



AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO  
PARMA

## Applicazione sperimentale di modelli numerici per la definizione di scenari di intervento sull'inquinamento di origine diffusa nell'area di Mancasale e nel bacino delle acque basse reggiane

Contratto n° 308 del 22-12-2006

Attività	Descrizione del bacino di studio (cod. 1)
Prodotto	(cod. 1/1)
Elaborato	Relazione finale (cod.1/1/1R)
Descrizione elaborato	Descrizione del bacino d'area vasta e del bacino campione, definizione dei carichi diffusi e puntuali, descrizione del reticolo idraulico
Autori	CNR IRSA
Versione	Finale
Data	30/04/2009



**Applicazione sperimentale di modelli numerici per la  
definizione di scenari di intervento sull'inquinamento  
di origine diffusa nell'area di Mancasale e nel bacino  
delle acque basse reggiane**

**Descrizione del bacino di studio**



**30/04/2009**

**Direttore di Progetto:**

Fernanda Moroni

Autorità di Bacino del fiume Po

Via Garibaldi 75

43100 Parma

**Progetto realizzato da:**

Istituto di Ricerca sulle Acque (CNR-IRSA)

Via della Mornera, 25

20047 Brugherio (MI).

**Inizio Progetto** : marzo/2007

**Fine Progetto**: aprile/2009

**Elaborato a cura di:**

Arese Cristina, Franco Salerno, Raffaella Balestrini

Istituto di Ricerca sulle Acque (CNR-IRSA)

Via della Mornera, 25

20047 Brugherio (MI)

Marco Maglionico, Annalisa Ciccarello, Stefano Bianchi, Andrea Bolognesi

DISTART – Università degli Studi di Bologna

Viale Risorgimento, 2

40136 Bologna

**Responsabile scientifico:**

Franco Salerno

Istituto di Ricerca sulle Acque (CNR-IRSA)

E-mail: [salerno@irsa.cnr.it](mailto:salerno@irsa.cnr.it)

Marco Maglionico

DISTART – Università degli Studi di Bologna

E-mail: [marco.maglionico@unibo.it](mailto:marco.maglionico@unibo.it)

**Capoprogetto:**

Raffaella Balestrini

Istituto di Ricerca sulle Acque (CNR-IRSA)

Email: [balestrini@irsa.cnr.it](mailto:balestrini@irsa.cnr.it)

L'utilizzo e la riproduzione dei contenuti di questo elaborato sono liberi. Per ogni utilizzo dovrà essere sempre dichiarata la proprietà / la fonte: *Autorità di bacino del fiume Po, 2008. Applicazione sperimentale di modelli numerici per la definizione di scenari di intervento sull'inquinamento di origine diffusa nell'area di Mancasale e nel bacino delle acque basse reggiane.*

I contenuti dell'elaborato sono conformi agli usi originari del Progetto sopracitato. L'Autorità di bacino del fiume Po declina, pertanto, ogni responsabilità per problemi inerenti qualunque altro utilizzo.

## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIZIONE CASO DI STUDIO: IL BACINO D'AREA VASTA E IL BACINO CAMPIONE.....</b>	<b>2</b>
2.1    IL BACINO D'AREA VASTA .....	2
2.2    IL BACINO CAMPIONE .....	5
<b>3. SORGENTI DI INQUINAMENTO PUNTIFORMI E DIFFUSE .....</b>	<b>6</b>
3.1    CARICHI DIFFUSI DI ORIGINE AGRICOLA .....	6
3.2    CARICHI PUNTIFORMI .....	10
3.2.1 <i>Scarichi civili</i> .....	10
3.2.2 <i>Scaricatori di piena:</i> .....	14
3.2.3 <i>Scarichi industriali</i> .....	21
3.2.4 <i>Carichi zootecnici</i> .....	22
<b>4. DESCRIZIONE DEL RETICOLO IDRAULICO .....</b>	<b>23</b>
4.1    LA BONIFICA PARMIGIANA MOGLIA SECCHIA.....	23
4.2    FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO IRRIGUO E SCOLO DELLE ACQUE .....	26
4.3    I MANUFATTI DEL SISTEMA .....	28
<b>5. FUNZIONAMENTO DEI CANALI .....</b>	<b>35</b>
<b>6. STAGIONALITÀ DELLA FALDA IPODERMICA .....</b>	<b>40</b>

## 1. INTRODUZIONE

L'alterazione trofica delle acque superficiali è la più diffusa causa di alterazione dei corpi idrici in Europa (UNEP 2004). Anche nel bacino del fiume Po la principale causa dell'alterazione della qualità delle acque superficiali è rappresentata dall'arricchimento di nutrienti originati in gran parte dall'attività agricola e da quella zootecnica. L'impatto sull'ambiente è determinato non solo dalla quantità di nutrienti che vi sono immessi, ma anche dalla modalità di immissione. Nella Bassa Pianura Reggiana la rete di irrigazione e di bonifica rappresenta il principale vettore di queste sostanze che, raccolte sulla superficie agricola ed in corrispondenza dei punti di immissione, vengono trasferite all'idrografia principale compromettendone la qualità in modo incontrollato. In generale, la distinzione tra sorgenti puntiformi (point) e diffuse (non-point) consente una grossolana classificazione della maggiore o minore capacità di contenimento e trattamento; questa classificazione implicitamente fornisce anche una distinzione tra maggiore o minore capacità di stimare e misurare i carichi inquinanti. L'agricoltura è tradizionalmente la maggiore sorgente diffusa di inquinanti in Italia (ANPA 2001).

Recentemente, anche le grandi aree urbane stanno progressivamente perdendo il loro ruolo di sorgente puntiforme e assumendo una caratteristica di sorgente diffusa, a causa della crescente porzione di territorio occupato con superfici impermeabili, non facilmente identificabili e controllabili sia tecnicamente sia attraverso precise normative. La presenza di un collettamento delle acque reflue con un sistema misto rende le fonti di inquinamento civile e industriale di difficile quantificazione. Infatti, in questa tipologia di fognatura, durante gli eventi meteorici, si verifica la trasformazione del deflusso superficiale urbano in sorgente puntiforme, poiché avviene un mescolamento con i reflui che convergono agli impianti di trattamento. In contrapposizione, i collettori dotati di scolmatori di piena, per alleggerire la rete durante gli eventi meteorici, portano a una ridistribuzione spaziale degli apporti inquinanti, determinando una riclassificazione delle sorgenti urbane e assoggettando di fatto questo tipo di pressione alla categoria dell'inquinamento diffuso. In conseguenza di ciò, gli apporti inquinanti degli scolmatori di piena assumono caratteristiche molto simili a quelle dell'inquinamento diffuso, quali la discontinuità, e, in particolare, la complessa quantificazione del carico di inquinanti che è riversato nel corpo recettore. Il problema descritto rappresenta attualmente una delle più complesse e vaste cause di compromissione delle acque superficiali (Harremoes 1998, US-EPA 2002) in grado di spiegare buona parte del carico di nutrienti che è veicolato dai corsi d'acqua.

Comunque le maggiori fonti di inquinamento presenti sull'area considerata nel presente progetto risultano attualmente legate all'attività agricola, come pure alla presenza di complessi industriali e artigianali e all'esercizio degli impianti di depurazione. Le attività umane che sono alla loro origine, anche se gestite nel pieno rispetto della normativa vigente, risultano comunque in grado di alterare il delicato equilibrio per il quale il sistema dei canali è stato concepito e realizzato. La Direttiva Europea sulle Acque (Water Framework Directive; WFD, 60/2000/CE), nello

stabilire il raggiungimento degli obiettivi di qualità dell'ecosistema acquatico, pone in primo piano la riduzione delle fonti inquinanti presenti nel bacino idrografico.

Difatti in questo studio l'analisi si fonda su una preventiva stima delle sorgenti inquinanti diffuse e puntuali in quanto risulta necessario definire la quantità di nutrienti che è veicolata al corpo recettore e identificare le aree e le fonti che maggiormente contribuiscono alla formazione del carico. Successivamente attraverso l'applicazione di specifici modelli di calcolo, verranno valutate le modalità di diffusione dell'inquinamento in alveo. Inoltre il presente Progetto è finalizzato a valutare, attraverso l'applicazione di specifici modelli di calcolo, come l'introduzione di nuovi ambienti naturali quali le fasce riparie, potrebbe incidere sulla riduzione del livello di inquinamento. Infatti è noto che l'inserimento e la valorizzazione di fasce di vegetazione interposte fra l'ambiente terrestre ed acquatico rappresenta un'importante azione nel controllo dell'inquinamento diffuso, soprattutto negli ambiti rurali. Esse infatti possono intercettare ed abbattere il carico inquinante (principalmente nutrienti e fitofarmaci) trasportato dalle acque per effetto dei fenomeni di dilavamento e percolazione. Al momento comunque in letteratura non ci sono studi adeguati per assistere ad un corretto posizionamento e dimensionamento dei siti tampone al fine di garantire una adeguata rimozione. In questo settore la modellistica potrebbe essere uno strumento di ausilio alla gestione del territorio qualora fosse in grado di descrivere e prevedere i processi fisico-chimico e biologico che avvengono nelle fasce riparie. Comunque anche per questo ambito di ricerca in bibliografia sono presenti pochi esempi applicativi. Evidente in questo contesto è pertanto il ruolo del Progetto RIMEDIA.

## **2. DESCRIZIONE CASO DI STUDIO: IL BACINO D'AREA VASTA E IL BACINO CAMPIONE**

### **2.1 Il bacino d'area vasta**

Il bacino oggetto di studio e definito in seguito "Bacino d'area vasta" è costituito dal Bacino delle Acque Basse Reggiane ovvero dall'insieme dei bacini di pianura per i quali il recettore finale è il Canale delle Acque Basse Reggiane (Fig. 2.1). La sua estensione è pari a circa 12.500 ettari (125 Km<sup>2</sup>).

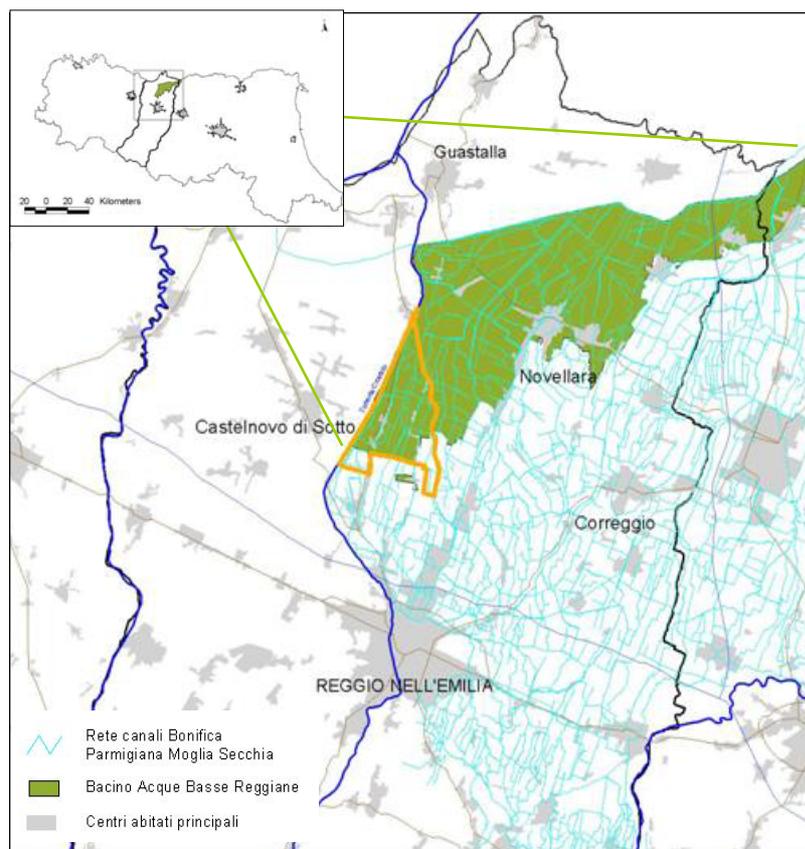


Fig. 2.1 - Inquadramento territoriale del bacino di area vasta ( in color verde)

Caratteristica rilevante dell'area è l'elevata percentuale di SAU irrigabile. Come si può notare nel diagramma a torta della Fig. 2.2 (dati AGREA) l'uso del suolo è in prevalenza a frumento, mais ed erba medica.

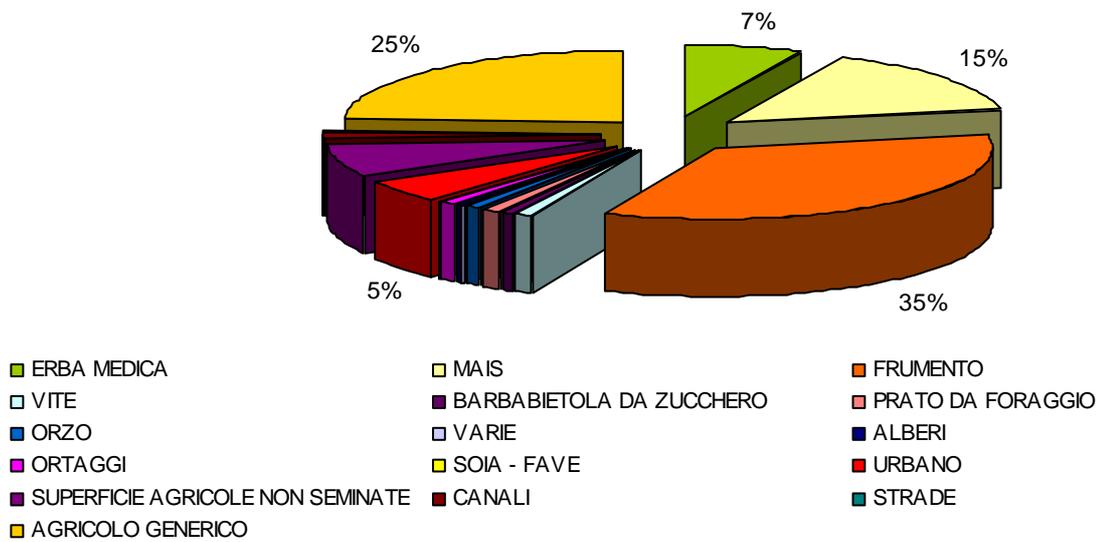


Fig 2.2 - Uso del suolo del bacino d'area vasta.

Nella Fig. 2.3 si mette invece in evidenza per l'anno 2007 (stazione pluviometrica di Brunoria) che la stagione irrigua è compresa nel periodo maggio-agosto. Il Consorzio Parmigiana Moglia Secchia effettua come gli altri consorzi un metodo di irrigazione detto turnato, ma con una durata estremamente lunga (20 - 24 gg.) dei turni determinata dalle carenze di portata che si verificano, in particolare nel fiume Secchia, già ai primi di luglio.

Le fertilizzazioni interessano principalmente il periodo primaverile e il mese di novembre seguendo in prevalenza le necessità culturali del Mais. Questa indicazione è stata dedotta dalle norme generali della Regione Emilia-Romagna (D.P.R. 290/01 e dalla Circolare applicativa del MIPAF n. 32469 del 30 ottobre 2001) che riportano le indicazioni (vincoli e consigli) per i piani di fertilizzazione agronomica.

Nell'area di studio la maggior parte dei terreni risulta di medio impasto tendenti all'argilloso con scheletro assente o, nella maggior parte dei casi, inferiore al 5%. Il tipo di suolo di riferimento può essere il "Case Ponte argillosa", presente in estese depressioni morfologiche della pianura alluvionale. In queste terre la pendenza varia dallo 0,01 allo 0,1%. Il substrato è costituito da alluvioni a tessitura fine.

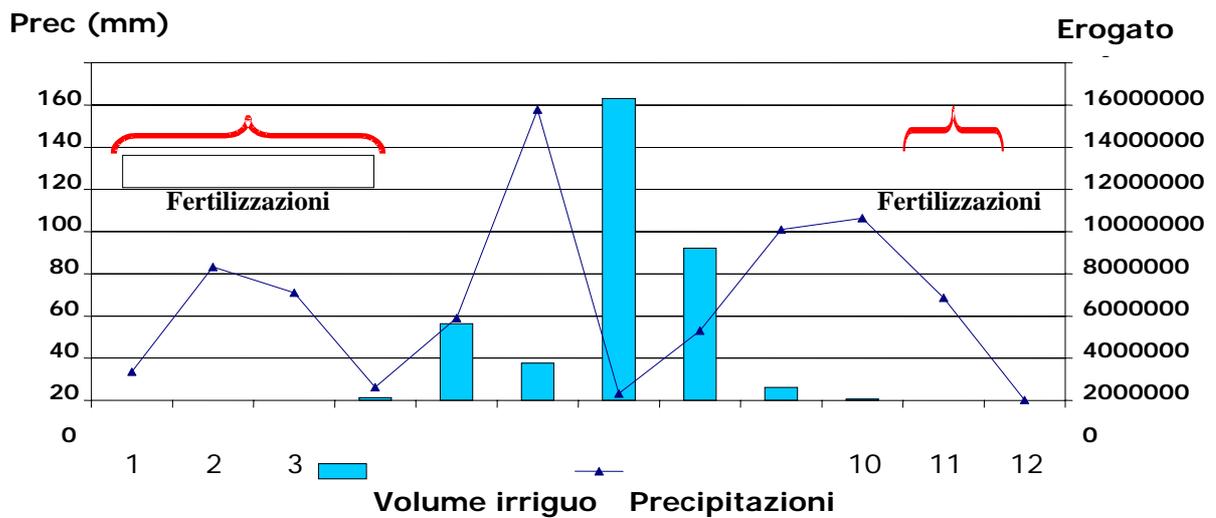


Fig. 2.3 - Area vasta: pluviometria, irrigazioni e fertilizzazioni per l'anno 2007

## 2.2 Il Bacino campione

Il Bacino Campione ha una forma triangolare (Fig. 2.4 in giallo) ed è delimitato dal Canale Tassone, il Torrente Crostoso e la rete di scolo afferente al Canale dell'Argine. Ha una superficie totale di 21 Km<sup>2</sup>.

La Fig. 2.4 (dati Agrea) mette in evidenza che le pratiche agricole del Bacino Campione non si differenziano di molto da quelle dell'Area Vasta. Notiamo soprattutto una minor superficie a frumento a favore di erba media e mais.

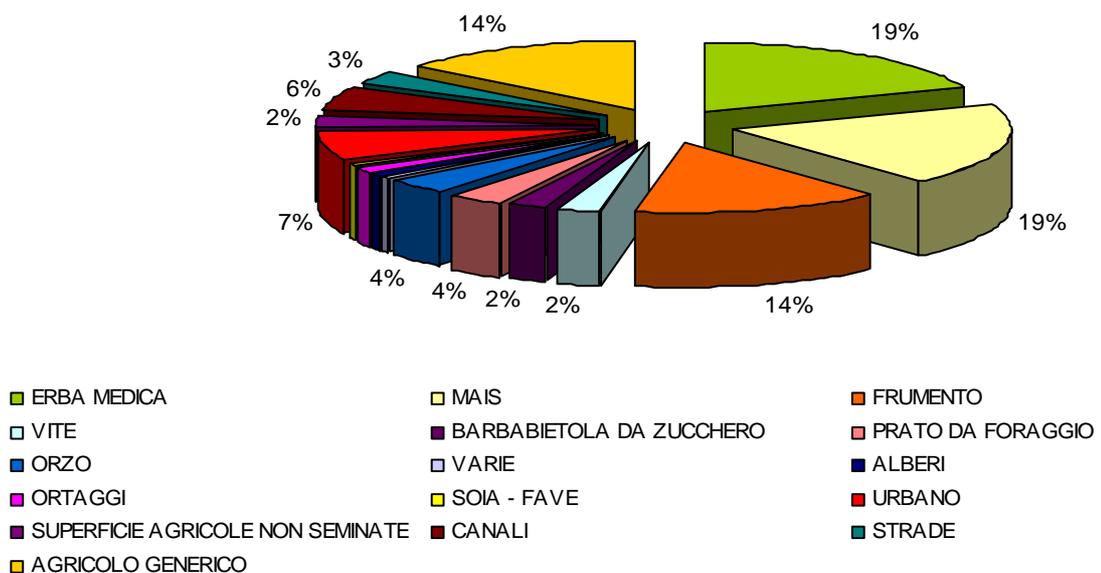


Fig. 2.4 - Uso del suolo del Bacino Campione

Su questo bacino, come verrà spiegato nei prossimi capitoli si è svolta l'attività sperimentale di dettaglio sulla qualità dei corpi idrici superficiali.

### 3. SORGENTI DI INQUINAMENTO PUNTIFORMI E DIFFUSE

Per poter affrontare il problema dell'alterazione trofica delle acque superficiali, risulta necessario innanzi tutto definire la quantità di nutrienti che è veicolata al corpo recettore e identificare le aree e le fonti che maggiormente contribuiscono alla formazione del carico. Il problema di fatto può essere affrontato a livello sperimentale (**carichi sperimentali**), mediante metodi diretti volti a definire il carico di nutrienti veicolato al punto di chiusura del bacino considerato in rapporto ai corrispettivi valori di portata. Questo metodo presenta il vantaggio di fornire una valutazione accurata dei carichi inquinanti, ma rivela anche la difficoltà di distinguere il contributo delle diverse sorgenti inquinanti alla formazione dei carichi. Per questo motivo, uno strumento utile a esprimere un giudizio sulle cause che determinano le condizioni dei corpi idrici, è costituito dalla stima dei "**carichi teorici**" che si generano nel bacino e che successivamente sono effettivamente sversati nelle acque superficiali. In primo luogo bisogna procedere alla ricostruzione dell'uso del suolo. Successivamente le unità di riferimento delle diverse fonti d'inquinamento (civile, industriale, zootecnia, agricoltura) attraverso l'impiego di opportuni coefficienti possono essere trasformate in quantità di carico o indici del carico medesimo.

Nel presente studio date le dimensioni dell'area considerata e la finalità specifica di arrivare al calcolo dei carichi teorici è stato necessario ricostruire un uso del suolo ad una scala di maggior dettaglio rispetto a quello attualmente a disposizione della Regione Emilia Romagna.

[http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/ERMES/Canali/territorio/cartografia\\_regionale/uso\\_copertura\\_suolo.htm](http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/ERMES/Canali/territorio/cartografia_regionale/uso_copertura_suolo.htm) ;<http://archiviocartografico.regione.emilia-romagna.it/> )

#### 3.1 Carichi diffusi di origine agricola

La definizione di carte dell'uso del suolo è stata effettuata in maniera funzionale alla definizione degli apporti di nutrienti di origine agricola sul territorio considerato. L'uso del suolo è stato ricostruito a livello di singolo appezzamento in tutto il bacino considerato. La caratterizzazione delle diverse tipologie colturali alla loro distribuzione sul territorio è stata effettuata a partire dai dati forniti dall'AGREA (Agenzia per le Erogazioni in Agricoltura della Regione Emilia-Romagna). Tali informazioni sono state desunte sulla base delle dichiarazioni volontarie effettuate dagli imprenditori agricoli per ottenere i sussidi europei per l'anno 2007 e sono state

poi rielaborate dall'IRSA per ottenere una classificazione riassuntiva delle principali colture sulla base della loro presenza percentuale sul territorio.

Con queste informazioni e attraverso il supporto di ArcViewTM 3.x (ESRI), si è provveduto a creare una classificazione di uso del suolo diversificando il territorio agricolo in dodici categorie colturali. Un'ulteriore categoria, denominata "agricolo generico", si è resa necessaria in tutti i casi in cui, dalle informazioni disponibili, non fosse possibile estrapolare la tipologia colturale o la varietà indicata rappresentasse una percentuale di territorio inferiore all'1 %.

Sono state inoltre distinte le zone agricole che dalle dichiarazioni risultavano non seminate, così come le zone urbane e la rete di canali. Tutto ciò che presentava una superficie inferiore a 100 m<sup>2</sup>, ad esclusione dei tratti di canali, è stato definito come urbano, vista anche la sua distribuzione in prossimità di altre parcelle classificate come urbano.

L'uso del suolo è stato ricostruito lavorando ad un dettaglio di scala 1:5000 per il bacino campione e di 1:20000 per il bacino di area vasta (Fig. 3.1).

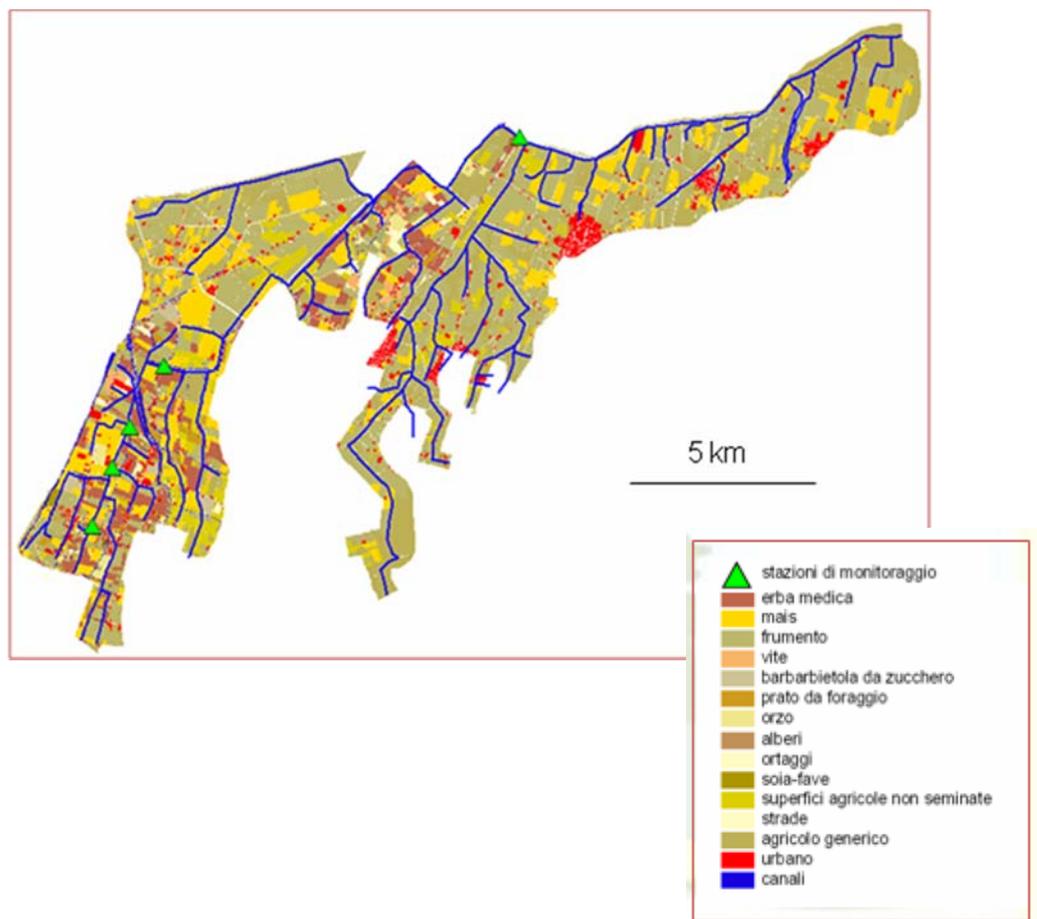


Fig. 3.1 - Uso del suolo del bacino d'area vasta. Dati AGREA (Agenzia per le Erogazioni in Agricoltura della Regione Emilia-Romagna) desunti sulla base delle dichiarazioni volontarie per ottenere i sussidi europei (anno 2007)

I dati riguardanti i quantitativi di azoto e fosforo applicati sui terreni coltivati come fertilizzanti sono stati ricavati a partire dalle indicazioni riportate nell'allegato 1a - Buona pratica agricola usuale del Piano Regionale di Sviluppo Rurale (P.R.S.R.) della Regione Emilia-Romagna (Maggio, 2000). In questo modo, in via teorica, sulla base della superficie agricola è stato definito il quantitativo di fertilizzanti organici e inorganici apportati annualmente su ciascun appezzamento sulla base del tipo di coltura.

Per quanto riguarda l'azoto è stato considerato anche un contributo di origine atmosferica determinato a partire dalle concentrazioni medie misurate dall'ARPA nella stazione di Novellara e considerando i mm registrati nella medesima stazione nel 2007- 2008.

Per il suolo non coltivato, i carichi di azoto e fosforo sono stati ottenuti applicando i coefficienti di 200 Kg N Km<sup>2</sup> a<sup>-1</sup> e di 10 kg P km<sup>2</sup> a<sup>-1</sup> di superficie naturale.

Per l'agricolo generico è stato utilizzato un coefficiente ottenuto in modo proporzionale rispetto alla ripartizione di uso del suolo (Fig. 3.2).

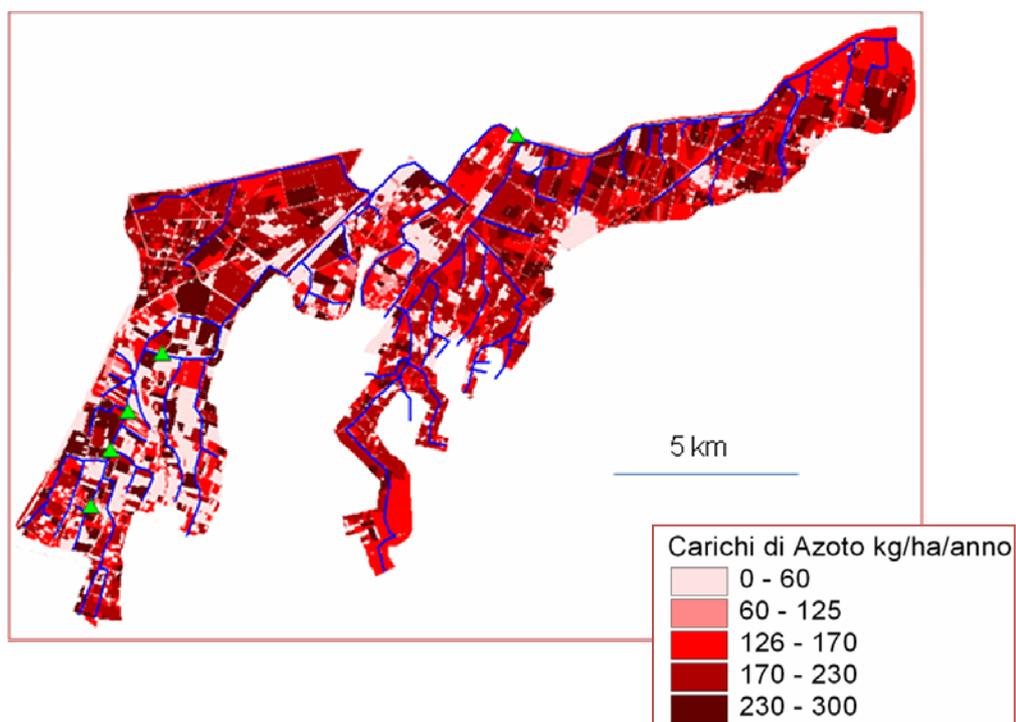


Fig. 3.2 - Area Vasta: carichi di Azoto Totale generati annualmente

Sulla base delle informazioni desumibili dalla Buona pratica agricola usuale e dalle indicazioni ricevute dagli agricoltori delle zone agricole in cui sono state condotte le attività sperimentali sulle fasce riparie è stata ottenuta una ripartizione mensile dei carichi teorici generati.

A partire dai carichi teorici così calcolati si è proceduto alla definizione dei carichi di azoto e fosforo sversati, cioè a definire la porzione di nutrienti che viene veicolata ai corpi superficiali.

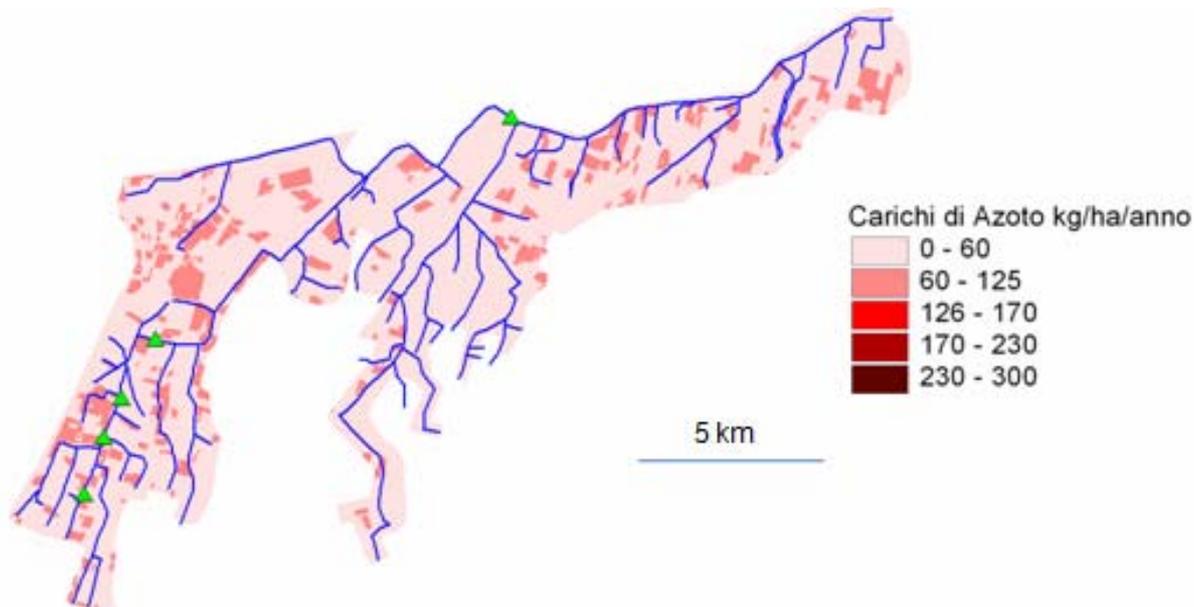


Fig. 3.3 Area Vasta: carichi di Azoto Totale sversati su base annuale

La relazione esistente tra i carichi generati e quelli sversati è stata elaborata dai risultati ottenuti in una campagna di monitoraggio mensile effettuata su un bacino ad uso esclusivamente agricolo. In particolare il bacino considerato è quello relativo alla stazione di monitoraggio delle acque superficiali situata in Via Quarti (Bagnolo in Piano).

I coefficienti mensili di abbattimento ottenuti per via Quarti sono stati quindi applicati a tutte le parcelle coltivate arrivando a definire i carichi di nutrienti insistenti sui corpi idrici superficiali e attribuibili alle fonti diffuse.

## 3.2 Carichi puntiformi

### 3.2.1 Scarichi civili

Per il calcolo dei carichi generati dalla popolazione residente nel bacino si deve fare riferimento ai valori dei coefficienti unitari relativi all'abitante equivalente per azoto, fosforo e BOD5 (Tab. 3.1) i quali sono stati tratti dal "Piano Territoriale Regionale per il Risanamento e la Tutela delle Acque (Regione Emilia –Romagna 1993).

Azoto [g/d]	Fosforo [g/d]	BOD <sub>5</sub> [g/d]
12,33	1,84	60

Tab. 3.1 – Coefficienti unitari relativi all'abitante equivalente.

Moltiplicando quindi tali fattori per il numero di abitanti presenti nell'area ricavabili dal Censimento Istat del 2001, è possibile ottenere il carico inquinante complessivamente prodotto dal settore civile all'interno dell'area considerata. Il carico così calcolato però non viene riversato direttamente nel corpo idrico, ma viene veicolato verso l'impianto di trattamento dei reflui più vicino. All'interno dell'area è presente però un numero ridotto di abitazioni isolate troppo distanti dai depuratori, il cui collettamento alla rete fognaria non risulta economicamente conveniente. Il numero di residenti nelle case sparse può essere ottenuto rapportando la percentuale comunale, circa il 10% del totale, al territorio occupato dall'area di studio. E' necessario supporre in questi casi la presenza di una fossa settica per ogni abitazione, capace di abbattere i carichi in loco (25% BOD<sub>5</sub>, 15% N, 10% P) e solo successivamente scarichi i reflui direttamente nei canali limitrofi.

All'interno dell'area oggetto di studio è stata riscontrata la presenza di due impianti di trattamento dei reflui: quello di Villa Seta Nuovo, ricadente all'interno del bacino pilota, e quello di Reggiolo Nuovo (Fig. 3.4). Di seguito sono riportati le tabelle relative ai dati tecnici e alle caratteristiche di funzionamento dedotte dalle relazioni tecniche elaborate annualmente da ENIA S.p.A. I valori sono il risultato della media aritmetica dei singoli dati analizzati nel corso dell'anno.

Al fine di rappresentare il contributo dei depuratori sono stati utilizzati i valori di concentrazione stimate per l'anno 2007, nell'ipotesi che non ci siano state sensibili variazioni per nell'anno seguente.

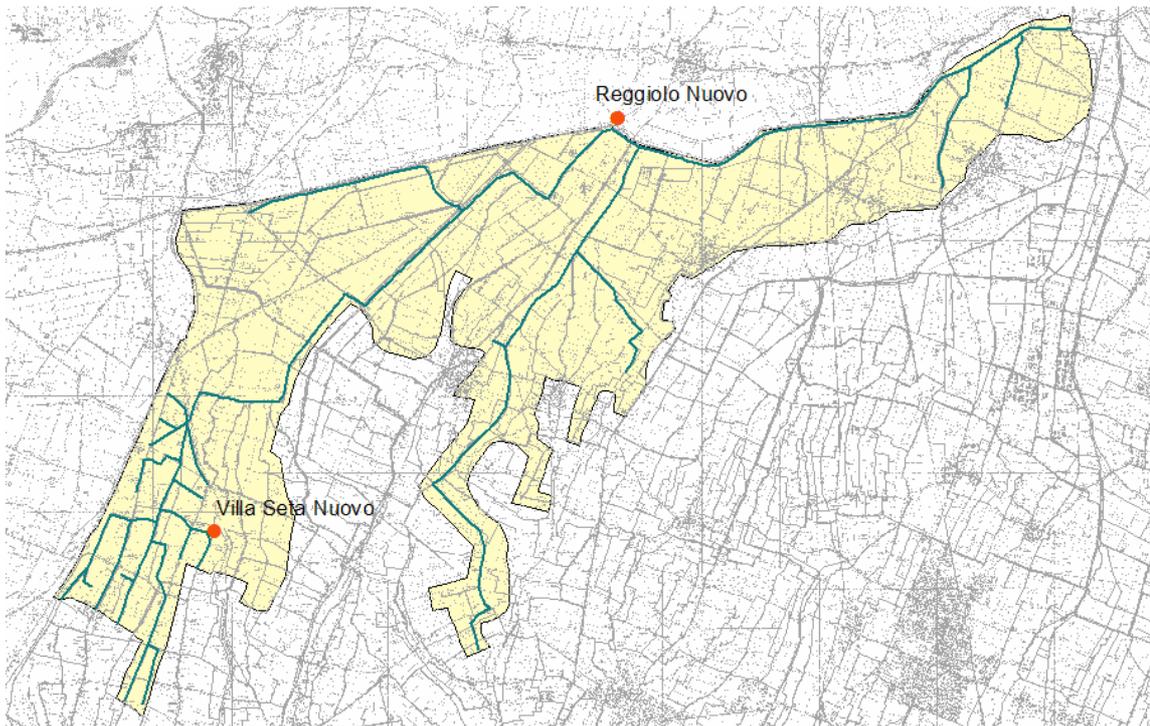


Fig. 3.4 – Localizzazione geografica degli impianti di trattamento delle acque.

Villa Seta Nuovo:

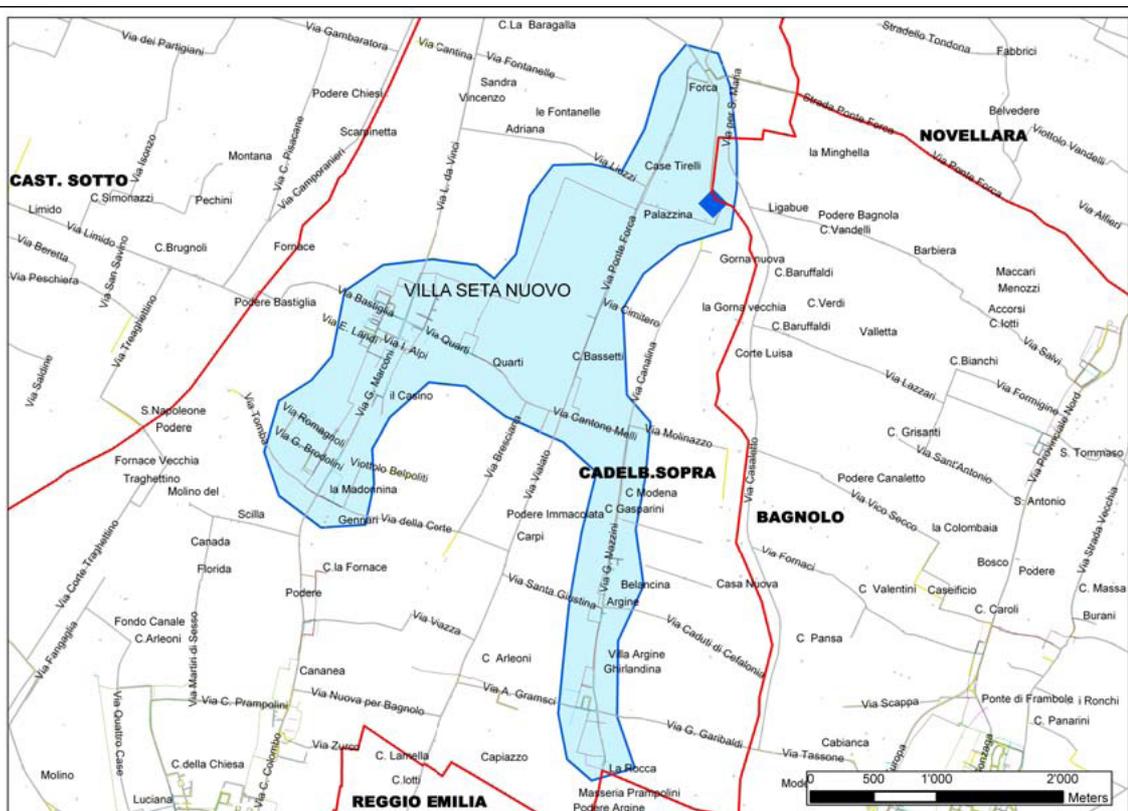


Fig. 3.5 – Schede del reticolo fognario relativo all'impianto Villa Seta Nuovo.

SCHEDA DATI TECNICI					
Parametri di processo		Valori di progetto	valori medi		
			2007	2006	2005
Abitanti equivalenti	A.E.	5000	6700	5191	2517
Portata media	m <sup>3</sup> /d	1500	1725	1567	2102
Carico azoto	kg azoto/d	60	81	72.49	36.61
Carico fosforo	kg fosforo/d	12.5	13	7.93	4.60
Carico BOD	kg BOD/d	300	300	232.71	118.40
Carico COD	kg COD/d	600	790	612.59	285.15
Carico sol. sosp.	kg MST/d	450	366	313.39	152.73

CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO						
Parametri		Valori medi anno 2007		Abbattimenti medi		
		Ingresso	Uscita	2007	2006	2005
Azoto	mg/l	47.0	18.9	52.9	48.0	5.7
Fosforo	mg/l	7.5	2.2	48.4	43.5	13.9
BOD	mg/l	173.9	1.4	97.4	97.3	93.6
COD	mg/l	458.0	26.7	88.9	86.3	76.7
MST	mg/l	212.2	3.9	96.2	93.3	90.0

Tab. 3.2 – Schede relative all'impianto Villa Seta Nuovo.

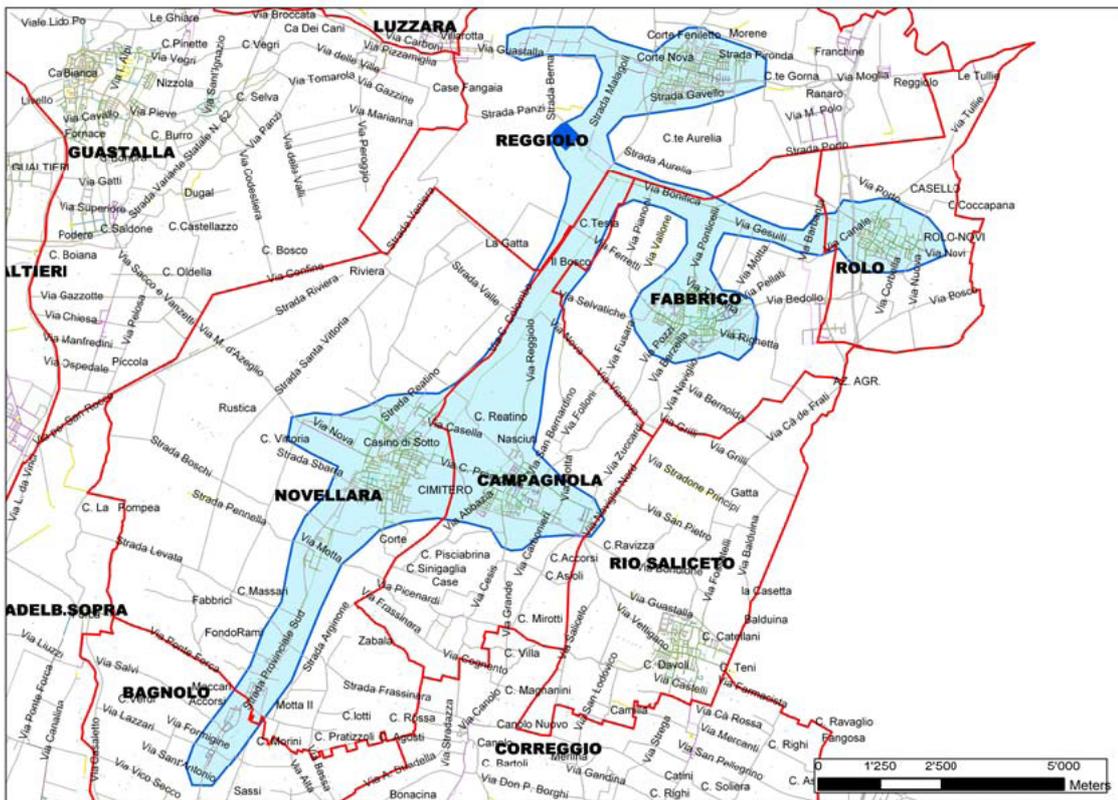


Fig. 3.6 – Schede del reticolo fognario relativo all'impianto Reggiolo Nuovo.

SCHEDA DATI TECNICI					
Parametri di processo		Valori di progetto	valori medi		
			2007	2006	2005
Abitanti equivalenti	A.E.	58000	14258	11256	10805
Portata media	m <sup>3</sup> /d	17400	8857	7388	9839
Carico azoto	kg azoto/d	696	261.49	197.93	200.89
Carico fosforo	kg fosforo/d	145	25.75	19.89	22.81
Carico BOD	kg BOD/d	3480	675.36	464.96	496.48
Carico COD	kg COD/d	6980	1682.5	1328.20	1275.03
Carico sol. sosp.	kg MST/d	5220	866.53	587.76	494.84

CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO						
Parametri		Valori medi anno 2007		Abbattimenti medi		
		Ingresso	Uscita	2007	2006	2005
Azoto	mg/l	29.5	11.2	50.9	56.8	45.3
Fosforo	mg/l	2.9	3.1	4.6	13.3	15.2
BOD	mg/l	76.3	2.5	93.1	94.6	94.2
COD	mg/l	190.0	34.5	74.3	73.8	72.2
MST	mg/l	97.8	2.3	96.8	94.8	96.6

Tab. 3.3 – Schede relative all'impianto Reggiolo Nuovo.

### 3.2.2 Scaricatori di piena:

Un ulteriore tipologia di carichi concentrato è rappresentata dagli scaricatori di piena, manufatti inseriti all'interno delle reti di drenaggio al fine di evitarne il sovraccarico durante gli eventi meteorici. Tali installazioni, si rendono infatti utili per fronteggiare i periodi di pioggia più gravosi per il sistema, durante i quali risulta necessario sia il contenimento delle dimensioni geometriche dei collettori di valle, sia perché gli impianti di depurazione delle acque reflue urbane non sono in grado di trattare efficacemente carichi idraulici elevati (oltre 3 volte la portata di tempo secco) ed acque reflue estremamente diluite.

Tradizionalmente tali manufatti venivano dimensionati per garantire alle portate sfiorate un grado di diluizione pari a 3-5 volte la portata reflua media sulle 24 ore. Tale valore deve comunque essere maggiore almeno del 30% del coefficiente di punta delle acque nere in fognatura, onde evitare sfiori di portate nere non diluite nei periodi tempo secco. Oggi però una diluizione di 3-5 volte la portata reflua media, non è più accettabile a causa dei numerosi inquinanti che vengono dilavati dalle acque di prima pioggia e che vengono trasportati dalla successiva ondata di piena. Per evitare quindi il rilascio in natura di tali sostanze, si rende necessario per i nuovi insediamenti l'inserimento, accoppiato agli scaricatori, di vasche di accumulo temporaneo per le acque di pioggia (vasche di prima pioggia), in modo da rispettare valori limite assegnati a garanzia del ricevente sia in termini di concentrazioni dei principali inquinanti, sia in termini di frequenza di sfioro.

Allo scopo di individuare gli apporti in termini di BOD, azoto e fosforo totali che mediante gli scaricatori vengono riversati nei canali attigui si è fatto uso di un

modello semplificato nato da uno studio dell'ARPA (2002) denominato "Analisi modellistiche quali-quantitative della regione" e riportato nelle linee guida di utilizzo per la gestione acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della Deliberazione G.R. n° 1860 del 18/12/2006. Attraverso questo studio, sono stati individuati valori specifici sulla base di una parametrizzazione effettuata su alcuni bacini Urbani di Bologna. Questi coefficienti dunque, permettono di stimare la massa totale di inquinante sversata dagli scaricatori [kg], in funzione della superficie urbana impermeabile [ha] e dell'altezza di pioggia caduta nel periodo di riferimento [mm]. I valori riportati di seguito, fanno riferimento ad una specifica sperimentazione pertanto, anche valori diversi, frutto di sperimentazioni affidabili condotte in altre realtà, potranno essere presi a riferimento.

Parametri	Coefficienti	
BOD <sub>5</sub>	0,297	kg/(ha*mm)
COD	0,680	kg/(ha*mm)
P <sub>tot</sub>	0,010	kg/(ha*mm)
N <sub>tot</sub>	0,032	kg/(ha*mm)

Tab. 3.4 – Apporti unitari di inquinanti per ettaro e per mm di pioggia.

Oltre ai valori delle masse totali riversate attraverso gli scaricatori è stato possibile ricavare anche dei coefficienti di ripartizione per le diverse forme dell'azoto, riportati nella tabella seguente.

Costituente		% di ripartizione
Azoto totale	N	100
Ammoniaca	N-NH <sub>3</sub>	92
Azoto nitroso	N-NO <sub>2</sub>	2
Azoto nitrico	N-NO <sub>3</sub>	3
Azoto organico	N-ORG	3

Tab. 3.5 – Ripartizione delle forme azotate per le masse sversate dagli scaricatori.

E' stato poi necessario individuare la posizione di tali manufatti, nonché le superfici urbane ad essi afferenti; questo è stato possibile utilizzando due tipologie di cartografia:

la prima costituita da una serie di ortofoto a colori georeferenziate (26) che unite tra di loro hanno permesso di avere un quadro generale dell'area di studio;

la seconda invece, costituito da una serie di tavole CTR (54) in scala 1:5000 delle reti fognarie.

Mentre la prima cartografia è stata utilizzata per studiare ed individuare i centri abitati e le aree impermeabili, nella seconda sono stati individuati gli elementi della rete fognaria come le condotte e gli scaricatori di piena. L'elaborazione e lo studio delle immagini cartografiche, è stato poi effettuato mediante l'utilizzo di un software GIS: Arcview 3.2.

In totale gli scaricatori individuati sono 120 di cui solamente 35 rimangono all'interno dell'area oggetto di studio. Per ogni scaricatore l'area d'influenza, è stata selezionata in funzione di considerazioni idrauliche basate sulla cartografia CTR, in particolare si è controllato l'andamento fognario sia per quanto riguarda i versi di scolo delle acque sia per quanto riguarda la reale distribuzione della rete.

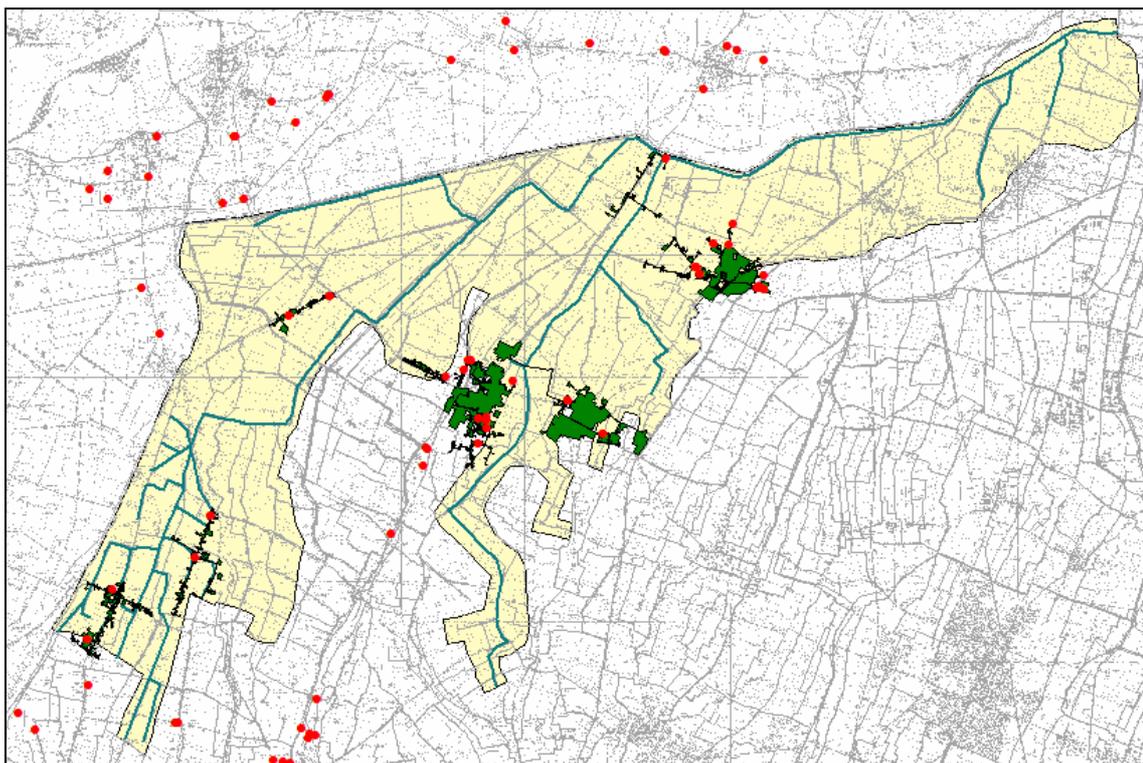


Fig. 3.7 – Posizione degli scaricatori (rosso) e aree drenate (verde).

A titolo di esempio vengono riportate di seguito le immagini relative alle elaborazioni che sono state svolte per i principali comuni della zona di studio.

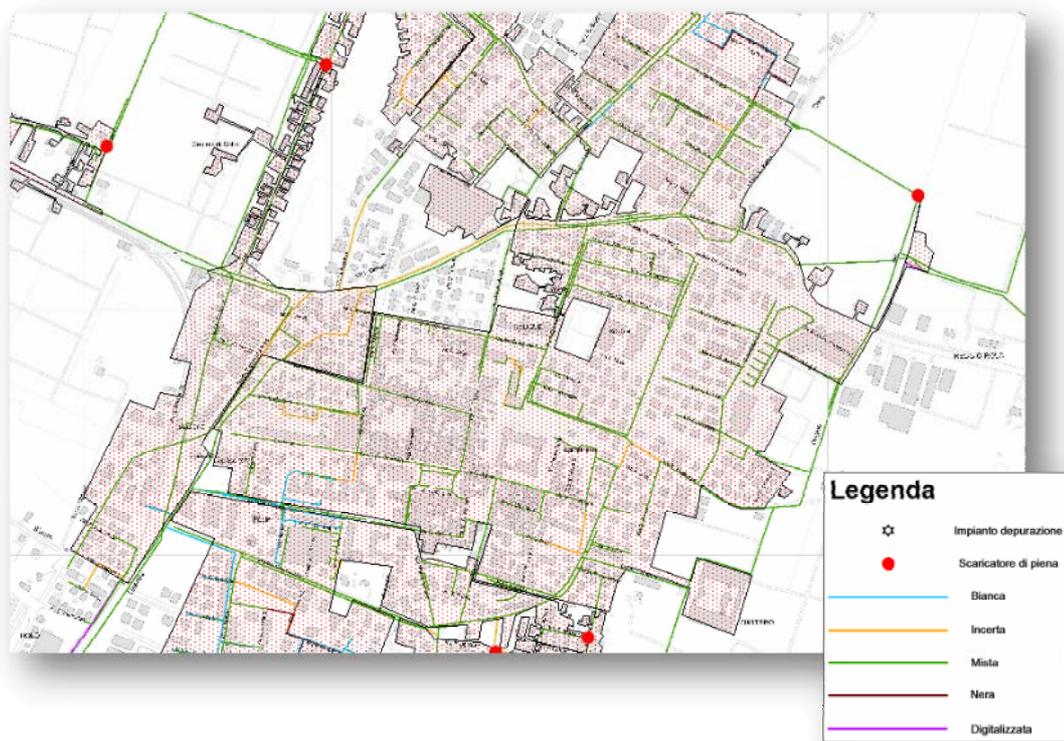


Fig. 3.8 – Cartografia CTR elaborata al GIS del comune di Novellara.



Fig. 3.9 – Ortofoto elaborata al GIS del comune di Novellara.

Nell'immagine sono rappresentate le aree impermeabili (gialle), gli scaricatori di piena (rossi) e sono anche riportate le aree in mq delle superfici attribuite a ciascun scaricatore.

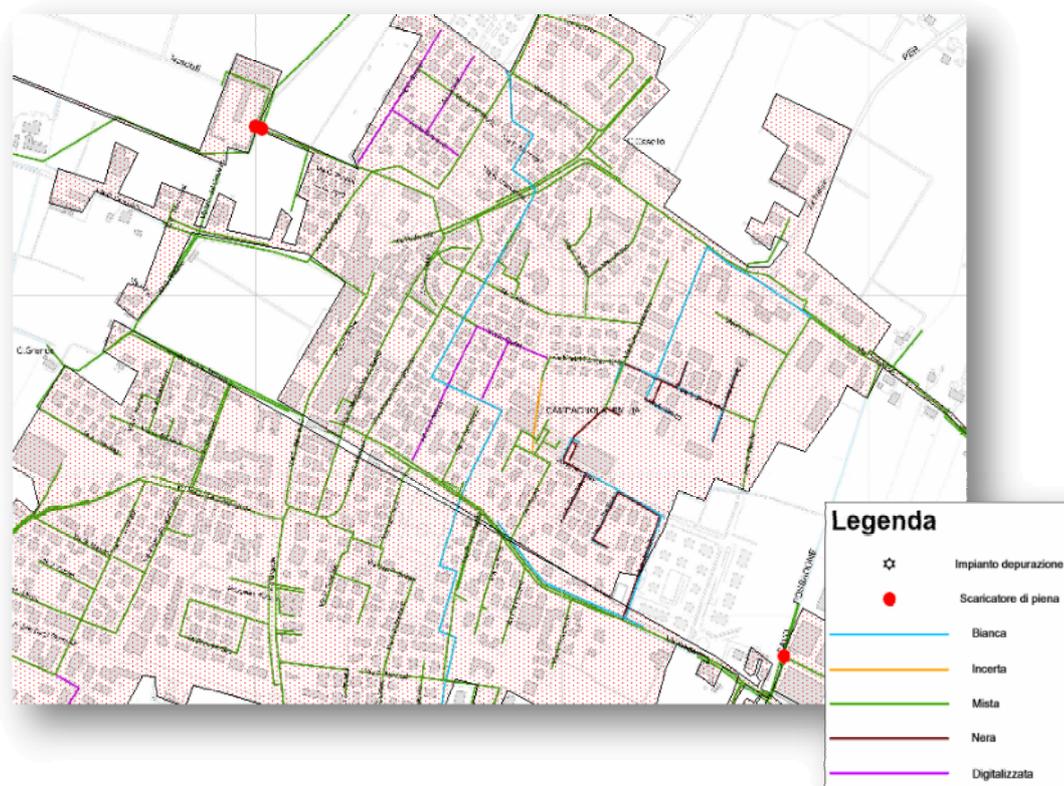


Fig. 3.10 – Cartografia CTR elaborata al GIS del comune di Campagnola Emilia.



Fig. 3.11 – Ortofoto elaborata al GIS del comune di Campagnola Emilia. Nell'immagine sono rappresentate le aree impermeabili (gialle), gli scaricatori di piena (rossi) e sono anche riportate le aree in mq delle superfici attribuite a ciascun scaricatore.

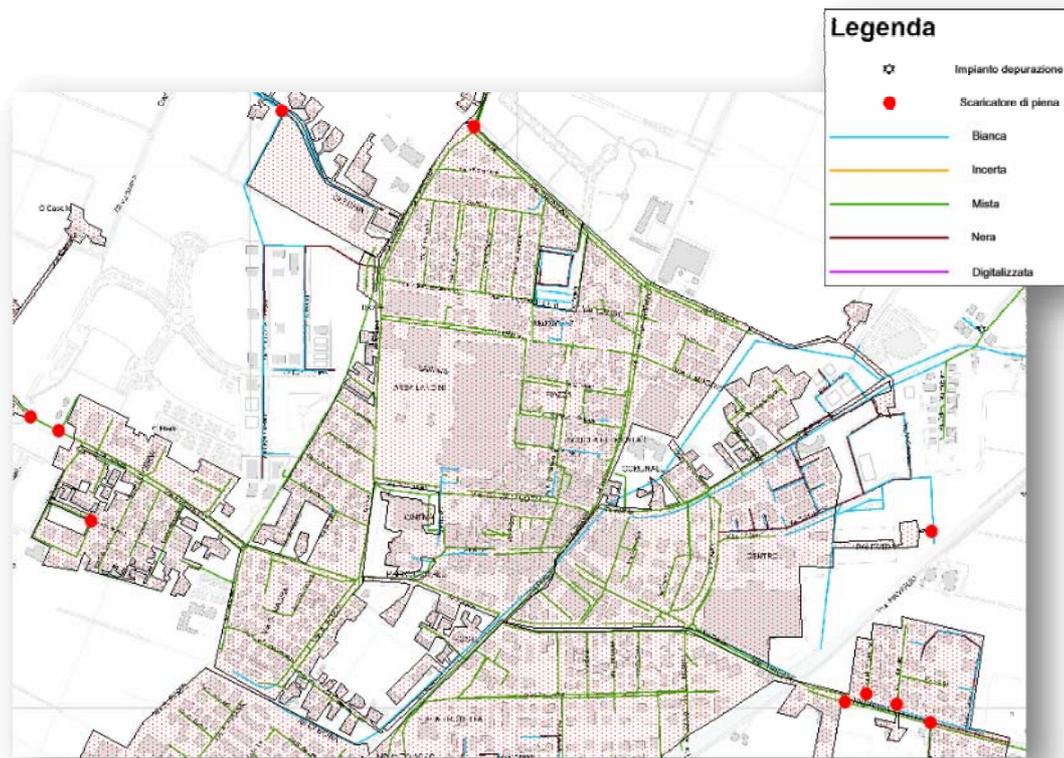


Fig. 3.12 – Cartografia CTR elaborata al GIS del comune di Fabbrico.



ID	Shape	Area_mq
15	Polygon	27571.572
16	Polygon	102528.755
26	Polygon	38862.174
28	Polygon	167902.528
31	Polygon	311125.391
27	Polygon	472952.158
25	Polygon	71326.125
23	Polygon	75650.717
33	Polygon	87794.924
35	Polygon	6862.188
36	Polygon	579115.427
34	Polygon	766480.210
44	Polygon	756976.855
43	Polygon	197750.478
37	Polygon	46645.782

Fig. 3.13 – Ortofoto elaborata al GIS del comune di Fabbrico.

Nell'immagine sono rappresentate le aree impermeabili (gialle), gli scaricatori di piena (rossi) e sono anche riportate le aree in mq delle superfici attribuite a ciascun scaricatore.

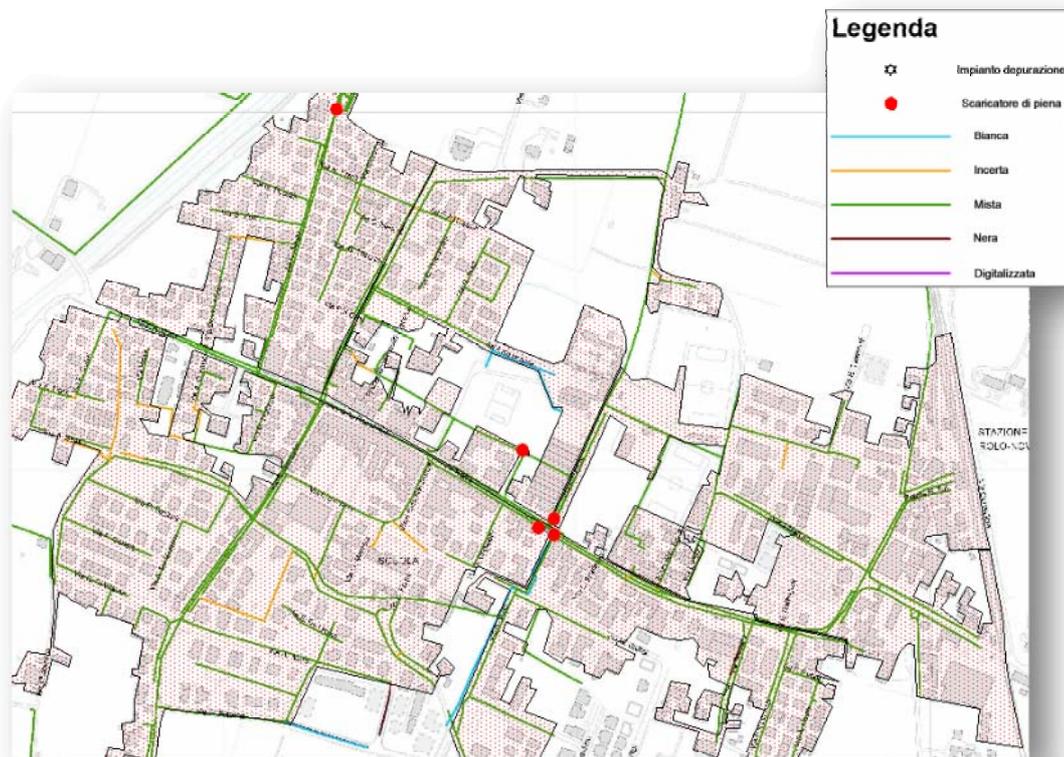


Fig. 3.14 – Cartografia CTR elaborata al GIS del comune di Rolo.

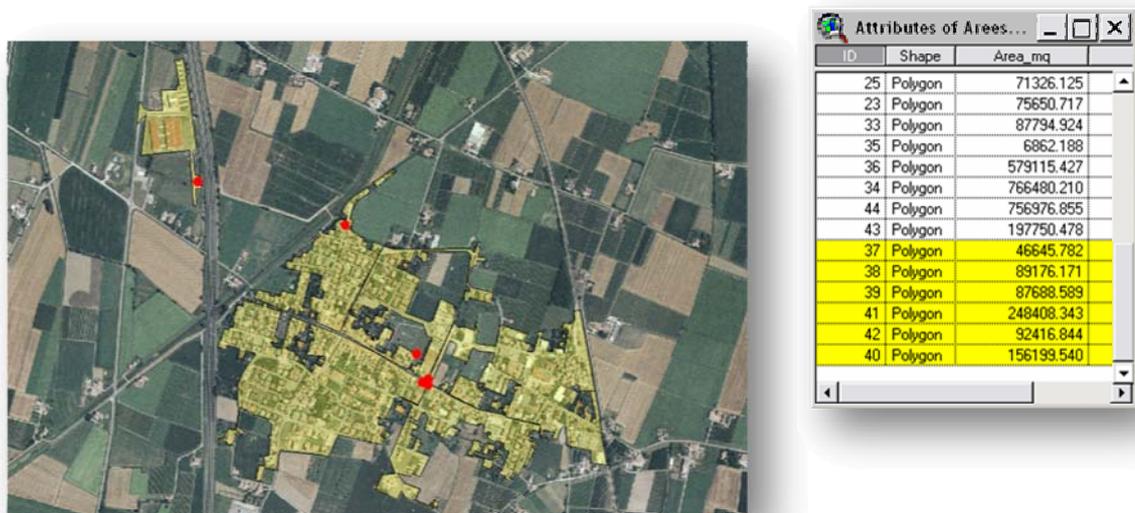


Fig. 3.15 – Ortofoto elaborata al GIS del comune di Rolo.

Nell'immagine sono rappresentate le aree impermeabili (gialle), gli scaricatori di piena (rossi) e sono anche riportate le aree in mq delle superfici attribuite a ciascun scaricatore.

Moltiplicando infine i coefficienti unitari di inquinanti per le aree così individuate, è stata determinata la quantità di sostanza sversata per ogni scaricatore, in termini di portata e concentrazione, durante il periodo di pioggia, utilizzando come dati pluviometrici quelli misurati dai pluviometri del Consorzio di Bonifica Parmigiana Moglia-Secchia.

ID	Sup.	BOD5	COD	Ptot	Ntot	TSS
	[Ha]	[kg/mm]	[kg/mm]	[kg/mm]	[kg/mm]	[kg/mm]
9	16,07	4,77	10,93	0,16	0,51	15,40
7	22,20	6,59	15,10	0,22	0,71	21,27
1	14,50	4,31	9,86	0,14	0,46	13,89
8	6,87	2,04	4,67	0,07	0,22	6,58
10	5,89	1,75	4,01	0,06	0,19	5,64
11	6,40	1,90	4,35	0,06	0,20	6,13
11	7,43	2,21	5,05	0,07	0,24	7,12
13	15,61	4,63	10,61	0,16	0,50	14,95
22	5,67	1,68	3,86	0,06	0,18	5,43
21	1,55	0,46	1,05	0,02	0,05	1,48
18	2,59	0,77	1,76	0,03	0,08	2,48
19	2,93	0,87	1,99	0,03	0,09	2,81
20	10,32	3,06	7,01	0,10	0,33	9,88
17	21,44	6,37	14,58	0,21	0,69	20,54
14	1,42	0,42	0,97	0,01	0,05	1,36
15	2,76	0,82	1,87	0,03	0,09	2,64
16	10,25	3,05	6,97	0,10	0,33	9,82
26	3,89	1,15	2,64	0,04	0,12	3,72

ID	Sup.	BOD5	COD	Ptot	Ntot	TSS
	[Ha]	[kg/mm]	[kg/mm]	[kg/mm]	[kg/mm]	[kg/mm]
28	16,79	4,99	11,42	0,17	0,54	16,09
31	31,11	9,24	21,16	0,31	1,00	29,81
27	47,30	14,05	32,16	0,47	1,51	45,31
25	7,13	2,12	4,85	0,07	0,23	6,83
23	7,57	2,25	5,14	0,08	0,24	7,25
33	8,78	2,61	5,97	0,09	0,28	8,41
35	0,69	0,20	0,47	0,01	0,02	0,66
36	57,91	17,20	39,38	0,58	1,85	55,48
34	76,65	22,76	52,12	0,77	2,45	73,43
44	75,70	22,48	51,47	0,76	2,42	72,52
43	19,78	5,87	13,45	0,20	0,63	18,94
37	4,66	1,39	3,17	0,05	0,15	4,47
38	8,92	2,65	6,06	0,09	0,29	8,54
39	8,77	2,60	5,96	0,09	0,28	8,40
41	24,84	7,38	16,89	0,25	0,79	23,80
42	9,24	2,74	6,28	0,09	0,30	8,85
40	15,62	4,64	10,62	0,16	0,50	14,96

Tab. 3.6 – Carichi inquinanti specifici annui sversati nella rete, calcolati con il modello semplificato.

Sup.	BOD5	COD	Ptot	Ntot	TSS
[Ha]	[kg/y]	[kg/y]	[kg/y]	[kg/y]	[kg/y]
579	111131	254441	3742	11974	358463

Tab. 3.7 – Quantitativi annui totali sversati riferiti ad un valore di pioggia media annua di 646 mm/anno.

### 3.2.3 Scarichi industriali

Nell'area di studio sono presenti due industrie che scaricano direttamente in corpo idrico, di cui è disponibile la georeferenziazione. La prima è un'industria per la lavorazione e la conservazione della carne, sita in località Cadelbosco di Sotto e quindi facente riferimento al bacino pilota; la seconda è un'attività di produzione dei derivati del latte localizzabile nella zona più a valle del bacino di area vasta, ricadente sotto il Comune di Novi di Modena.

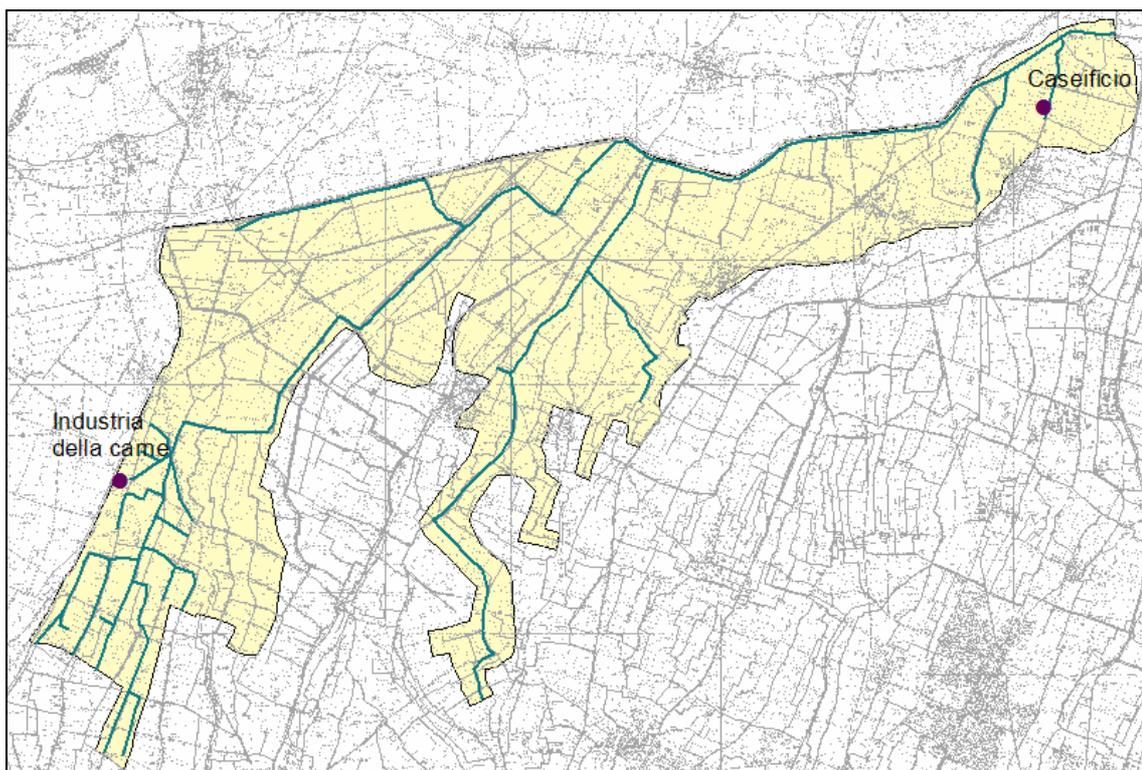


Fig. 3.16 – Localizzazione geografica degli impianti industriali.

Dal quadro conoscitivo formulato in vista del “Piano Regionale di Tutela delle Acque” (Regione Emilia-Romagna – Arpa, 2003), in particolare nell’allegato A in cui si fa riferimento agli scarichi puntuali da fonti di tipo domestico-industriale,, sono stati identificati i valori di portata e i carichi inquinanti in uscita dagli impianti.

Cod. scarico	Cod. Istat	Descrizione Istat	Vol. scarico [m <sup>3</sup> /y]	BOD <sub>5</sub> [kg/y]	Azoto [kg/y]	Fosforo [kg/y]	COD [kg/y]
RE0022	15121	Produzione di carne di volatili	2900	116	94	29	464
MO0050	15512	Produzione dei derivati del latte: burro, formaggi	35000	1400	1131	228	5600

Tab. 3.8 – Carichi annuali generati dal settore industriale.

### 3.2.4 Carichi zootecnici

Nel bacino di studio vi è una presenza rilevante di allevamenti bovini e suini. Dalle consistenze rilevate tra il 1996 ed il 1999 risulta che il numero di capi suini presenti nell’area in esame è 22250, per un peso vivo totale di 1810 tonnellate, mentre il numero di bovini è pari a 2275.

Per ottenere i carichi generati, per quanto concerne il BOD<sub>5</sub> sono stati utilizzati coefficienti di popolazione equivalente applicati al numero di capi di bestiame, mentre per l’azoto e ed il fosforo sono stati applicati coefficienti per quintale di peso vivo dedotti dal “Piano Territoriale Regionale per il Risanamento e la Tutela delle

Acque”, convertiti in coefficienti per capo allevato mediante una stima di Arpa – Ingegneria Ambientale del peso medio vivo delle diverse specie zootecniche. Moltiplicando questi coefficienti per il numero di capi totali di bovini e suini si ottengono i carichi generati da questa attività antropica nel bacino.

Specie	Azoto [g/(d*capo)]	Fosforo [g/(d*capo)]	BOD <sub>5</sub> [g/(d*capo)]	A.E.
BOVINI	148	52	489.6	8.16
SUINI	33.6	11.2	117	1.95

Tab. 3.9 – Coefficienti unitari per il settore zootecnico.

Specie	Azoto [g/d]	Fosforo [g/d]	BOD <sub>5</sub> [g/d]	A.E.
BOVINI	336700	118300	1113840	18564
SUINI	747600	249200	2603250	43388
TOTALE [g/d]	1084300	367500	3717090	
TOTALE [kg/y]	394685	133770	1353021	

Tab. 3.10 – Carichi generati dal settore zootecnico.

Il calcolo dei carichi generati dal settore zootecnico risulta tuttavia poco rilevante ai fini della trattazione: i carichi prodotti sotto forma di letame e di liquame, vengono interamente utilizzati per lo spandimento come fertilizzanti, entrando così a far parte dei carichi di origine diffusa.

## 4. DESCRIZIONE DEL RETICOLO IDRAULICO

### 4.1 La bonifica Parmigiana Moglia Secchia

Il consorzio Bonifica Parmigiana Moglia Secchia si estende per circa 90.000 ettari nella pianura padana e il territorio consorziale è delimitato a Nord dal Cavo Parmigiana Moglia, ad Est dal fiume Secchia, a Sud dalle colline e ad Ovest dal torrente Crostolo, estendendosi, con il Canale Derivatore, fino a Boretto.

Il complesso della bonifica è in sé imponente per rete di canalizzazione e per impianti di sollevamento, smistamento, depurazione, controllo; si può contare su circa 1000 km di canali irrigui, 411 km di canali promiscui e su 5000 manufatti di regolazione.

La dotazione irrigua al servizio degli agricoltori viene derivata principalmente dal Po, mediante il già citato impianto di Boretto, dove 28 elettropompe sono in grado di derivare una portata di 70 m<sup>3</sup>/s, per un volume annuo di circa 150 milioni di m<sup>3</sup>. Tale

volume viene poi integrato anche dai campi pozzi di Arceto e Salvaterra e dal fiume Secchia, affluente in destra idraulica del fiume Po. Grazie al Canale di Secchia (in sponda reggiana) si riesce a derivare circa 20 milioni di m<sup>3</sup> annui, tenuto conto che la traversa permette un sostentamento del tirante idrico di monte anche durante i periodi di magra e che quindi la portata derivata è costante (nei limiti di disponibilità idrica). Questa derivazione è salutare non solo per l'attività agricola, che richiede in media 2000 m<sup>3</sup> a ettaro di acqua al giorno, ma anche per le coltivazioni risicole della bassa reggiana e mantovana.

La fitta rete di canali artificiali convoglia quindi ingenti portate irrigue al servizio degli agricoltori durante la stagione estiva, che si aggiungono ad un volume annuo pari a 400 milioni di m<sup>3</sup> di acque meteoriche scaricate ai corpi idrici ricettori. Ciò posto si deve però considerare che la rete di bonifica è stata pensata e progettata in un periodo nella quale la stragrande maggioranza del territorio era a vocazione agricola; con la crescita dei complessi urbani si è andato incontro ad un progressivo accrescimento dei consumi idrici e, nondimeno, ad una crescente impermeabilizzazione del territorio, che ha comportato un aumento delle acque scolanti da un bacino urbano. Di norma queste acque reflue vengono condotte dall'impianto fognario al depuratore e quindi scaricati nei canali di scolo.

Quando queste portate reflue civili si aggiungono a quelle meteoriche, può accadere che non tutte possono essere smaltite dalla canalizzazione, allora si rende necessario l'invaso di tali volumi, seppur temporaneo, tramite invasi detti anche casse di espansione.

Le casse d'espansione presenti nel comprensorio sono in tutto quattro e possono contenere fino a tredici milioni di metri cubi i quali poi possono essere adoperati per usi plurimi, quali irrigazione, fitodepurazione, habitat per volatili e fauna del luogo, ecc.

Come per ogni comprensorio di bonifica idraulica, la grande rete di canalizzazione è divisa in tre parti: acque alte, acque intermedie ed acque basse. I canali rientrano in una delle tre tipologie a seconda della topografia del luogo e dell'idrometria del corpo idrico ricettore in cui si scola. In effetti, determinato il suo livello di piena e di magra (studio degli estremi) si possono definire acque alte quelle aventi quota del pelo libero più alta del livello di massima piena del ricettore, acque basse aventi quota del pelo libero più basse del livello di magra, acque intermedie quelle aventi la quota del pelo libero compreso tra i due estremi. Si può pertanto affermare che le acque alte hanno possibilità di scolo sempre e comunque in ogni tempo, mentre le acque basse devono essere sempre e comunque sollevate in maniera meccanica; per quelle medie dipende dal regime del ricettore. Nella fattispecie lo scolo dei canali di bonifica avviene in alveo del fiume Secchia grazie all'impianto di Mondine e San Siro, entrambi localizzati in provincia di Mantova.

Le acque alte sono facilmente distinguibili perché caratterizzate da arginature pensili. Per evitare che i cavi che trasportano acque provenienti dai territori più alti invadano i territori più bassi, è necessaria la separazione delle acque alte da quelle basse. Le acque alte scorrono in zone superiori alla quota di 25 metri sul livello del mare e si trovano nella parte meridionale del comprensorio. Queste acque vengono

convogliate, attraverso i Cavi Bondeno, Linarola, Naviglio, Tresinaro e Lama, in un unico collettore, chiamato Cavo Parmigiana Moglia o cavo Fiuma. Tale collettore scarica le acque provenienti dalle terre alte, per caduta libera, nel fiume Secchia in località Bondanello (Moglia). Quando il Secchia è in piena, le chiaviche di Bondanello si chiudono e le acque del cavo Parmigiana-Moglia, convogliate nel tratto terminale del cavo Lama, possono comunque venire smaltite dall'impianto idrovoro di Mondine.

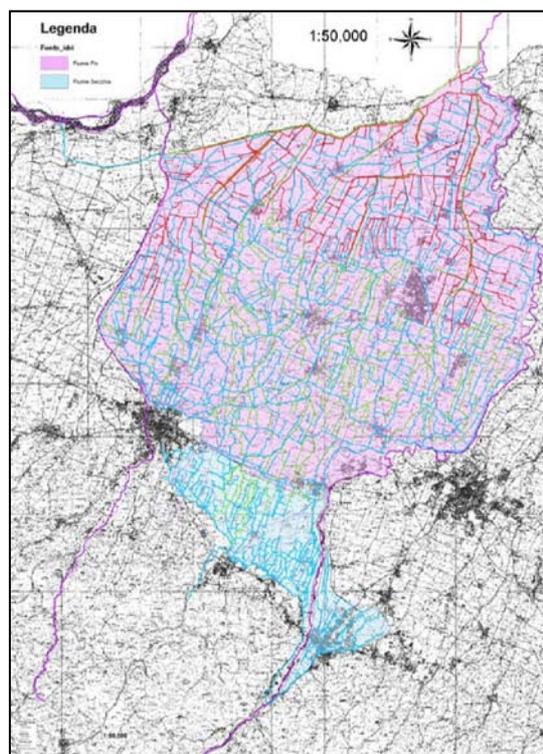


Fig. 4.1 - Comprensorio BPMS. La zona celeste è la rete del Fiume Secchia, mentre quella viola è quella del Fiume Po. Grazie agli impianti idrovori presenti all'altezza della Via Emilia, le due reti si sono unificate ed integrate reciprocamente. La rete in rosso invece coincide con il comprensorio delle acque basse, mentre quella in celeste è il comprensorio delle acque alte.

Le acque basse invece scorrono al di sotto di tale quota (25 m s.l.m.) nella parte settentrionale e sono immediatamente riconoscibili per l'assenza di argini. Nei punti di incrocio fra canali di acque alte e canali di acque basse, queste ultime passano al di sotto delle prime tramite strutture dette "botti". Le acque basse quindi confluiscono in due canali di scolo principali: il Collettore Acque Basse Reggiane e il Collettore Acque Basse Modenesi. Questi si riuniscono poi in un Canale Emissario che sottopassa il Cavo Parmigiana-Moglia alla botte S.Prospiero e convoglia le acque basse al Secchia presso l'impianto idrovoro di S. Siro.

Una volta individuata la suddivisione del comprensorio in acque alte e acque basse e dopo aver riconosciuto i punti di sfocio dei due sistemi stessi, è possibile identificare l'andamento dei canali primari. Questi sono generalmente ad

andamento rettilineo e intersecano i secondari i quali sono disposti ortogonalmente ai primari; i canali terziari poi saranno normali ai secondari e via scorrendo. Con questo metodo anche se il percorso totale di un elemento d'acqua non è il più breve possibile, tuttavia si ha il vantaggio che le acque sono il più possibile raccolte. Le pendenze per i canali primari, secondari e terziari sono diverse tra loro: per i primi la pendenza media è dello 0,05 ‰, per i secondi dello 0,1 ‰ e per i terziari dello 0,25 ‰.

I canali devono poi essere periodicamente spurgati, ossia rinnovata l'asportazione di materiali solidi (torbide) che si sedimentano soprattutto durante gli eventi di piena per decantazione. Le torbide naturalmente traggono origine non solo dai solidi sospesi che possono pervenire da reflui di monte, ma anche dal disfacimento stesso delle sponde dei canali se esse non sono compattate o protette in modo adeguato.

#### **4.2 Fonti di approvvigionamento irriguo e scolo delle acque**

La bonifica fu progettata per poter allontanare le acque di scolo superficiale e le acque di falda freatica indesiderate, che "affogano" gli apparati radicali delle coltivazioni, ma allo stesso tempo garantire l'approvvigionamento irriguo durante il periodo che dura da aprile a settembre. Questo significa che in canali praticamente a pendenza bassissima scorre una certa corrente avente verso determinato durante la stagione scolante, mentre durante la stagione irrigua può accadere che scorra una corrente con verso opposto e con portate assai diverse. Il funzionamento del sistema, e di conseguenza quello dei manufatti ed impianti idrovori, viene ad essere funzione del periodo dell'anno in cui ci si trova ovvero se stiamo allontanando acque malsane oppure se stiamo immettendo acque derivate da corsi d'acqua per uso irriguo.

Le principali fonti di approvvigionamento del Consorzio sono:

- gli impianti sul fiume Po a Boretto che garantiscono l'approvvigionamento del 77,6% delle risorse idriche annue mediamente prelevate (circa 114.000.000 m<sup>3</sup>);
- la traversa di Castellarano - S. Michele sul fiume Secchia che garantisce il prelievo di un volume pari al 22,1% del volume medio annuo derivato dal Consorzio (circa 32.500.000 m<sup>3</sup>);
- alcuni pozzi nell'alta pianura reggiana – zona pedemontana che costituiscono fonti di emungimento in falda utilizzati per ovviare a situazioni di crisi localizzata ( ma in totale rappresenta lo 0,3% del volume medio annuo complessivamente derivato, pari a circa 370.000 m<sup>3</sup>).

Il volume medio annuo complessivamente prelevato dal Consorzio BPMS ammonta quindi a 146.870.000 m<sup>3</sup>.

Come si è accennato, il quantitativo maggiore di acqua che alimenta le reti della Bonifica Parmigiana Moglia-Secchia provengono dal Grande Fiume, tramite l'impianto di presa di Boretto.

La derivazione di acqua a scopi irrigui però è fortemente compromessa dall'inesorabile calare del tirante idrico e delle portate, causando una scarsità di risorsa destinata a sostenere gli impellenti consumi degli agricoltori.

Sempre a titolo di esempio, considerando la stagione irrigua compresa tra il 1 aprile ed il 30 settembre, si sono ricavati i dati di portata media settimanale nel Canale Derivatore con riferimento all'anno 2006 espressi in metri cubi al secondo.

	I settimana	II settimana	III settimana	IV settimana	V settimana
	[m <sup>3</sup> /s]				
Aprile	18.47	19.82	19.6	19.85	
Maggio	19.98	20.2	20.5	20.55	
Giugno	20.64	3.46	29.64	36.62	
Luglio	31.67	31.5	34.36	31.88	
Agosto	13.32	9.76	3.05	2.78	4.04
Settembre	4.84	1.57	0.42	0.37	

Tab. 4.1 – Portata media settimanale prelevata dal Po riferita all'anno 2006

Come si evidenzia dalla tabella soprastante, il picco di portata è raggiunto l'ultima settimana di giugno, mentre per tutto il mese di luglio il valore del volume defluente nel Derivatore si mantiene elevato. I principali problemi sono connessi all'insabbiamento delle opere di presa che sono localizzate in alveo in una zona di deposito del trasporto fluviale nonché ai progressivi abbassamenti dei tiranti idrici del Po.

Tali fattori determinano forti sollecitazioni delle macchine che comportano avarie delle parti meccaniche, usura delle giranti, problemi alle tenute idrauliche ecc, oltre che notevoli consumi energetici.

Per salvaguardare i minimi vitali del Po e non sprecare la preziosa risorsa infatti è stata razionata la modalità di richiesta irrigua da parte del Consorzio di Bonifica, cioè dividendo la stagione estiva in un periodo di ridotta idroesigenza ed un periodo di alta idroesigenza.

Come si è già detto una parte dell'approvvigionamento idrico delle acque nei canali di bonifica viene assicurata dal fiume Secchia, nella fattispecie circa il 20% del volume necessario. Considerandone il regime nivo-pluviale (tipico degli affluenti in destra del Po) le portate maggiori si hanno in autunno ed in primavera, ossia in corrispondenza dell'inizio e della fine della stagione irrigua (inizia infatti il 1° aprile e termina il 30 settembre).

L'approvvigionamento da Secchia rappresenta per il Consorzio di Bonifica una importante risorsa, poiché è un sistema di alimentazione dei canali a gravità e non deve essere sollevata da impianti idrovori perché si trova già ad una quota maggiore di tutti i canali della bassa reggiana, modenese e mantovana. Implementando quindi la derivazione di portata da Secchia è possibile non solo una riduzione di quella da Po (che con il recente cambiamento di clima continua ad abbassare il suo tirante idrico), ma anche un sostanziale risparmio energetico a

favore dei consorziati e dell'ambiente, poiché non c'è bisogno di azionare gli impianti idrovori se non quelli di scolo a S.Siro e Mondine.

Infine sono presenti dei campi pozzi i quali sono limitati al soddisfacimento delle esigenze delle piccole aree servite dell'alta pianura e dell'area pedecollinare. In effetti risulterebbe sconveniente trasportare l'acqua da Po fino ad una quota simile per gli esorbitanti costi nel sollevamento meccanico, né si può contare sulle risorse idriche del fiume Secchia o del Tresinaro, che hanno magre accentuate soprattutto nei periodi di maggior idro-esigenza. Vi è allora la necessità di provvedere localmente tramite i campi pozzi di Bagno-Zimella (Bagno – Reggio Emilia), Arceto (Scandiano) e Salvaterra (Casalgrande).

Come precedentemente detto le acque alte e le acque basse sono idraulicamente e fisicamente disconnessi tra loro e le acque di scolo che raccolgono vengono riversate nel ricettore Secchia seguendo due percorsi differenti:

- le *acque basse* vengono sollevate meccanicamente con l'impianto di S.Siro (comune di S.Benedetto Po – MN) in grado di smaltire ben 80 m<sup>3</sup>/s di acqua con una prevalenza di 7,5 m, e quindi scolate nel fiume Secchia;
- le *acque alte* vengono scolate a gravità direttamente in Secchia tramite la Chiavica di Bondanello oppure meccanicamente tramite l'impianto di Mondine in grado di smaltire 50 m<sup>3</sup>/s di acqua con una prevalenza di 7,5 m;

E' bene specificare che, onde evitare rigurgiti pericolosi per il funzionamento dei canali, sono comunque presenti dei dispositivi che disconnettono i sistemi dal punto di vista idraulico sia che questi scarichino meccanicamente oppure a gravità.

### **4.3 I manufatti del sistema**

Il sistema di bonifica posto in essere non sarebbe di certo gestibile senza l'ausilio di opere d'arte, manufatti e costruzioni atte a salvaguardare e presidiare la sicurezza dei terreni di pianura e a gestire in modo ottimale la rete di bonifica.

Di seguito verranno presentate le categorie di manufatti che maggiormente vengono utilizzati all'interno della rete di bonifica al fine di permettere una maggiore comprensione del funzionamento del sistema all'interno del comprensorio.

Chiaviche: sono sostanzialmente opere costituite da paratoie automatiche (porte Vinciane) ovvero a comando manuale, che servono per sbarrare il corso d'acqua o per acquisire o svasare portate da un canale; vengono poste laddove ci sia necessità di disconnettere tratti di canale l'un l'altro e sono posizionate quasi sempre in prossimità di prese, confluenze, impianti idrovori; nel caso del comprensorio di bonifica Parmigiana Moglia – Secchia si possono trovare 15 chiaviche, 4 chiaviche di svaso, 5 d'invaso ed altrettante chiaviche emissarie. Per quanto attiene alle prime, esse si trovano perlopiù a ridosso di opere come botti, come per la botte Bentivoglio o la Botte S.Prospiero o la Botte Sirona, ovvero in confluenze tra

collettori a grandi portate. Le chiaviche più imponenti nel comprensorio di bonifica sono senza dubbio quelle d'impianto di Boretto. Quando in passato (anni '20) l'alimentazione dei canali avveniva a gravità, esse introducevano nel Canale Derivatore una quota parte del volume d'acqua defluente solo con il sollevamento di paratoie. Alla chiavica situata più interna all'alveo del grande fiume era affiancata una controchiavica di sicurezza per poter disconnettere, anche in caso di inefficienza della prima chiavica, la rete interna dal rigurgito del fiume Po durante la piena. Durante la stagione non irrigua, essendo il Canale Derivatore ad uso promiscuo, le due paratoie provvedono allo scolo delle acque allontanate dai campi coltivati tramite i collettori di bonifica e raccolta.

*Pettini e sgrigliatori*: sono manufatti posti a monte di opere di sollevamento meccanico che fermano il materiale grossolano come stecchi, erba, detriti, carogne d'animale, deiezioni o specie ittiche, impedendo che entrino nella condotta di aspirazione della pompa; questo evita che detti detriti possano bloccare le pale o le giranti della pompa, causando problemi sia dal punto di vista del funzionamento (minor prevalenza) che di un surriscaldamento termico se si crea molto attrito tra le pale e l'alloggiamento dove sono riposte; spesso questi manufatti sono accoppiati con dei sistemi che provvedono a eliminare meccanicamente i residui raccolti, in modo da mantenere inalterata la funzionalità del dispositivo;

*Botti*: sono dei manufatti mediante i quali i canali delle acque basse sottopassano quelli delle acque alte, poiché tra loro il dislivello è così elevato che non è possibile intersezione diretta tra i due canali; i metodi esistenti per il dimensionamento di una botte sono molto estesi e variano in funzione della perdita di carico disponibile, del volume d'acqua da sottopassare e dalla sua maggiore o minore torbidità; tra i manufatti di tale tipologia presenti nel sistema ricordiamo la botte Bentivoglio in quei di Gualtieri (RE) e della botte S. Prospero in quei di Moglia (MN).

Botte Bentivoglio: così chiamata in onore del suo ideatore, il Duca di Gualtieri Cornelio Bentivoglio (secolo XVII), è un complesso di paratoie e due botti che sottopassa il torrente Crostolo; una che convoglia l'acqua nel cavo Parmigiana – Moglia e procede verso est, l'altra nell'Allacciante Cartoccio, l'importante canale di cui si è già detto che convoglia a monte le portate necessarie per l'irrigazione. Il Canale Derivatore proveniente dall'impianto di derivazione di Boretto si dirama in questi due canali a mezzo delle due botti.

Botte S. Prospero: è uno dei manufatti più importanti della bonifica perché consente al Canale Emissario, in cui sono convogliate le acque basse reggiane e le acque basse modenesi, di sottopassare il cavo Parmigiana-Moglia, per raggiungere, con un percorso in larga parte rettilineo, la località di S. Siro ove è sito l'impianto di sollevamento. Alla botte, aperta nel 1923 al passaggio delle acque dell'emissario, è stato recentemente applicato un fascio di tubi, cosiddetti "maniche di frate" che funzionano come sfogo in caso di piena del cavo Parmigiana – Moglia: in effetti se in questo si raggiungono tiranti elevati, si innesca il sifone e quindi il moto di una parte della portata di piena dalla Fiuma all'Emissario, e questo significa che in caso

di emergenza una parte di acque alte può essere smaltita dagli impianti idrovori per le acque basse.

Casse di espansione: sono vasche di grandi dimensioni e che hanno lo scopo di invasare temporaneamente il volume che durante un evento di piena non può essere scolato direttamente dall'impianto idrovoro in quanto supera la portata che le pompe riescono a smaltire; abbiamo quindi grandi capacità di invaso in parallelo al canale o corso d'acqua che riducono la portata che confluisce verso valle e la rilascia una volta terminato l'evento di piena. Talora questi accumuli di acqua sono votati anche all'esercizio della fitodepurazione dei reflui civili e urbani; si tratta di un processo naturale di depurazione delle acque reflue che utilizza le piante come filtri biologici in grado di ridurre le sostanze inquinanti in esse presenti per azione diretta e/o per azione dei batteri che si sviluppano sui loro apparati radicali e rizomatosi o nell'ecosistema in cui vivono. Nel comprensorio di Bonifica Parmigiana Moglia Secchia sono presenti quattro casse d'espansione principali (fig. 24) in grado di accumulare quasi 14 milioni di metri cubi d'acqua.

Cassa di espansione Bagna-Valletta-Bruciati: è la più grande presente nel comprensorio ed è situata tra gli abitati di Guastalla, Reggiolo, Fabbrico e Novellara. E' un insieme di tre settori (rispettivamente Bagna, Valletta, Bruciati) che hanno una superficie totale di 343,82 ettari ed una capienza di 9.650.000 m<sup>3</sup> d'acqua. L'immissario della cassa è il Cavo Parmigiana Moglia (acque alte) a 7 km dopo la Botte Bentivoglio. Già di per sé il Cavo Fiuma è in grado di immagazzinare 5 milioni di metri cubi e quindi rappresenta una capacità di invaso non irrisoria; qualora non riesca a scolare per gravità le portate che vi confluiscono, può esondare nella cassa di espansione e trasferire parte della sua portata all'emissario, il Canale C.A.B.R. (acque basse) e quindi venire smaltita dagli impianti idrovori.

Cassa di espansione Tresinaro: è la seconda cassa d'espansione in ordine di sviluppo in superficie ed è a ridosso del Cavo Tresinaro in località Ca' de Frati (comune di Carpi). Ha una estensione di 110,387 ettari ed una capacità di invaso pari a 2.500.000 m<sup>3</sup> d'acqua. L'immissario è, per l'appunto, il Cavo Tresinaro mentre l'emissario è il Cavo Fossatelli.

Cassa di espansione Oasi Celestina: si trova più ad Ovest rispetto alla precedente, tra gli abitati di Fabbrico, Novellara e Campagnola Emilia (ed in questo comune) ed ha una superficie di 10.677 ettari ed una capienza pari a 67.248 m<sup>3</sup>; è pure sede dell'Oasi LIPU per la protezione dei volatili; L'immissario è il Fossa Nasciuti Bassa e l'emissario è il Cavo Campagnola. Per alimentare la cassa non c'è bisogno di chiaviche di presa o scaricatori: il funzionamento avviene tramite uno scolmatore di piena che dalla Fossa Nasciuti Bassa scarica una parte di volume nello Scolmatore Celestina.

Cassa di espansione Bondeno: è la quarta ed ultima cassa d'espansione è posta tra i paesi di Novellara e S.Vittoria. Ha una superficie di 53,027 ettari per una capienza di 1.500.000 m<sup>3</sup>. L'immissario è il Cavo Bondeno, mentre l'emissario è il Dugale Vittoria il quale, una volta passata la piena, a riversare il volume eccedente nel Cavo C.A.B.R. e dunque scolare una quota parte di acque alte in canali ad acque

basse.. Anch'essa è sede di processi di fitodepurazione dei reflui scolanti nel Cavo Bondeno.

Impianti idrovori: si tratta di impianti che servono sia nello scolo delle acque dai collettori, sollevandole in maniera tale da poter essere scaricate nel ricettore, ma anche fornire energia alle acque irrigue che dalla presa (ad una quota più bassa) vengono trasportate in tutta la pianura (quota più alta). Il comprensorio di Bonifica Parmigiana Moglia – Secchia annovera 47 impianti di sollevamento, di cui 46 funzionanti ed uno in disuso (impianto di Ca' Rossa). Essi rappresentano di gran lunga l'opera più importante di cui il sistema di bonifica è caratterizzato. Possiamo schematicamente riassumere l'impianto idrovoro come un complesso ove alloggiato più pompe (centrifughe, ad elica o sommerse) accoppiate direttamente ad un motore elettrico; per evitare interruzioni dell'alimentazione da linea elettrica e quindi non interrompere il pompaggio delle acque nei canali (con tutti i problemi di moto vario in condotta in pressione che ne derivano) le elettropompe si possono accoppiare in parallelo a motori a combustione diesel: è il caso di grandi impianti.

Come si può osservare nella stragrande maggioranza dei casi per custodire le pompe e gli organi di manovra sorge un edificio, talvolta un fabbricato talvolta una manufatto di dimensioni più contenute, e solo in pochi casi le pompe si trovano in pozzetti (come l'impianto di Castellarano Via Chiaviche). Gli impianti storici (S.Siro, Mondine, Brunoria, Nave, Rotte, Cartoccio, Panzano, S.Croce, ecc.) costruiti durante la bonificazione del ventennio. Presentano solitamente due piani: al piano terreno sono custodite gli organi di manovra delle pompe e della condotta d'aspirazione; al piano superiore si trovano il quadro di comando elettrico e altri organi di manovra.

Ciò detto in questa introduzione, si analizzano più dettagliatamente tra gli impianti presenti nel comprensorio di bonifica, quelli che operano all'interno del sottobacino considerato nel corso delle simulazioni. Essi si distinguono per potenza assorbita dal motore, per tipo di pompa e per l'utilizzo dell'impianto (irriguo, scolo, promiscuo).

*Impianto di Bedollo*: è un impianto di recente fattura che serve per sollevare una parte delle acque che scorrono nel Cavo Naviglio e convogliarle nel Canale Bedollo. Questo canale, lungo 10.328 m, è ad uso esclusivamente irriguo e fornisce un quantitativo d'acqua importantissimo per la bassa pianura a Sud di Fabbrico; questo canale entra nel capoluogo del comune e scorre ancora verso sud convogliando le acque irrigue durante l'estate fino alla confluenza con il Cavo Naviglio all'altezza di Campagnola Emilia.



N° pompe: 1

Tipo: sommersa

Portata massima: 0,16 m<sup>3</sup>/s

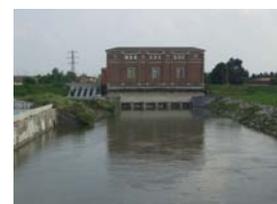
Potenza: 8,8 kW

*Impianto di Barisello:* è uno dei piccoli impianti di sollevamento che servono esclusivamente per uso irriguo. E' posto nella parte più occidentale del comprensorio, pochi metri più ad Est dell'argine del Torrente Crostolo (limite del comprensorio). Serve durante la stagione estiva per sollevare parte delle portate del Cavo Vicozoaro (uso unicamente irriguo) e veicolarle nel Canale Arginone. Il Cavo Vicozoaro scorre parallelamente al Torrente Crostolo per una lunghezza di 5.634 m, mentre il Canale Arginone sfocia nel Cavo Zurco ed alimenta i canali contigui alla pianura di Cadelbosco Sopra.



N° pompe: 1	Tipo: sommersa
Portata massima: 0,08 m <sup>3</sup> /s	Potenza: 11 kW

*Impianti di Boretto:* è un sistema costituito da tre impianti idrovori, di cui due sull'alveo del fiume Po ed uno dedito allo scolo, risalente agli anni '70 situato verso sud, oltreché una chiavica ed una controchiavica di sicurezza. L'impianto attualmente in uso per il prelievo è costituito dai primi due, ciascuno avente un gruppo di 14 elettropompe ciascuno (per un totale di 28 elettropompe) che captano, quando sono attive tutte, ben 70 m<sup>3</sup>/s di acqua da Po.



N° pompe: 28	Tipo: pompe sommerse
Prevalenza: 7 m	Portata massima: 70 m <sup>3</sup> /s
Potenza: 7000 kW	Rendimento: 0,6

Il terzo impianto, denominato Boretto Vecchio, è ora inutilizzato se non per fini di scolo durante la stagione invernale.



N° pompe: 5	Tipo: somm.
Prevalenza: 5 m	Portata massima: 22,5 m <sup>3</sup> /s
Potenza: 2875 k	Rendimento: 0,38

*Impianto di Cartoccio:* sorge nell'incontro tra Canale Reggio III e Allacciante Cartoccio, all'altezza di Novellara. Essendo ad uso esclusivamente irriguo, solleva le portate provenienti dal Canale Derivatore e più precisamente dalla Botte Bentivoglio, dove si diparte l'Allacciante Cartoccio. Anch'esso è uno degli impianti originari della vecchia bonificazione ed è ancora tuttora



funzionante come tassello importante per il convogliamento delle acque dal Po fino alla città di Reggio tramite il Canale Terzo.

N° pompe: 4

Tipo: elica variabile

Prevalenza: 5,5 m

Portata massima: 24 m<sup>3</sup>/s

Potenza: 1840 kW

Rendimento: 0,70

Impianto di Garbese: è situato a Novi di Modena ed è esclusivamente ad uso irriguo. Ha una prevalenza relativamente bassa e serve per convogliare le acque del Cavo Fossa Raso (uso promiscuo) in due canali irrigui: il Canale Garbese, di lunghezza 1.170 m che scorre verso Rolo ed il Canale di Novi, che scorre verso Nord-Est di lunghezza totale pari a 2.738 m.



N° pompe: 2

Tipo: elica

Prevalenza: 1,5 m

Portata massima: 1,0 m<sup>3</sup>/s

Potenza: 28 kW

Rendimento: 0,53

Impianto di S.Maria della Fossa: quest'idrovora è una delle più potenti del comprensorio e serve per la risalita del Canale Terzo da Novellara fino a Reggio Emilia. Nello stesso complesso dell'impianto troviamo un edificio, architettonicamente simile, adibito a magazzino (ex cabina d'arrivo della corrente elettrica) ed una abitazione consortile per il guardiano dell'impianto. In buona sostanza si ha che nella frazione di Vezzola il Canale Terzo si incontra con il Cavo Bondeno: le portate si sommano fino alla nuova diramazione cento metri più a monte dell'impianto in narrativa: allora, parte di quest'acqua viene elevata e veicolata per conto proprio verso Reggio Emilia nel Canale Terzo.



N° pompe: 3

Tipo: 1 ad elica e 2 centrifughe

Prevalenza: 4,3 m

Portata massima: 16,9 m<sup>3</sup>/s

Potenza: 1029 kW

Rendimento: 0,69

Impianto di S.Siro: è di gran lunga il più imponente impianto di smaltimento presente nel comprensorio, secondo solo all'impianto di presa di Boretto ma, mentre quest'ultimo è ad uso irriguo, S.Siro serve per scolare le acque nel corpo idrico ricettore. L'idrovoro scola le acque provenienti dal Canale



Emissario che a sua volta raccoglie le portate dei collettori acque basse reggiane e modenesi. Da menzionare è l'imponente vasca di scarico a valle delle bocche come spazio di accumulo nel caso il Secchia (ed anche il Po, lì vicino) sia in fase di piena e vi sia rischio di rigurgito nei canali. Di seguito si elencano le specifiche tecniche.

N° pompe: 7	Tipo: 1 ad elica e 2 centrifughe
Prevalenza: 7,5 m	Portata massima: 80 m <sup>3</sup> /s
Potenza: 4900 kW	Uso: scolo

Impianto di Via Argine Francone: è un impianto di sollevamento situato non lontano da S.Maria della Fossa e serve per veicolare le acque del Collettore Acque Basse Reggiane (C.A.B.R.) nel condotto S.Maria. Questo importante condotto lungo 9.378 m, anche se abbastanza lungo, convoglia basse portate che devono essere rimpinguate dalle acque sollevate dal C.A.B.R. con l'impianto di Via Argine Francone, poiché vi è la necessità che maggiori portate irrigue vengano trasportate verso la pianura a Sud di Gualtieri.



N° pompe: 1	Tipo: sommersa
Portata massima: 0,18 m <sup>3</sup> /s	Potenza: 11 kW

Impianto di Villa Argine: è posto nell'omonima frazione di Cadelbosco Sopra, accanto al crocevia tra la strada per Bagnolo e quella per Zurco. Solleva una portata d'acqua dal Canale Argine per immetterla nel Canale Botteghino, della lunghezza totale di 3.947 m.



N° pompe: 1	Tipo: sommersa
Portata massima: 0,133 m <sup>3</sup> /s	Potenza: 18,5 kW

Nella Fig 4.2 sottostante vengono collocati sul territorio le casse di espansione e gli impianti idrovori di cui si è parlato in questi paragrafi a proposito dell'area oggetto di studio.

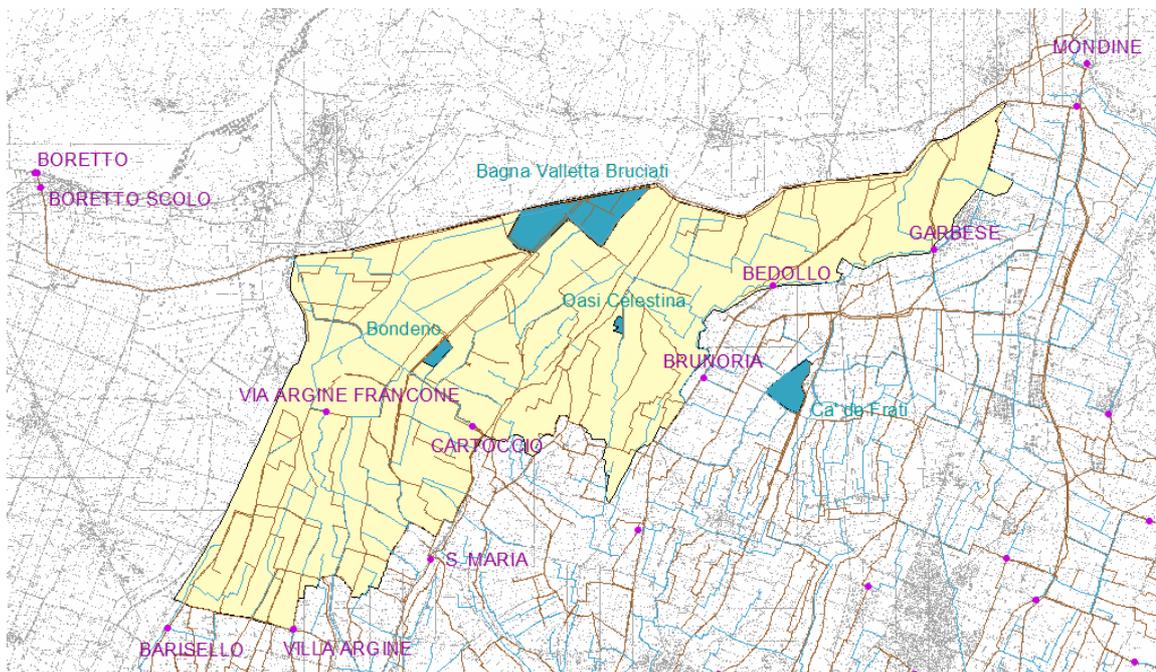


Fig. 4.2 – La zona evidenziata in giallo coincide con l’area oggetto di studio. In azzurro sono riportate le casse di espansione, mentre in viola gli impianti idrovori che sono coinvolti nel funzionamento di questa porzione del comprensorio.

## 5. FUNZIONAMENTO DEI CANALI

Nei precedenti paragrafi sono stati presentati gli elementi che caratterizzano il sistema di bonifica Parmigiana-Moglia-Secchia: acque alte e basse, punti di prelievo e di scolo, manufatti e aspetti geografici; si passa ora a descrivere il funzionamento della fitta rete di canalizzazione che penetra nel comprensorio.

Sono stati individuati due scenari di funzionamento predominanti:

- il primo può essere associato alla stagione invernale durante la quale non sussiste la richiesta di acqua da parte della numerose attività agricole presenti nell’area e nel corso della quale sono invece frequenti eventi meteorici; in questo caso l’obiettivo da soddisfare sarà quello di allontanare le acque in eccesso presenti sul territorio;
- il secondo può essere invece accostato al periodo che intercorre tra Aprile e Settembre durante il quale è forte la richiesta di acqua da parte delle aziende agricole a fini irrigui, mentre scarseggiano gli eventi meteorici se non in corrispondenza di precipitazioni intense, ma di brevissima durata; in questo caso risulta necessario far pervenire la risorsa alle attività idroesigenti, reperendola dalle diverse fonti e invasandola nei canali.

## Funzionamento scolante

La funzione di drenaggio della rete scolante, nasce come rimedio alle pessime condizioni di scolo presenti sul territorio. Il territorio pianeggiante agli inizi del 900 infatti, risultava spesso soggetto ad esondazioni, inoltre erano presenti numerose zone paludose che rendevano precarie le condizioni di vita. Tali condizioni rendevano impraticabile l'agricoltura su larga scala e limitavano lo sviluppo industriale ed economico della zona. Il consorzio di bonifica Parmigiana Moglia Secchia, attraverso la costruzione di imponenti opere, riuscì a garantire nel tempo: la protezione dei fabbricati civili da eventi di piena, idonei franchi di buona coltivazione, lo smaltimento delle acque meteoriche, la veicolazione dei reflui dai depuratori al ricettore e via dicendo.

Detto ciò inversamente alla stagione irrigua, i collettori di ordine terzo, scolano in quelli di ordine secondo, questi ultimi solitamente con sviluppo longitudinale parallelo al Po. I collettori secondari versano poi a loro volta nei collettori primari aventi andamento da Sud a Nord. In questo modo i collettori terziari e secondari, che sono costituiti da canalette e scoline interpoderali, scaricano in collettori più grandi la quantità di acqua in eccesso dovuta alla fuoriuscita dalle sponde delle acque del canale di falda oppure alle precipitazioni meteoriche che per effetto della baulatura dei campi vengono trasportate nelle scoline di raccolta.

E' bene specificare che all'interno della rete di bonifica sono presenti una buona parte di canali che vengono utilizzati al solo scopo irriguo, come già accennato, e quindi durante la stagione invernale, quando tale necessità non sussiste, vengono lasciati in secca.

Analizzando la rete, come è stato riportato in Fig. 5.1, si può osservare il reale andamento delle portate conseguente di un ipotetico evento meteorico in condizioni non irrigue: il Canale Derivatore scorre da Est verso Ovest, scolando nel Po tramite l'impianto di Boretto le acque raccolte dal nostro comprensorio e dei canali afferenti di gestione Bentivoglio Enza; il Parmigiana Moglia scorre, benché promiscuo, da Ovest verso Est come avviene durante la stagione irrigua raccogliendo le acque drenate dai collettori principali Bondeno, Naviglio, Fossa Raso (e quindi del Tresinaro), e del Lama, le cui portate scorrono da Sud a Nord; le ingenti portate così recepite dal Parmigiana Moglia scolano in Secchia a mezzo della Chiavica di Bondanello o, quando si è impossibilitati a farlo, mediante l'impianto di S.Siro. I Collettori Acque Basse Reggiane e Modenesi scorrono da Sud a Nord e si congiungono all'altezza di Moglia nel Canale Emissario che scorre da Sud a Nord e scarica le portate con l'impianto di S.Siro.

Naturalmente i canali ad uso promiscuo ove sono situati degli impianti di sollevamento ad uso irriguo possono funzionare esclusivamente nel verso in cui è stato prestabilito dalle condotte di aspirazione e di mandata dell'idrovora, salvo l'impianto sia affiancato da una diramazione secondaria che consenta di by-passarlo; è impossibile far passare la corrente attraverso un impianto idrovoro che non sia predisposto per girare in quella maniera (pericolo di rottura delle pale della girante). Vi sono dei collettori invece che durante l'esercizio di scolo cambiano il

verso di percorrenza della corrente: questo è possibile a causa della bassissima pendenza dell'alveo.

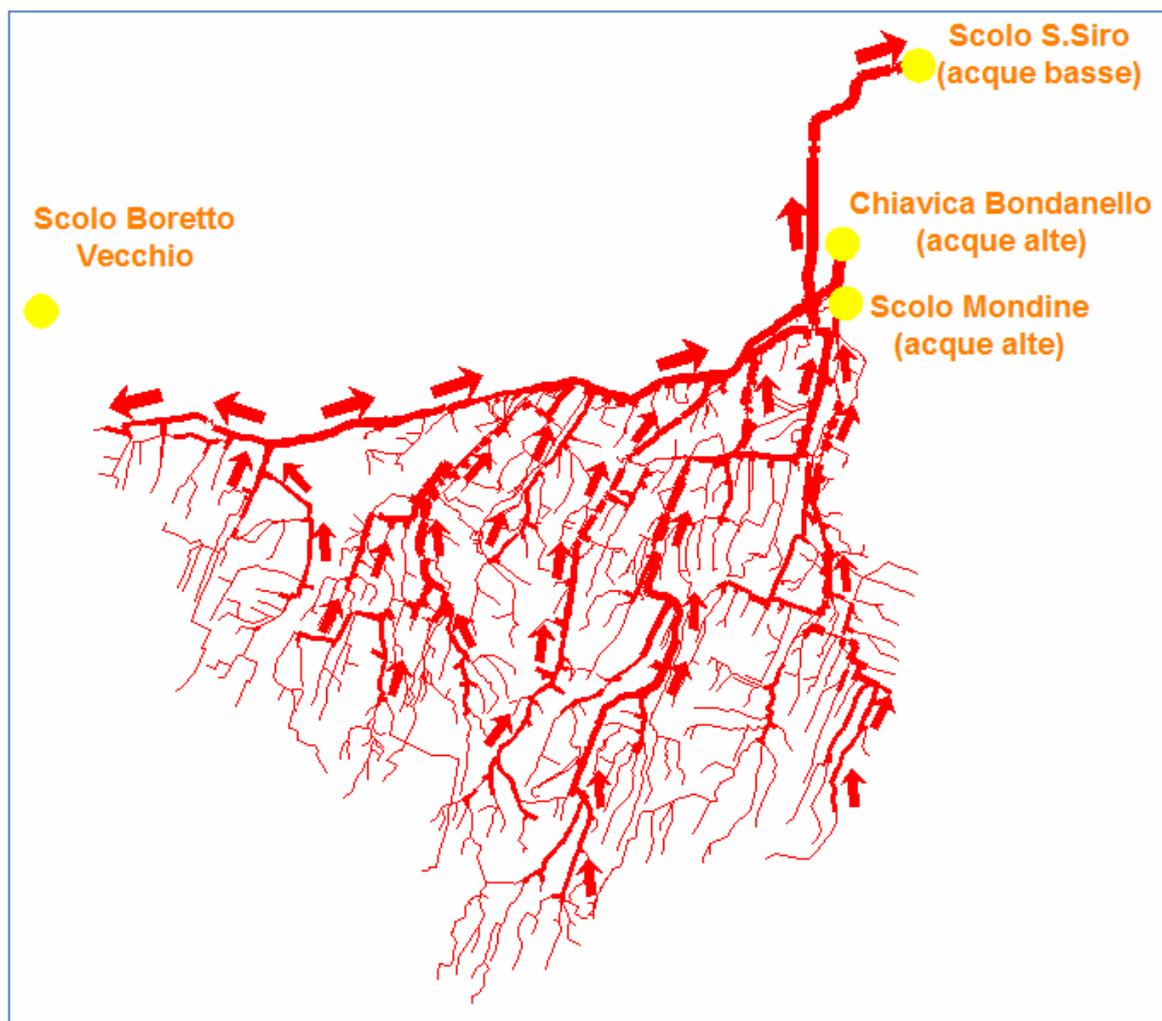


Fig. 5.1 - Verso dell'acqua durante la stagione di scolo nei canali principali. L'immagine deriva da una simulazione durante un evento di pioggia sul comprensorio.

## Funzionamento irriguo

Durante la stagione tardo-primaverile ed estiva, quando i consorziati necessitano di portate irrigue per poter sopperire al deficit idrico delle colture causato dall'evapotraspirazione, la funzione della rete diventa quella di irrigazione. Gli impianti da cui vengono prelevate le acque da distribuire nella zona pianeggiante, come già accennato sono principalmente quattro: l'impianto di Boretto, la traversa di Castellarano, la traversa di Mazzalasio e alcuni pozzi.

La struttura portante e la principale fonte di alimentazione dei canali della bassa, è rappresentata dalla "Fiuma" che attinge acqua direttamente all'impianto di Boretto per poi convogliarla direttamente nei collettori di ordine primario i quali a loro volta la convogliano verso sud. In questo modo l'acqua compie un cammino diretto verso monte e cioè contrario alla naturale pendenza dei canali. Questo è possibile in primo luogo grazie alle basse pendenze degli stessi che permettono una parziale risalita dell'acqua anche nel senso contrario e in secondo luogo è dovuta alla presenza di numerosi impianti di sollevamento sparsi in tutta la rete.

Per comprendere tale sistema di canali conviene partire dalla presa in Po. Tramite il Canale Derivatore che prende acqua dal Fiume Po, l'acqua viene convogliata fino alla Botte Bentivoglio e qui smistata, in una parte nel Cavo Parmigiana Moglia, l'altra nell'Allacciante Cartoccio. Già prima il Derivatore cede una parte del suo volume al Canale di Risalita principale della Bonifica Bentivoglio Enza, che alimenta in destra ed in sinistra (grazie agli impianti di sollevamento) le campagne agricole attigue alla zona di Campegine e Quattro Castella (RE).

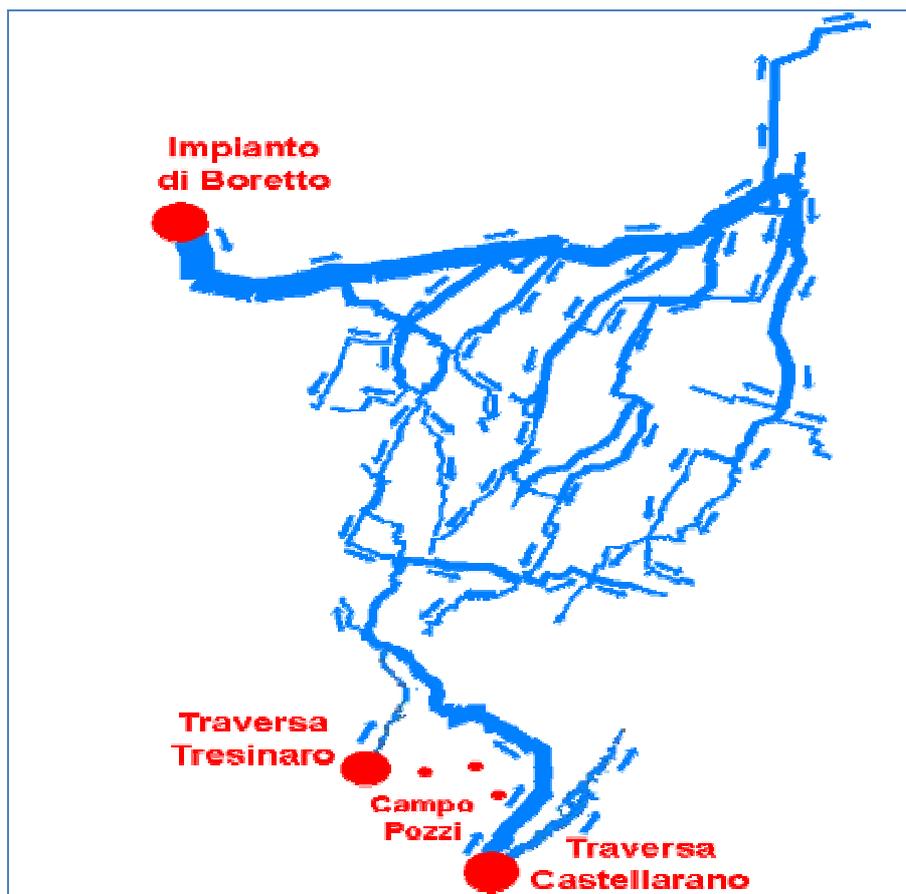


Fig. 5.2 - Verso della portata nei canali principali durante la stagione irrigua. Come si può osservare i canali con spessore di linea più accentuata rappresentano quelli con portate maggiori: sono inspessiti i canali Derivatore, di Secchia e Parmigiana Moglia. Man mano che le portate irrigue risalgono verso monte, si esauriscono perché sollevate dalle singole pompe dei consorziati e perché vengono distribuite capillarmente in destra ed in sinistra nei collettori secondari.

La “Fiuma”, come comunemente viene chiamato il Cavo Parmigiana Moglia, rappresenta la struttura portante e la principale fonte di alimentazione dei canali della bassa: difatti i collettori d’ordine primo (Cavo Bondeno, Cavo Linarola, Cavo Naviglio, Cavo Lama – tutti canali d’acque alte) traggono le loro portate irrigue dal Cavo Parmigiana Moglia e le convogliano verso Sud (o meglio dire verso monte, cioè a quote più alte) e ciò è possibile in parte a gravità (essendo le pendenze dei canali tanto basse da rendere possibile il funzionamento sia nell’uno che nell’altro senso) ed in parte adoperando il sollevamento meccanico degli impianti di pompaggio.

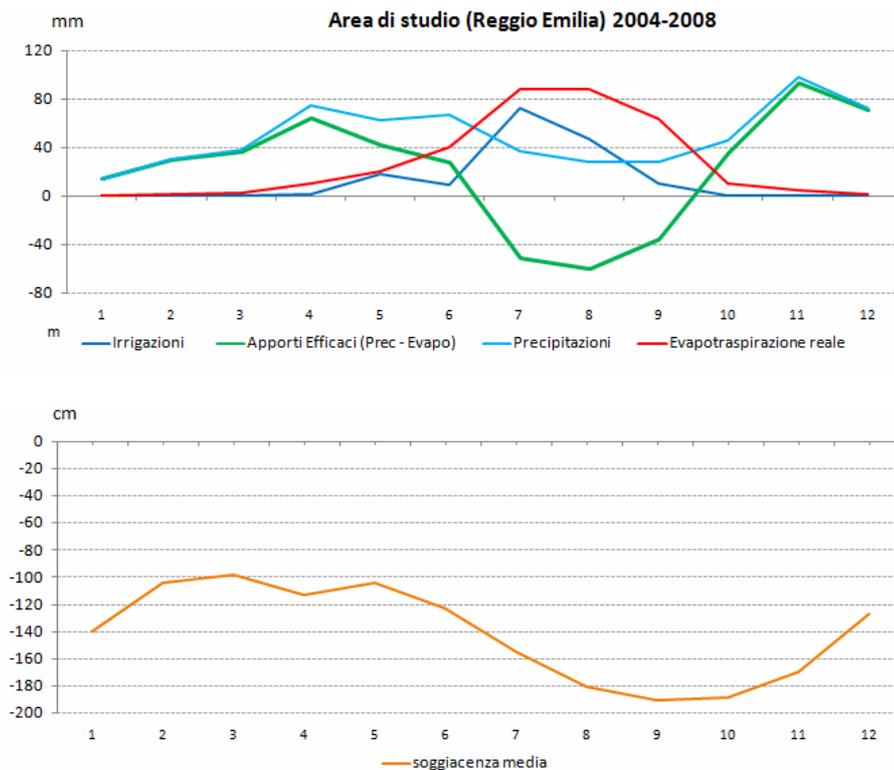
Il Cavo Naviglio e il Cavo Lama danno vita rispettivamente al Canale Quarto (di Correggio) ed al Canale Quinto (di Carpi), mentre l’Allacciante Cartoccio alimenta il Canale Terzo (di Reggio). Questi rappresentano i più importanti canali di risalita per

acque irrigue del comprensorio e vi sono situati una gran quantità di impianti idrovori per il sollevamento meccanico.

## 6. STAGIONALITÀ DELLA FALDA IPODERMICA

Per definire e quantificare l'interazione tra la falda ipodermica e il reticolo idrico superficiale, si è provveduto a creare una mappa della piezometria sia dell'area vasta sia del bacino campione. A questo proposito si sono utilizzati i dati della rete di monitoraggio della falda ipodermica della Regione Emilia Romagna.

Prima di affrontare questa analisi si è provveduto ad analizzare le voci del bilancio idrico della zona.



<b>Precipitazioni</b>	596 mm
<b>Irrigazioni</b>	140 mm
<b>Soggiacenza media</b>	-1.7 m
<b>Escursione annuale</b>	0.5 m
<b>Periodo di minimo</b>	autunno
<b>Periodo di massimo</b>	primavera

Fig. 6.1 – Soggiacenza media mensile del Pozzo di Correggio (2004-2008) ed analisi dell'andamento delle voci di bilancio per lo stesso periodo

La Fig. 6.1 mostra l'andamento medio mensile (periodo 2004-2008) della soggiacenza del pozzo di Correggio: il massimo livello piezometrico viene raggiunto da febbraio a maggio, mentre il minimo livello nei mesi estivi ed autunnali. Nella stessa Figura si è voluto evidenziare l'andamento delle principali voci del bilancio idrico per lo stesso periodo di analisi. I dati di precipitazione e temperatura si riferiscono alla stazione di Brunoria, mentre l'evapotraspirazione potenziale è stata calcolata con il metodo di Thornthwaite. Applicando i coefficienti colturali tipici della pianura padana (Allen et al., 1998) si è calcolata l'evapotraspirazione reale. Per gli apporti efficaci si intende invece la differenza tra la somma delle entrate (precipitazioni ed irrigazioni) e l'evapotraspirazione reale.

Confrontando la curva mensile degli apporti efficaci rispetto a quella della piezometria, notiamo che quest'ultima mostra un ritardo (time-lag) inferiore al mese rispetto alle entrate. Un tempo di risposta di questa lieve entità (situazione simile a quella del sito Bedollo) trova probabilmente le sue origini in un livello medio di soggiacenza che non supera qualche metro.

Sulla base di questa analisi si è ricostruita la piezometria per il mese di marzo e di ottobre in modo da caratterizzare le due situazioni idrologiche limite (Allegato1). La piezometria annuale media della zona è stata considerata la media di queste due come illustrato nella Fig. 6.2. Possiamo notare che, come era lecito aspettarsi, lo scorrimento delle acque sotterranee è in prevalenza rivolto verso Nord, ossia verso il Fiume Po. Meno evidente invece risulta la relazione esistente tra la falda e l'idrologia superficiale, ossia non sono evidenti né fenomeni di alimentazione, né di drenaggio. Il motivo è sicuramente dovuto all'esiguo numero di pozzi utilizzati nell'interpolazione delle curve piezometriche che non evidenziano pertanto la relazione esistente. Questa considerazione comunque non esclude che l'interazione possa esservi ed essere anche cospicua. Difatti la media della soggiacenza annuale nel bacino d'area vasta è nell'ordine dei pochi metri (1,8 m per l'anno 2007) soprattutto se confrontata con la profondità media dei canali che risulta essere intorno ai 2 m. Questa analisi verrà approfondita nel report "Modellazione qualitativa dei canali di bonifica".

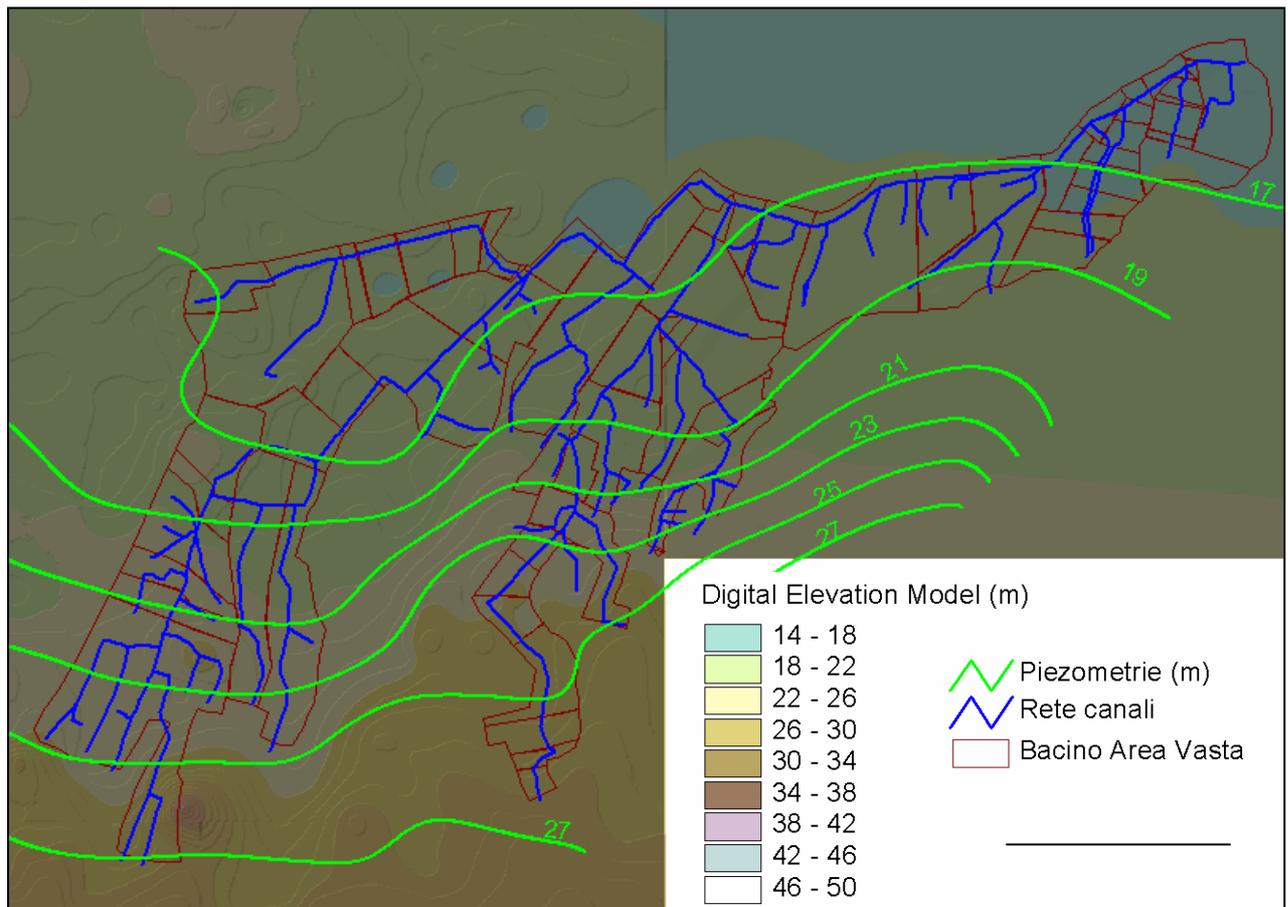


Fig. 6.2 – Digital Elevation Model e piezometria per l'anno 2007 del bacino d'area vasta.