazioni e simulazioni riportate, da vari autori, nella più evoluta e specialistica letteratura tecnica di settore.

Evidente che i progettisti potranno far uso di tali nozioni ed informazioni nella maniera che più riterranno opportuna, nel rispetto della propria autonomia, discrezionalità e diretta responsabilità professionale.

Gli interventi di disinquinamento del fiume Pescara prevedono, sostanzialmente, la realizzazione di una serie di vasche di prima pioggia, atteso che la qualità e le caratteristiche organiche delle acque di sfioro possono essere migliorate solo attraverso l'invaso delle prime acque di pioggia; ciò anche in considerazione del fatto che nella città di Pescara, dove la maggior parte dei collettori fognari è di tipo unitario a bassissima pendenza, al carico inquinante prodotto dal dilavamento delle aree urbanizzate va aggiunto quello derivante dai fenomeni di sedimentazione e di ri-sospensione in rete.

Le esperienze di simulazioni realizzate in diversi bacini sperimentali, riportate da vari autori nella letteratura tecnica di settore, dimostrano che, in assenza di rigorosi metodi matematici

a supporto, risulta imprescindibile il monitoraggio dei dati di gestione; questi consentiranno non solo di ottimizzare i risultati attesi ma anche di programmare interventi strutturali efficaci, economici e risolutivi. Di tutto ciò i capitoli del presente studio forniscono ampia informazione.

Con apposite tabelle allegate vengono illustrati sia gli interventi previsti in questa fase che le caratteristiche principali dell'intero sistema fognario della città di Pescara.

Va rilevato che da riscontri analitici effettuati su campioni di acque reflue sversate dagli scolmatori in occasione di recenti eventi piovosi dal gestore ACA sono emersi superamenti dei limiti tabellari di cui alla 152/2006.

In particolare, dalle analisi dell'ultimo evento piovoso del 20 e 21 marzo 2018, si può agevolmente evincere che al momento della precipitazione i parametri superavano ampiamente i limiti tabellari mentre rientravano nei limiti previsti dalla legge nelle ore successive; circostanza, questa, che conferma come la realizzazione di vasche di prima pioggia vada esattamente nella direzione prevista nel presente progetto, ossia quella della risoluzione di tale complessa e delicata problematica.

Si rappresenta infine che parte degli interventi previsti sono già compresi nel "Piano degli interventi" del Gestore per il triennio 2016-2019, redatto dalla scrivente Autorità di Governo a supporto del calcolo tariffario mentre per tutte le ulteriori opere occorrerà modificare ed integrare i documenti di programmazione, sia tecnici che economici, tenendo conto della natura dei finanziamenti.

Pescara, 11-04-2018

Ing. Alessandro Antonacci (RUP – Dirigente Tecnico ATO 4)

Ing. Lorenzo Livello (Supporto – Direttore Tecnico Gestore Unico ACA SpA)

Ing. Lucio Pulini (Supporto – Libero Professionista Esperto)