

PUG



PIANO URBANISTICO GENERALE

Sindaco
Gian Carlo Muzzarelli

Assessora a Urbanistica, Edilizia, Politiche Abitative, Aree Produttive
Anna Maria Vandelli

Direttrice Generale
Valeria Meloncelli

Dirigente del Settore Pianificazione e Gestione del territorio e RUP
Maria Sergio

B SISTEMA AMBIENTALE

QC.B3

Indagini e valutazione inerenti la capacità del sistema idraulico principale e secondario nel territorio del Comune di Modena, con particolare riferimento alle capacità drenanti ed al sistema di scolo delle acque reflue

ASSUNZIONE
Delibera C.C. n° 86 del 29/12/2021

ADOZIONE
Delibera C.C. n° 78 del 22/12/2022

APPROVAZIONE
Delibera C.C. n° del / /



Comune
di Modena



DICAM

Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali

Convenzione di ricerca tra

Comune di Modena

e

Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali
Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

**Indagini e valutazione inerenti la capacità del sistema idraulico principale e
secondario nel territorio del Comune di Modena,
con particolare riferimento alle capacità drenanti
ed al sistema di scolo delle acque reflue**

Relazione conclusiva



Alberto Montanari

Bologna, novembre 2021

Collaboratore

Dott. Ing. Emanuele Baratti

RESPONSABILE scientifico

Prof. Alberto Montanari

CENTRO LABORATORI DICAM

Lab. Biotecnologie Ambientali e Bioraffinerie □ LABIOTEC

Lab. Geoingegneria e Risorse Naturali □ LAGIRN

Lab. Geomatica e Rilievo □ LARIG

Lab. Ingegneria Idraulica □ LIDR

Lab. Ingegneria Strutturale e Geotecnica □ LISG

Lab. Meccanica Computazionale □ LAMC

Lab. Reti di Trasporto □ LART

Lab. Scienza e Tecnologia dei Materiali □ LASTM

Lab. Sintesi e Caratterizzazione di Materiali Macromolecolari □ LAMAC

Lab. Strade □ LAS

www.dicam.unibo.it

2021

Alma Mater Studiorum □ Università di Bologna

DICAM □ DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, CHIMICA, AMBIENTALE E DEI MATERIALI
AMMINISTRAZIONE □ VIALE RISORGIMENTO, 2 - 40136 BOLOGNA - ITALIA - TEL. +39 051 2093237 - 2093502 - FAX +39 051 2093253
VIA TERRACINI, 28 - 40131 BOLOGNA - ITALIA - TEL. +39 051 2090312 - FAX +39 051 2090322
www.dicam.unibo.it - C.F. 80007010376 - P.IVA 01131710376

Responsabile scientifico

Prof. Alberto Montanari

Sommario

1. Premessa	4
2. Metodi di indagine e struttura del presente documento	8
3. Reticolo idrografico.....	9
3.1 Reticolo idraulico naturale, principale e secondario.....	9
3.2 Reticolo di bonifica.....	17
1.1.1 Criticità del reticolo di bonifica.....	22
3.3 Aspetti qualitativi delle acque superficiali	26
4. Corpi idrici sotterranei.....	35
4.1 Individuazione e classificazione	35
4.2 La qualità delle acque sotterranee	40
4.3 Zone di protezione, zone vulnerabili, aree sensibili nel Comune di Modena	46
1.1.2 Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola.....	46
1.1.3 Zone vulnerabili da prodotti fitosanitari e altre zone vulnerabili	49
1.1.4 Aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano	49
1.1.5 Criticità nel sistema delle acque sotterranee	63
5. Sistema acquedottistico, di drenaggio urbano e depurazione.....	68
5.1 Sistema di drenaggio urbano e depurazione.....	68
5.1.1. Criticità del sistema di drenaggio urbano e depurazione	74
5.1.2. Aggiornamento della carta del carico idraulico sul territorio comunale.....	77
5.2 Sistema acquedottistico	78
1.1.6 Criticità del sistema acquedottistico	81
6. Rischio idraulico	84
6.1 Reticolo principale.....	96
1.1.7 Criticità del reticolo idraulico principale	102
6.2 Reticolo secondario.....	106
1.1.8 Criticità del reticolo idraulico secondario.....	111
7. Cenni su rigenerazione urbana, metabolismo urbano e sviluppo sostenibile	113
8. Sintesi delle criticità e delle indicazioni a supporto della pianificazione.....	123

1. PREMESSA

Nell'anno 2017 la Regione Emilia Romagna ha riorganizzato le proprie disposizioni di legge in merito a pianificazione territoriale mediante la Legge Regionale n. 24 del 21 Dicembre 2017, "Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio". Le finalità della legge si possono riassumere nei punti seguenti:

- a) contenere il consumo di suolo quale bene comune e risorsa non rinnovabile che esplica funzioni e produce servizi ecosistemici, anche in funzione della prevenzione e della mitigazione degli eventi di dissesto idrogeologico e delle strategie di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici;
- b) favorire la rigenerazione dei territori urbanizzati e il miglioramento della qualità urbana ed edilizia, con particolare riferimento all'efficienza nell'uso di energia e risorse fisiche, alla performance ambientale dei manufatti e dei materiali, alla salubrità ed al comfort degli edifici, alla conformità alle norme antisismiche e di sicurezza, alla qualità ed alla vivibilità degli spazi urbani e dei quartieri, alla promozione degli interventi di edilizia residenziale sociale e delle ulteriori azioni per il soddisfacimento del diritto all'abitazione di cui alla legge regionale 8 agosto 2001, n. 24 (Disciplina generale dell'intervento pubblico nel settore abitativo);
- c) tutelare e valorizzare il territorio nelle sue caratteristiche ambientali e paesaggistiche favorevoli al benessere umano ed alla conservazione della biodiversità;
- d) tutelare e valorizzare i territori agricoli e le relative capacità produttive agroalimentari, salvaguardando le diverse vocazionalità tipiche che li connotano;
- e) contribuire alla tutela ed alla valorizzazione degli elementi storici e culturali del territorio regionale;
- f) promuovere le condizioni di attrattività del sistema regionale e dei sistemi locali, per lo sviluppo, l'innovazione e la competitività delle attività produttive e terziarie;
- g) promuovere maggiori livelli di conoscenza del territorio e del patrimonio edilizio esistente, per assicurare l'efficacia delle azioni di tutela e la sostenibilità degli interventi di trasformazione.

I Comuni, per assicurare la celere e uniforme applicazione su tutto il territorio delle disposizioni stabilite dalla Legge Regionale 24/2017, sono tenuti ad avviare il processo di adeguamento della pianificazione urbanistica vigente, in particolare il procedimento di approvazione di un'unica variante generale diretta a unificare e conformare le previsioni dei piani vigenti ai contenuti del Piano urbanistico generale (PUG).

In tale contesto, la Legge Regionale decreta all'art. 22 che il Comune deve predisporre il quadro conoscitivo, quale elemento costitutivo degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica.

Il presente lavoro si inserisce in tale contesto, ponendosi l'obiettivo di contribuire al completamento del quadro conoscitivo in materia di acque in riferimento al territorio del Comune di Modena. Detto obiettivo viene raggiunto approfondendo le criticità comunali in termini di approvvigionamento idrico, di scolo e depurazione delle acque reflue, di dissesto idrologico e geologico, di qualità delle acque superficiali e sotterranee, di stato delle reti di scolo delle acque meteoriche e di drenaggio urbano nel Comune di Modena.

L'obiettivo del presente lavoro è raggiunto sia analizzando le competenze dei piani sovraordinati e delle principali disposizioni di legge in materia, sia attraverso incontri coi diversi Enti che si occupano a diverso titolo dei temi innanzi menzionati.

In generale, il principale riferimento normativo sul territorio comunale in merito agli elementi di criticità dal punto di vista idrologico e geologico è il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), in particolare quello del distretto del Fiume Po. Tale piano è frutto della Direttiva 2007/60/CE, recepita nell'ordinamento italiano con il Decreto Legislativo 23 febbraio 2010 n. 49. Obiettivo dei Piani è quello di ridurre i rischi di conseguenze negative derivanti dalle alluvioni soprattutto per la vita e la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale, l'attività economica e le infrastrutture. Strumento cardine per la valutazione e la gestione del rischio sono le mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni. Il Decreto assegna invece alle Regioni la predisposizione della parte dei Piani di Gestione relativa al sistema di allertamento per il rischio idraulico ai fini di Protezione Civile.

In materia di qualità delle acque e gestione delle risorse idriche il riferimento normativo è costituito in primo luogo alla Direttiva 2000/60/CE. Scopo della Direttiva è istituire un quadro comunitario per la protezione delle acque superficiali interne, delle acque di transizione, delle acque costiere e sotterranee.

La Legislazione italiana, mediante il Decreto Legislativo (D.Lgs.) 152/99, ha recepito formalmente le Direttive comunitarie sul trattamento delle acque reflue urbane (Direttiva 91/271/CEE) e sull'inquinamento provocato da nitrati provenienti da fonti agricole (Direttiva 91/676/CEE), Direttive che sono attualmente in vigore. Il D.Lgs. 152/99 è stato concepito alla luce della discussione a livello comunitario che ha portato alla elaborazione della Direttiva 2000/60. Alcuni principi chiave di quest'ultima sono stati perciò già recepiti nel D.Lgs. medesimo. Il D.Lgs. 152/99 ha prescritto alle regioni la predisposizione del Piano di Tutela delle Acque (PTA), che si configura quale Piano Stralcio del Piano di Bacino ai sensi delle Legge 183/89. Il PTA si configura quindi quale strumento essenziale in ottemperanza alle normative comunitarie, volto a raggiungere gli obiettivi di qualità ambientale nelle acque interne e costiere, e a garantire un approvvigionamento idrico sostenibile nel lungo periodo. L'adozione del PTA regionale è avvenuta il 22 dicembre 2004 con Delibera del Consiglio 633. Dopo l'adozione è stata espletata la fase di deposito, ai sensi

dell'articolo 25 della Legge regionale 24 marzo 2000, n. 20, presso Comuni, Province e Comunità Montane. Simultaneamente, il Piano adottato è stato inviato alle Autorità di Bacino per il parere vincolante previsto dal D. Lgs. 152/99. Il PTA regionale è stato approvato in via definitiva con Delibera n. 40 dell'Assemblea legislativa il 21 dicembre 2005. L'ultimo atto in ordine di tempo, in materia di acque, è il D.Lgs. 152/2006 e successivi decreti attuativi, fra i quali si segnalano il DM 260/2010 e il D.Lgs. 172/2015. Il D.Lgs. 152/06 ha abrogato il D.Lgs. 152/99, mantenendone tuttavia sostanzialmente invariata l'ossatura per quanto attiene alla gestione delle risorse idriche. Si infine il D. Lgs 30/2009, che recepisce le direttive 2000/60/CE e 2006/118/CE e modifica alcune parti del D.Lgs 152/2006.

Il quadro formativo della protezione qualitativa dei corpi idrici è completato dalle direttive nitrati, a partire dalla direttiva 91/676/CEE del Consiglio europeo, meglio nota come Direttiva nitrati, del 12 dicembre 1991. In Italia la Direttiva nitrati è stata recepita con D.Lgs. 11 maggio 1999 n. 152 poi dal Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante "Norme in materia ambientale". Ai sensi dell'art. 112 del Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 è stato emanato il Decreto 7 Aprile 2006 recante: "Criteri e norme tecniche generali per la disciplina regionale dell'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento", successivamente abrogato e sostituito dal Decreto 25 febbraio 2016 "Criteri e norme tecniche generali per la disciplina regionale dell'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e delle acque reflue, nonché per la produzione e l'utilizzazione agronomica del digestato". Il Programma d'Azione Nitrati della Regione Emilia-Romagna è contenuto all'interno del Regolamento di Giunta Regionale n.3 del 15 dicembre 2017 "Regolamento regionale in materia di utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento, del digestato e delle acque reflue", che ha aggiornato il precedente regolamento di Giunta Regionale n. 1 del 4 gennaio 2016.

Il decreto 152/2006 ridefinisce anche il servizio idrico integrato come "costituito dall'insieme dei servizi pubblici di captazione, adduzione e distribuzione di acqua ad usi civili, di fognatura e di depurazione delle acque reflue" e precisa che "deve essere gestito secondo principi di efficienza, efficacia ed economicità, nel rispetto delle norme nazionali e comunitarie".

Le norme comunitarie sono essenzialmente la già citata direttiva 2000/60 e direttive seguenti che fissano i riferimenti di qualità ambientale (si veda un elenco esaustivo alla pagina http://www.gruppohera.it/gruppo/attivita_servizi/business_acqua/acqua_contesto_normativo/de_finizioni/pagina10.html). La normativa nazionale è ancora rappresentata da disposizioni in materia di standard ambientali e da disposizioni tariffarie (si veda http://www.gruppohera.it/gruppo/attivita_servizi/business_acqua/acqua_contesto_normativo/de_finizioni/pagina11.html). La normativa regionale include il Piano di Tutela delle Acque e diverse discipline (si veda

http://www.gruppohera.it/gruppo/attivita_servizi/business_acqua/acqua_contesto_normativo/definizioni/pagina12.html).

Il gestore del servizio idrico integrato deve quindi curare la gestione, nel proprio territorio di competenza, di:

- acquedotto: captazione, adduzione e distribuzione delle risorse idriche per
- utenze domestiche
- utenze pubbliche (ospedali, caserme, scuole, stazioni ecc)
- utenze commerciali (negozi, alberghi, ristoranti, uffici ecc)
- utenze agricole
- utenze industriali (quando queste non utilizzino impianti dedicati)
- fognatura: raccolta e convogliamento delle acque reflue nella pubblica fognatura
- depurazione: trattamento mediante impianti di depurazione delle acque reflue scaricate nella pubblica fognatura.

Alla luce del quadro normativo innanzi delineato, il presente lavoro si propone di fornire le informazioni necessarie a contribuire al completamento del quadro conoscitivo ai fini della redazione del PUG. L'intento è quello di fornire indicazioni utili a programmare uno sviluppo urbanistico e territoriale sostenibile e rispettoso dell'esigenza di garantire la tutela delle risorse idriche così come auspicato ed imposto dalle normative innanzi menzionate.

Per realizzare il lavoro, oltre a consultare i riferimenti normativi innanzi menzionati, si è avviato un confronto con gli enti locali che gestiscono il servizio idrico integrato e le reti di drenaggio artificiali (consorzi di bonifica). Si sono inoltre sintetizzate le informazioni disponibili presso i vari settori dell'Amministrazione Comunale, ricavando un quadro d'insieme generalizzato.

2. METODI DI INDAGINE E STRUTTURA DEL PRESENTE DOCUMENTO

L'indagine effettuata nell'ambito del presente lavoro è stata improntata all'acquisizione di informazioni utili al fine di supportare la predisposizione del Piano Urbanistico Generale (PUG) del Comune di Modena. L'obiettivo dello studio è quello di contribuire a fornire un quadro conoscitivo dello stato delle reti idrografiche, naturali ed artificiali, e dei sistemi di approvvigionamento idrico e scolo delle acque reflue nel Comune di Modena. L'acquisizione delle informazioni è stata condotta mediante una campagna di raccolta informazioni e dati presso i principali soggetti deputati al governo ed alla gestione delle acque nel territorio comunale.

L'elaborato presenta nel Capitolo 3 una descrizione del reticolo idrografico che interessa il Comune di Modena, sia naturale sia di bonifica e delle relative situazioni di attenzione e criticità. Nel capitolo 4 vengono invece trattati i corpi idrici sotterranei e le zone di protezione.

Successivamente nel Capitolo 5 viene descritta dal punto di vista tecnico la rete di fognatura ed il sistema di depurazione a servizio del Comune. Nella seconda parte del Capitolo viene trattato il sistema acquedottistico e vengono discusse le sue maggiori criticità.

Nel Capitolo 6 viene analizzato il rischio idraulico del territorio Comunale. La tematica è affrontata sia per quanto riguarda il reticolo naturale principale, sia per il reticolo di drenaggio di bonifica e di fognatura.

Nel Capitolo 7 vengono accennati alcuni strumenti, indicatori, soluzioni e casi pratici legati ai concetti di rigenerazione urbana, metabolismo urbano e sviluppo sostenibile. Il capitolo vuol essere uno spunto per affrontare le suddette tematiche.

Per ciascuno dei sistemi idraulici via via considerati in ciascun capitolo viene proposta una descrizione delle caratteristiche e, successivamente, una discussione delle relative criticità. Queste ultime, con i relativi suggerimenti per la pianificazione, sono poi sintetizzate nel loro insieme nel Capitolo 8.

3. RETICOLO IDROGRAFICO

3.1 RETICOLO IDRAULICO NATURALE, PRINCIPALE E SECONDARIO

Nel territorio comunale ricadono due bacini idrografici naturali direttamente affluenti nel Fiume Po: il bacino del Fiume Panaro ed il bacino del Fiume Secchia (Figura 1 e Figura 2).

Il Fiume Panaro trae le sue origini nell'alto Appennino, tra le province di Modena, Bologna e Pistoia. E' affluente di destra del Fiume Po, ha lunghezza pari a 115 km ed estensione areale del relativo bacino pari a circa 2200 km². I maggiori affluenti del Panaro sono i torrenti Leo e Scoltenna, che hanno origine dallo spartiacque compreso tra il massiccio del Corno alle Scale nel bolognese (1945 m s.l.m.) e del Monte Specchio nel modenese (1599 m s.l.m.). La confluenza fra Leo e Scoltenna avviene a circa 300 m di quota. Subito dopo la confluenza Leo-Scoltenna, la portata idrica massima del Panaro risulta già di poco inferiore a quella massima raggiunta nel basso corso, in quanto non presenta altri affluenti o apporti notevoli nel tratto a valle, specie nella stagione secca, ad esclusione del Naviglio di Modena e del Canale Diversivo di Burana.

Il reticolo idrografico del bacino del Panaro mostra uno scarso grado di gerarchizzazione, a indicare uno stato in piena evoluzione, testimoniato dall'elevato numero di fenomeni di dinamica torrentizia in atto. Nel tratto di pianura il corso d'acqua principale scorre all'interno di arginature continue con lunghi tratti rettilinei intervallati da tratti a meandri. La tipologia è condizionata dalle arginature. Nel bacino idrografico montano prevalgono formazioni prevalentemente argillose e depositi sciolti, cioè litotipi facilmente erodibili. L'intero reticolo è caratterizzato da trasporto solido particolarmente intenso, che concorre a modificare l'assetto morfologico di parti significative dei corsi d'acqua.

Dalla confluenza dei torrenti Leo-Scoltenna a Marano, il Fiume Panaro scorre in una valle ampia con andamento generalmente sinuoso ricevendo numerosi affluenti; in particolare in sinistra il Torrente Lerna e il Rio Torto, in destra i rii S. Martino e Missano. Da Marano alla Via Emilia il corso d'acqua scorre nell'alta pianura con andamento meandriforme e struttura pluricursale; gli affluenti più importanti sono tutti di sinistra, con bacini di piccole dimensioni.

Nella zona pedemontana, l'asta del Fiume Panaro segna il confine fra Spilamberto e San Cesario sul Panaro, affiancando la SS623 nei pressi del casello autostradale di Modena Sud, dove riceve in sinistra idraulica il contributo del Torrente Guerro a valle dell'abitato di San Vito (in comune di Spilamberto). Proseguendo verso la Via Emilia (sottopassata con il Ponte di Sant'Ambrogio), il Panaro sfiora l'area metropolitana orientale della città di Modena, ricevendo sempre in sinistra idraulica il Torrente Tiepido a valle dell'abitato di San Damaso (in comune di Modena). Altri affluenti minori sono il Rio Secco, il Torrente Nizzola, il Torrente Gherbella ed il Torrente Grizzaga.

Nel tratto medio-alto, dalla confluenza dei torrenti Leo e Scoltenna a Marano, il corso d'acqua è caratterizzato da pendenze di fondo molto elevate, andamento generalmente sinuoso e struttura monocursale. Tra Marano sul Panaro e Spilamberto l'alveo ha tendenza a ramificare; il letto ramificato preesistente è stato generalmente re inciso e la sua larghezza risulta sensibilmente ridotta, con una evidente tendenza all'erosione di fondo; a valle dei ponti con fondazioni in alveo (ponte di Vignola; F.S. di Savignano, di Merano, di Spilamberto) sono presenti soglie o briglie, a contenimento dell'abbassamento.

Tra Spilamberto e S. Ambrogio l'alveo ha subito un marcato restringimento, per progressiva tendenza alla canalizzazione. In particolare tra Spilamberto e il viadotto dell'A1 la larghezza si riduce generalmente di oltre il 50-60%, mentre il fenomeno è meno significativo più a valle.

Tra S. Ambrogio e Navicello l'alveo ha subito trasformazioni idrografiche rilevanti soprattutto nella parte medio-alta del tronco, con sensibile riduzione della lunghezza per taglio dei meandri, abbassamento del profilo di fondo e fenomeni di erosione spondale in atto.

Nell'area di pianura, come innanzi anticipato, i principali affluenti del Fiume Panaro in sinistra idraulica sono: il Canale Naviglio, che raccoglie le acque che confluiscono nel centro urbano di Modena, e si immette nel Fiume stesso nei pressi di Bomporto; ed il Canale Diversivo di Burana - gestito dal Consorzio della Bonifica Burana - che raccoglie le acque alte della pianura modenese tra i Fiumi Secchia e Panaro e le immette in Panaro in località Santa Bianca di Bondeno (FE) tramite l'omonimo impianto idrovoro.

Tra Navicello e la foce l'alveo è caratterizzato da un andamento prevalentemente rettilineo con curvature poco accentuate; localmente si osserva una marcata sinuosità. La larghezza è pressoché costante per effetto dell'elevato grado di artificializzazione dell'alveo stesso, costretto tra arginature continue generalmente in froldo, con tracciato planimetrico sostanzialmente stabile; solamente nel tratto terminale, dove le arginature risultano maggiormente distanziate, il corso d'acqua è interessato attualmente da apprezzabili fenomeni di erosione spondale e ha subito un lieve incremento di sinuosità con accentuazione della curvatura di alcune anse. E' verosimile che al fenomeno di erosione spondale si accompagni un approfondimento del profilo di fondo, in relazione all'analogo fenomeno che nell'ultimo trentennio ha interessato il Po nella zona di confluenza. La confluenza del Panaro nel Fiume Po avviene poco a ovest di Ferrara, fra i centri di Stellata e Salvatonica.

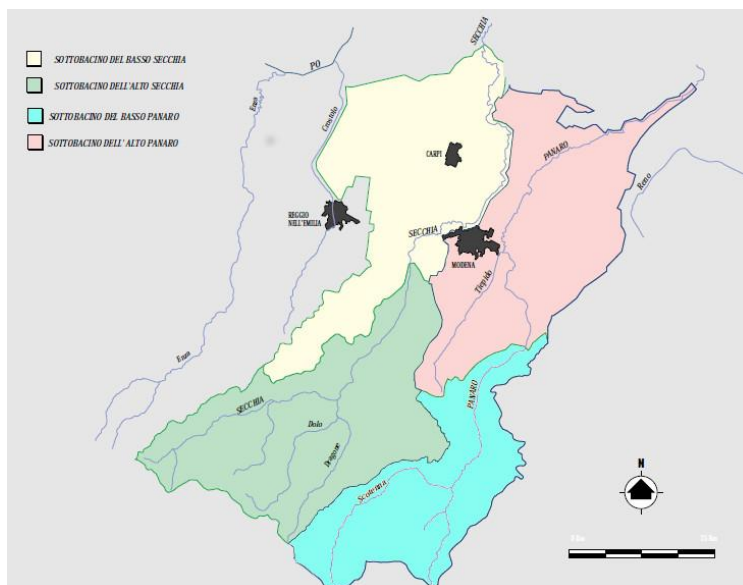


Figura 1 – Bacini del Fiume Secchia e del Fiume Panaro (Fonte: Autorità di Bacino del Fiume Po - Linee generali di assetto idrogeologico e quadro degli interventi bacino del Panaro e del Fiume Secchia).

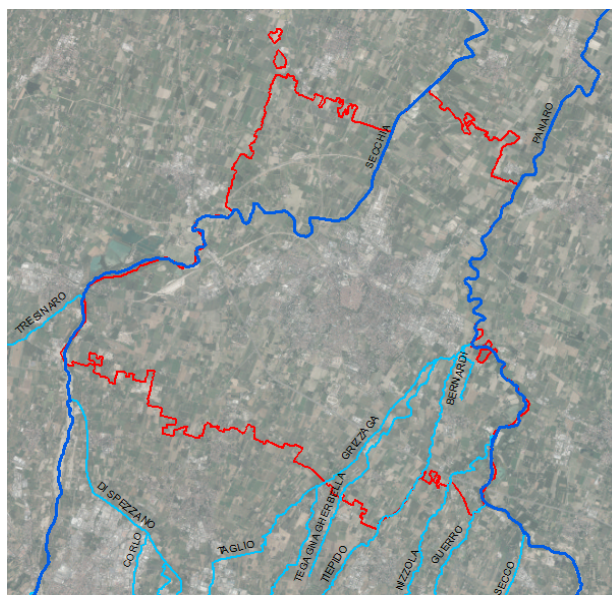


Figura 2 - Perimetrazione comune di Modena (in rosso). Sono indicati i Fiumi Secchia e Panaro (in azzurro scuro) assieme ad alcuni dei loro principali affluenti che interessano il Comune di Modena (in azzurro chiaro).

Il sistema che difende la pianura dalle inondazioni del Fiume Panaro è composto dalla cassa di espansione localizzata tra l'Autostrada A1 e la Via Emilia (parzialmente delimitata da rilevati arginali), da un'area di naturale espansione delle piene compresa tra la cassa di espansione e la confluenza del Torrente Tiepido, in sinistra Panaro, e dal sistema arginale maestro che si sviluppa con continuità su entrambe le sponde a valle della confluenza del Tiepido. La lunghezza complessiva degli argini che compongono tale sistema è di circa 135 km.

L'area della cassa di espansione è compresa tra il ponte dell'Autostrada A1 e il manufatto moderatore dei deflussi, localizzato circa 4 km più a valle, all'altezza della frazione Filanda.

Le sorgenti del Torrente Tiepido sono situate sulle pendici dei monti Cornazzano, Ravaglia, Pizzicano, Monfestino e Serramazzone. Il corso d'acqua ha andamento pressoché rettilineo in direzione sud-ovest — nord-est e presenta un alveo di larghezza modesta, compatibile peraltro con il suo regime di deflusso. Dopo aver percorso circa 35 km si immette in Panaro, in sinistra idrografica. In corrispondenza della confluenza il bacino imbrifero del Tiepido ha superficie di circa 107 km². Il Torrente Tiepido, da Gorzano alla confluenza in Panaro, è caratterizzato da un andamento sostanzialmente rettilineo, con curvature appena accennate. La struttura è monocursale, anche se in alcuni segmenti sono presenti barre longitudinali non stabilizzate. Negli anni il corso d'acqua ha diminuito la sua larghezza, a eccezione del tratto immediatamente a monte della confluenza.

Il Fiume Secchia, al pari del Panaro, è affluente di destra del Fiume Po. Le aree montane del bacino sono totalmente comprese nella Provincia di Reggio Emilia; nelle zone collinari il corso d'acqua segna il limite amministrativo fra la provincia predetta e quella di Modena, mentre a sud della Via Emilia scorre all'interno della Provincia di Modena. Prima della confluenza attraversa per un breve tratto la Provincia di Mantova.

Il bacino del Secchia ha una superficie complessiva alla confluenza in Po di circa 2.090 km² (3% della superficie dell'intero bacino del Po), di cui il 57% in ambito montano. L'asta principale del Secchia ha origine dal crinale appenninico sul confine tra le province di Reggio Emilia e Massa Carrara, in prossimità del Passo del Cerreto (1261 m s.l.m.). La lunghezza totale del fiume risulta essere di 160 Km circa; il Secchia sfocia in Po in località Mirasole poco a valle della foce del Mincio.

Nel tratto iniziale il Secchia, che scorre completamente nella Provincia di Reggio Emilia, riceve in carico le acque degli affluenti Rio Biola, Torrente Riarbero, Torrente Ozola, e Torrente Secchiello. In località Cerredolo di Toano il Secchia riceve il contributo del Dolo, che a sua volta riceve il Dragone, il cui bacino idrografico ricade completamente nella Provincia di Modena. Più a valle, verso Saltino, il Secchia arricchisce le sue portate grazie al contributo del Torrente Rossenna. A

valle di Lugo e a monte di Roteglia si localizza la caratteristica “Stretta del Pescale”, caratterizzata da un forte restringimento dell’alveo, subito dopo la quale l’alveo tende progressivamente ad allargarsi e a diminuire la sua pendenza, entrando nella zona di conoide. Poco prima del Pescale il Secchia riceve il Torrente Lucente e subito dopo, in sponda destra, si immette il Torrente Pescarolo. In località Castellarano è stata realizzata un’opera di presa che assicura i prelievi idrici di due derivazioni a scopo prevalentemente irriguo verso le province di Modena (Canale Maestro) e Reggio Emilia (Canale di Secchia). A Sassuolo il Secchia sbocca in pianura dopo aver ricevuto in destra il Torrente Fossa di Spezzano e in sinistra il Torrente Tresinaro, incontrando infrastrutture viarie e ferroviarie di notevole importanza, quali la Via Emilia e la linea ferroviaria Milano-Bologna. Tra Marzaglia e Rubiera si trovano le infrastrutture della cassa di espansione, opera idraulica di notevole importanza per il controllo delle piene stagionali.

A valle della cassa di espansione il Secchia non riceve più apporti da altri affluenti, dal momento che il suo corso si fa pianeggiante e arginato. Il fiume si è fatto progressivamente pensile sul piano di campagna a causa della bassa pendenza che induce nel tempo la sedimentazione di notevoli strati di limi e sabbie fini. Nella bassa pianura confluiscono gli scoli dei territori della bassa reggiana e modenese attraverso collettori della Bonifica dell’Emilia Centrale. Il bacino contribuente alla sezione posta sulla Via Emilia risulta avere un’estensione di 1314 km², mentre l’area contribuente a foce Po è di 2292 km².

Il bacino del Fiume Secchia presenta una forte asimmetria, caratteristica che lo accomuna ad altri bacini del versante appenninico padano; la causa di questa forma si deve con tutta probabilità attribuire al sollevamento di blocchi fagliati, con innalzamento a Nord Ovest e abbassamento a Sud Est. Attualmente il bacino presenta quindi un versante destro molto esteso, in cui scorrono per vari chilometri gli affluenti principali (Ozola, Secchiello, Dolo, Dragone, Rossenna) ed un versante sinistro molto stretto, privo di affluenti importanti ad eccezione del Tresinaro.

Il reticolo idrografico mostra uno scarso grado di gerarchizzazione, a indicare uno stato in piena evoluzione, testimoniato dall’elevato numero di fenomeni di dinamica torrentizia in atto.

Nel tratto di pianura il corso d’acqua principale scorre all’interno di arginature continue, con l’alveo soggetto a una progressiva maggiore unicursalità, con approfondimento delle quote di fondo e dei profili di magra. La tipologia è condizionata dalle arginature, ma soprattutto dal bacino idrografico montano, caratterizzato da formazioni prevalentemente argillose e da depositi sciolti, cioè da litotipi facilmente erodibili. L’intero reticolo è caratterizzato da trasporto solido particolarmente intenso, che concorre a modificare l’assetto morfologico di parti significative dei corsi d’acqua.

Nel tratto superiore, fino a Castellarano, l'alveo del Secchia ha un andamento generalmente sinuoso a struttura prevalentemente monocursale, di larghezza piuttosto ridotta fino alla traversa di Castellarano; la pendenza del fondo assume valori significativi e il materiale di fondo è di tipo ciottoloso-ghiaioso. Nel tratto fino alla confluenza del Torrente Secchiello l'alveo è stretto, generalmente incassato, posto a quote molto inferiori rispetto ai centri abitati che incontra nel suo corso. Tra la confluenza col Torrente Ozola e le Fonti di Poiano il letto si amplia e scorre all'interno di ripide pareti di roccia affiorante originate dall'erosione della corrente sui depositi evaporatici triassici. Alla base delle pareti si sono formate vaste falde detritiche e accumuli di paleofrane da crollo.

A valle del Torrente Secchiello si manifesta una tendenza al deposito e l'alveo subisce restringimenti locali a causa della presenza di corpi di frana. A monte di Cerredolo la frana di Lupazzo produce l'effetto di una vera e propria traversa. Nel tratto medio-basso, dallo sbarramento di Castellarano a Rubiera, l'alveo ha struttura pluricursale, con canali secondari che vengono attivati solo in occasione di eventi di piena rilevanti. Le aree golenali non sono particolarmente urbanizzate; si osserva un significativo restringimento dell'alveo a monte di Rubiera, anche per la presenza dello scalo ferroviario che occupa parzialmente le aree golenali, e in prossimità dell'autostrada A1. Pur mantenendo la naturale tendenza a ramificare, l'alveo ha subito un marcato restringimento, accompagnato da una tendenza all'erosione di fondo, contrastata da soglie trasversali realizzate in corrispondenza dei ponti (ponte di Sassuolo, ponti stradale e ferroviario di Rubiera).

Tra il ponte dell'autostrada A1 e il ponte F.S. Modena-Mantova l'alveo è sensibilmente più vincolato rispetto alla situazione pregressa; in particolare, immediatamente a valle del ponte autostradale, le barre interne di meandro sono state reincise (si può stimare un abbassamento di fondo superiore a 2 m) e costituiscono attualmente golene stabili. In conseguenza, oltre a una forte diminuzione di larghezza d'alveo, si è verificato un aumento della sinuosità. Tra il ponte F.S. Modena-Mantova e il ponte di Concordia l'alveo scorre entro strette arginature in frodo e ha un assetto morfologico sufficientemente stabile; in diversi tratti si osservano doppi sistemi di sponde, in relazione alla reincisione del thalweg (abbassamento superiore ai 2 m), con conseguente diminuzione della larghezza, che in alcuni tratti è dell'ordine del 50% e oltre. A valle del ponte Concordia i fenomeni di reincisione del thalweg non sono più evidenti; l'alveo ha prevalentemente andamento meandriforme, pendenza di fondo contenuta, larghezza quasi costante, in condizionata dalle opere di sistemazione presenti.

Oltre al Secchia ed al Panaro, che rappresentano i corsi d'acqua naturali principali che interessano il Comune di Modena, il territorio compreso tra questi due fiumi, è solcato da numerosi corsi d'acqua secondari (Figura 3), suddivisibili nei seguenti gruppi:

- canali appartenenti al bacino del Canalazzo di Cittanova;
- canali appartenenti al bacino del Canale Naviglio;
- canali appartenenti al bacino del Torrente Tiepido;
- canali irrigui con derivazioni dai fiumi Secchia e Panaro.

Il Canalazzo di Cittanova ha prevalentemente funzione di scolo. Ha una superficie di circa 3.000 ettari ed una pendenza media di circa il 5 per mille; si estende ad est sino alla direttrice Baggiovara-Coggento, a sud sino alla Fossa di Spezzano, a nord e ad ovest sino al Fiume Secchia. Il Canalazzo di Cittanova, su cui gravano tra le altre le frazioni di Cittanova e Marzaglia e piccoli nuclei della strada Corletto, si immette nel Fiume Secchia nel quale sversa le proprie acque anche durante gli stati di piena.

La maggior parte del reticolo idrografico che interessa il comune di Modena ricade nel bacino idrografico del Canale Naviglio (Figura 3). Tale canale arginato, che sfocia nel Panaro a Bomporto, recepisce la quasi totalità del sistema di scolo di Modena, sistema che ne condiziona le portate idriche in modo significativo. Il bacino del Naviglio, alla confluenza con il Panaro, ha una superficie di circa 13.000 ha e si estende da Bomporto verso sud sino alla fossa di Spezzano, ad ovest è limitato dal Fiume Secchia e dalla congiungente Baggiovara-Coggento, ad est dal Torrente Grizzaga e dal Fiume Panaro. Il bacino del Naviglio è suddiviso in tre sottobacini principali:

- Bacino del Canalazzo di Freto, ubicato fra le frazioni di Cittanova, Tre Olmi e le località Bruciata e Madonnina. L'emissario principale è costituito dal Canalazzo di Freto che si immette nel Secchia attraverso uno sbocco condizionato costituito da paratoie che si chiudono durante gli stati di piena del fiume. Quando ciò si verifica, le acque si immettono tramite il Canale dei Montanari nel Cavo Cerca e quindi nel Canale Naviglio. Il reticolo idrografico è costituito dal Canale di Freto, che riceve il Marzano, la fossa Grillenzana ed il - Condotta Senada (attraverso il Rio Parmeggiani) e dal Cavo d'Avia che riceve a sua volta le acque del Rio di Coggento.
- Sottobacino Centrale del Canale Naviglio, che si estende dalla Fossa di Spezzano sino alla confluenza dei Cavi Argine e Minutara. Nel bacino ricadono l'agglomerato di Formigine, la frazione di Casinalbo e la maggior parte dell'area urbana di Modena. Il Canale si immette nel Panaro a Bomporto attraverso un manufatto dotato di porte vinciane. Lo scarico è condizionato da valle, essendo gli argini del Fiume Panaro più alti di quelli del Canale Naviglio. I Canali di Corlo e Formigine si ammettono nel Cavo Cerca, che confluisce attraverso il Canale Soratore nel Naviglio. Sia il tratto terminale del Cavo Cerca che il Canale Soratore hanno le caratteristiche di vere e proprie fognature, sviluppandosi in piena zona urbana. Verso est confluiscono nel Naviglio lo scolo Archirola con i propri affluenti Fugone e Passafugone, ed i canali S. Pietro e Diamante, destinati in origine al trasporto verso la città di acqua derivata dal Fiume Panaro. Il canale Naviglio, poco a valle della

confluenza del canale Soratore, recepisce le acque trattate all'impianto di depurazione principale di Modena, in via Cavazza.

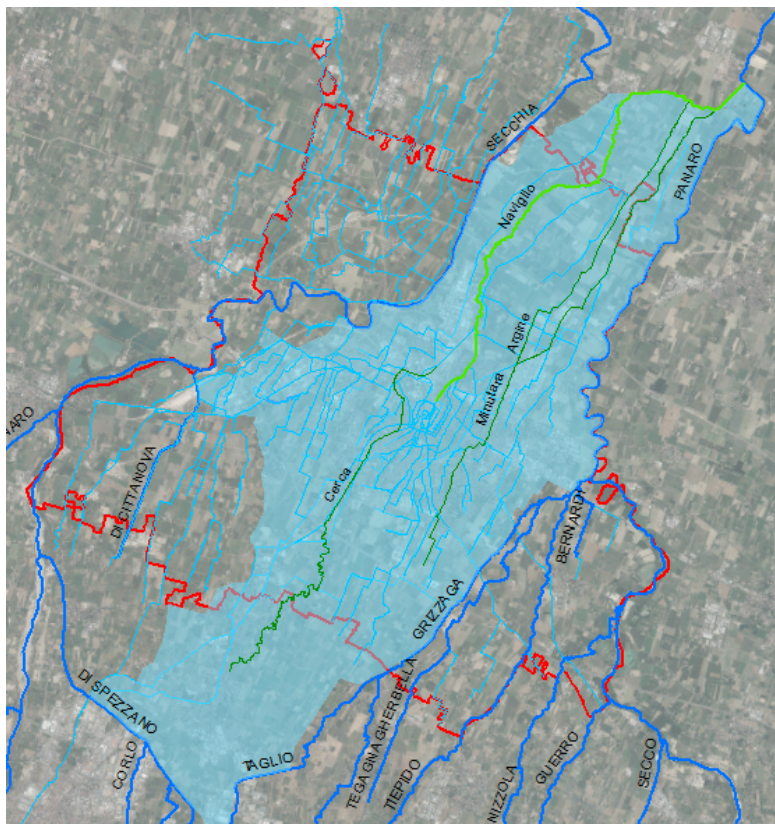


Figura 3 - Bacino idrografico del Canale Naviglio. E' evidenziata inoltre la perimetrazione del Comune di Modena (in rosso), la rete idrografica natura principale e la rete di drenaggio e scolo.

- Sottobacino orientale del Canale Naviglio, delimitato a sud dalla frazione di S. Maria di Mugnano, poco a sud dell'autostrada A1, a nord dal tratto di Naviglio che collega Bastiglia a Bomporto, ad ovest dalla strada per Albareto e dalla sponda destra del Cavo Archirola, ad est dal bacino del Torrente Grizzaga e dal Fiume Panaro. L'area complessiva del sottobacino è di circa 3.900 ha. I principali canali a cui fa capo il bacino sono il Cavo Argine ed il Cavo Minutara, che si immettono nel Naviglio poco a monte dello sbocco nel Panaro. Tra i Cavi Argine e Minutara è situata la zona denominata Prati di S. Clemente, soggetta a frequenti allagamenti; infatti quando il livello idrico del Panaro supera quello del Naviglio, si chiudono le porte vinciane ubicate alla confluenza e le acque trasportate dal Naviglio stesso e dai Cavi Argine e Minutara, saturata la capacità di invaso degli alvei, sormontano gli argini inondando l'area suddetta. Attualmente, in tale area, sono in corso di realizzazione le vasche di laminazione a servizio del Canale Naviglio, che dovrebbero

mitigare parte delle criticità idrauliche del Comune di Modena legate al rigurgito che si genera nel Naviglio al chiudersi delle porte vinciane.

Le criticità del reticolo idraulico naturale, principale sono fortemente impattanti sulle condizioni di rischio idraulico per una larga parte del Comune di Modena. In considerazione dell'importanza di una valutazione accurata del rischio idraulico a supporto della pianificazione urbanistica, le criticità anzidette saranno trattate nel Capitolo 6, che è specificamente dedicato all'analisi del rischio idraulico.

3.2 RETICOLO DI BONIFICA

La fitta rete di canali nella zona di Alta Pianura a sud della via Emilia, compresa fra il Fiume Secchia, il Fiume Panaro e la fascia pedecollinare, che da circa dieci secoli segnano il territorio, venne originariamente realizzata per derivare acqua in modo "controllato", cioè a portata il più possibile continua e costante, dai Fiumi Secchia e Panaro, per le esigenze del territorio di Modena.

L'acqua derivata veniva impiegata come forza motrice per opifici quali mulini, segherie, cartiere ed altri; i canali venivano anche impiegati per fini commerciali, ovvero trasporto di merci via acqua tra Modena, Ferrara e Venezia, grazie alla navigabilità nel Canale Naviglio; i canali permettevano anche di soddisfare necessità igieniche e alimentari della popolazione tramite lavatoi e pescherie, e permettevano anche l'irrigazione delle colture agricole. Questo regime di utilizzazioni dell'acqua, talvolta anche in conflitto fra loro, si è retto in passato su di un equilibrio assai delicato.

A partire dagli inizi del secolo scorso si è verificata una radicale trasformazione delle attività antropiche in vaste zone del territorio modenese; ciò è avvenuto in seguito al rapido passaggio da attività secolari tradizionalmente agricole a quelle industriali, artigianali e di servizio.

Tra gli effetti di questa rapida trasformazione, che ha interessato in modo più evidente gran parte del territorio a Sud di Modena, vi è l'incremento delle zone urbanizzate con la creazione di vaste superfici impermeabilizzate, la conseguente riduzione delle superfici agricole e quindi anche la perdita di ampie superfici che potevano immagazzinare naturalmente volumi idrici significativi. Durante questa trasformazione, le funzioni legate alla navigazione, molitorie e di forza motrice sono state progressivamente abbandonate, mentre si è aggiunta soprattutto all'interno della città di Modena, quella di collettamento di acque nere, che ha imposto, per esigenze igieniche ed anche estetiche, la progressiva copertura dei canali.

Nel territorio comunale operano due consorzi di Bonifica: il Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale che gestisce i territori in sinistra idraulica del Secchia, ed il Consorzio della Bonifica Burana, che opera sui territori compresi tra Secchia e Panaro. Attualmente la rete idraulica gestita dai Consorzi di Bonifica svolge funzioni di scolo, funzione irrigua e funzione di difesa idraulica.

Nel Comune di Modena, la rete principali di canali artificiali gestiti dal Consorzio della Bonifica Burana è costituita da: il Canale San Pietro, il Canale Diamante, il Canale di Formigine (originato dal Canale di Modena), il Canale di Corlo ed il Canale di Marzaglia (Figura 4). Tali canali sono caratterizzati da elevate pendenze e sono i ricettori di acque pluviali provenienti da importanti centri urbani che si sviluppano a sud della città di Modena.

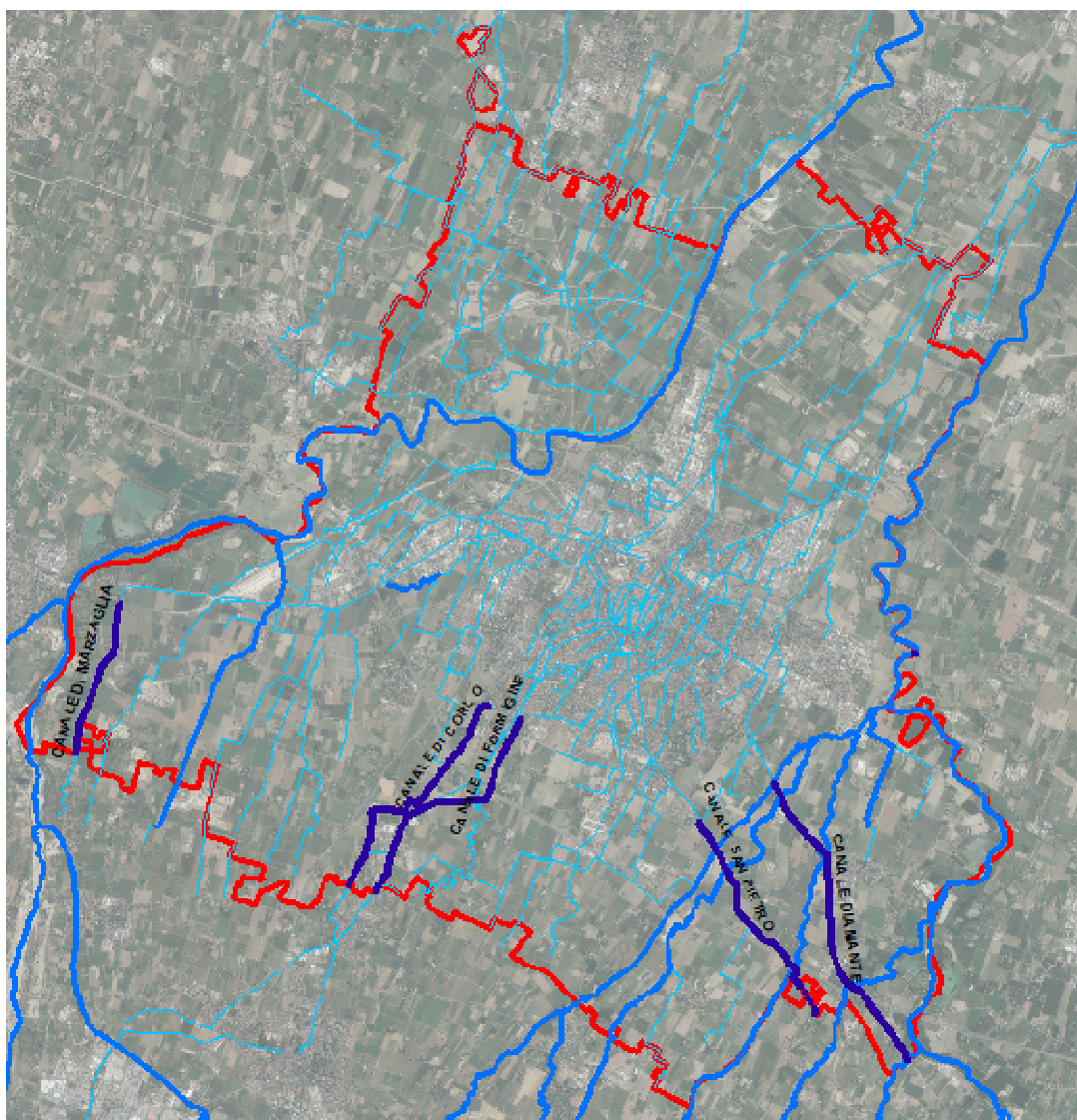


Figura 4 - Perimetrazione del Comune di Modena (in rosso). In blu scuro sono mostrati i canali principali in gestione al Consorzio della Bonifica Burana. Il reticolo idraulico naturale principale ed il sistema di canali artificiali che attraversa la città sono mostrati rispettivamente in azzurro ed in ciano.

Il Canale San Pietro, costruito in epoca medievale, ha origine in sinistra del Fiume Panaro, ai piedi della Rocca di Vignola. Il suo percorso attraversa il territorio delle “Basse inferiori” a Vignola, tocca i centri di Spilamberto, San Vito, Vaciglio e Modena, dove termina alla confluenza con il Canale Naviglio in prossimità del Palazzo Ducale di Modena, a valle di uno sviluppo di circa 23 km. Le principali opere idrauliche che ne caratterizzano il corso sono i sifoni “a botte” che consentono di sottopassare i torrenti naturali che il canale intercetta nel suo percorso da Vignola verso Modena. Tra i sifoni “a botte” più importanti si segnalano quelli del Torrente Rio Secco, della Fossetta Càmatte e del Torrente Guerro, in comune di Spilamberto; nonché quelli dei Torrenti Tiepido, Grizzaga e Gherbella in comune di Modena. Il Canale San Pietro raccoglie ed allontana le acque meteoriche che provengono in massima parte dai sistemi fognari di numerose aree urbane, residenziali e produttive, presenti nei territori comunali di Vignola, Spilamberto, Castelnuovo Rangone e della zona periurbana di Modena.

Il Canale Diamante, costruito in epoca medievale, ha inizio dal Fiume Panaro in comune di Vignola, e lo costeggia fino a Spilamberto; fiancheggia la S.P. 623 del Passo Brasa attraversa il territorio di Spilamberto, San Donnino - San Damaso e Collegarola. Confluisce nella città di Modena nel Canale Naviglio, dopo un percorso di oltre 22 km. I principali manufatti idraulici sono: due sifoni “a botte” sottopassanti il Rio Secco e il Torrente Tiepido, ed i relativi scaricatori di piena; due ponti-canale, che permettono di sovrappassare i torrenti Guerro e Nizzola. A partire dalla fine del secolo scorso il Canale Diamante è stato tombato nel tratto che attraversa il centro urbano di Spilamberto, laddove svolge anche le funzioni di collettore fognario. Infatti, il Canale Diamante raccoglie e allontana le acque di scolo provenienti da zone residenziali e produttive di parte dei territori comunali di Spilamberto e Modena.

Il Canale Maestro o di Modena fu costruito nel X secolo per azionare undici opifici e per alimentare fosse a scopo di difesa militare presso Sassuolo. Oggi si origina in destra idraulica del Fiume Secchia, in corrispondenza della Traversa di Castellarano (RE) a San Michele dei Mucchi (Sassuolo, MO). La derivazione idrica avviene mediante prelievo dalla suddetta traversa, a gravità. La Portata a favore del Consorzio della Bonifica Burana è pari circa 2 m³/sec (*Fonte: Piano di classifica degli Immobili per il riparto degli Oneri Consortili anno 2015, a cura del Consorzio della Bonifica Burana*). Dopo aver attraversato il territorio di Sassuolo fino al Torrente Fossa di Spezzano, per circa 10 km, il Canale Maestro si divide, tramite un manufatto partitore, in due rami originando i canali di Corlo e Formigine. Esso contribuisce all'approvvigionamento idrico del sistema di distribuzione idrica Alta Pianura Modena Sud. E' interessante menzionare che dalla Traversa di Castellarano si diparte anche una condotta ad usi plurimi (industriale ed idropotabile), di grandi dimensioni (DN 1200 mm) che attualmente reca una portata limitata, pari a circa 150 l/s nel periodo non irriguo e 50 l/s nel periodo irriguo di punta. Le attuali limitazioni alla portata prelevata nel periodo non irriguo discendono dalla necessità di potabilizzare l'acqua prelevata.

Detta condotta si inoltra in territorio reggiano fino a Rubiera, alimentando industrie agro-alimentari e ceramiche, servendo inoltre alcune aree agricole. All'altezza di Sassuolo, una biforcazione della condotta si inoltra in territorio modenese, attraversando il Fiume Secchia per mezzo del ponte della Strada Statale 467. Detta condotta fornisce acqua ai centri industriali di Sassuolo e Formigine, caratterizzati dalla presenza di un importante comparto ceramico.

Il Canale di Corlo si origina alla biforcazione del Canale di Modena in corrispondenza del partitore di Via Rodello a Formigine; lungo un percorso di circa 14 km fiancheggia la via Radici fino a Casinalbo, poi in direzione nord raggiunge Baggiovara e quindi lungo la via Formigina alla periferia sud-ovest della città di Modena, per poi confluire nella rete fognaria urbana afferente al bacino del Canale Naviglio.

Il Canale di Formigine, che pure si origina alla biforcazione del Canale di Modena, si sviluppa per un percorso di circa 14 km deviando il suo corso verso est in direzione del centro abitato di Formigine. Dopo aver attraversato il territorio urbano, mantenendosi a lato della via Giardini in direzione nord, passa per Casinalbo e prosegue verso Modena; in prossimità dell'autostrada devia verso la frazione di Saliceta San Giuliano e poco più a nord si immette nel Cavo Cerca (Bacino Canale Naviglio).

Il Canale di Marzaglia, risalente al XII secolo, ha origine dal Fiume Secchia in località Magreta all'altezza dell'attuale Oasi naturalistica del Colombarone; da qui segue la via Marzaglia – Sassuolo fino alla località Marzaglia dove attraversa l'abitato e prosegue poi a lato della via Emilia in direzione della città di Modena, per immettersi nel Canale di Freto, dopo un percorso di circa 9 km.

Tutto il sistema idraulico inteso sia come bacino idrografico che reticolo di drenaggio naturale ed artificiale converge, seguendo il gradiente topografico, dalla collina verso le aree a nord di Modena. Le acque vengono convogliate e raccolte dalle colline fino a Modena, dove attraverso la fitta rete di canali, convergono verso il Naviglio il quale recapita nel Fiume Panaro a Bomporto (Figura 5). Durante questo percorso i canali di bonifica, a causa della forte interconnessione con i centri abitati, svolgono anche la funzione di recettori delle reti di fognatura. Nel tempo, infatti, molti canali sono stati tombati ed utilizzati per il drenaggio urbano.

Come dettagliato successivamente, la rete di fognatura a servizio nel centro di Modena risulta per la maggior parte mista. Parte delle acque usate nei canali di bonifica, soprattutto nei periodi irrigui, si trasformano in acque facenti parte della rete fognaria, pertanto indirizzate al depuratore comunale. Si verifica quindi un'interazione e promiscuità tra reti (ed acque) di bonifica e sistema delle pubbliche fognature.

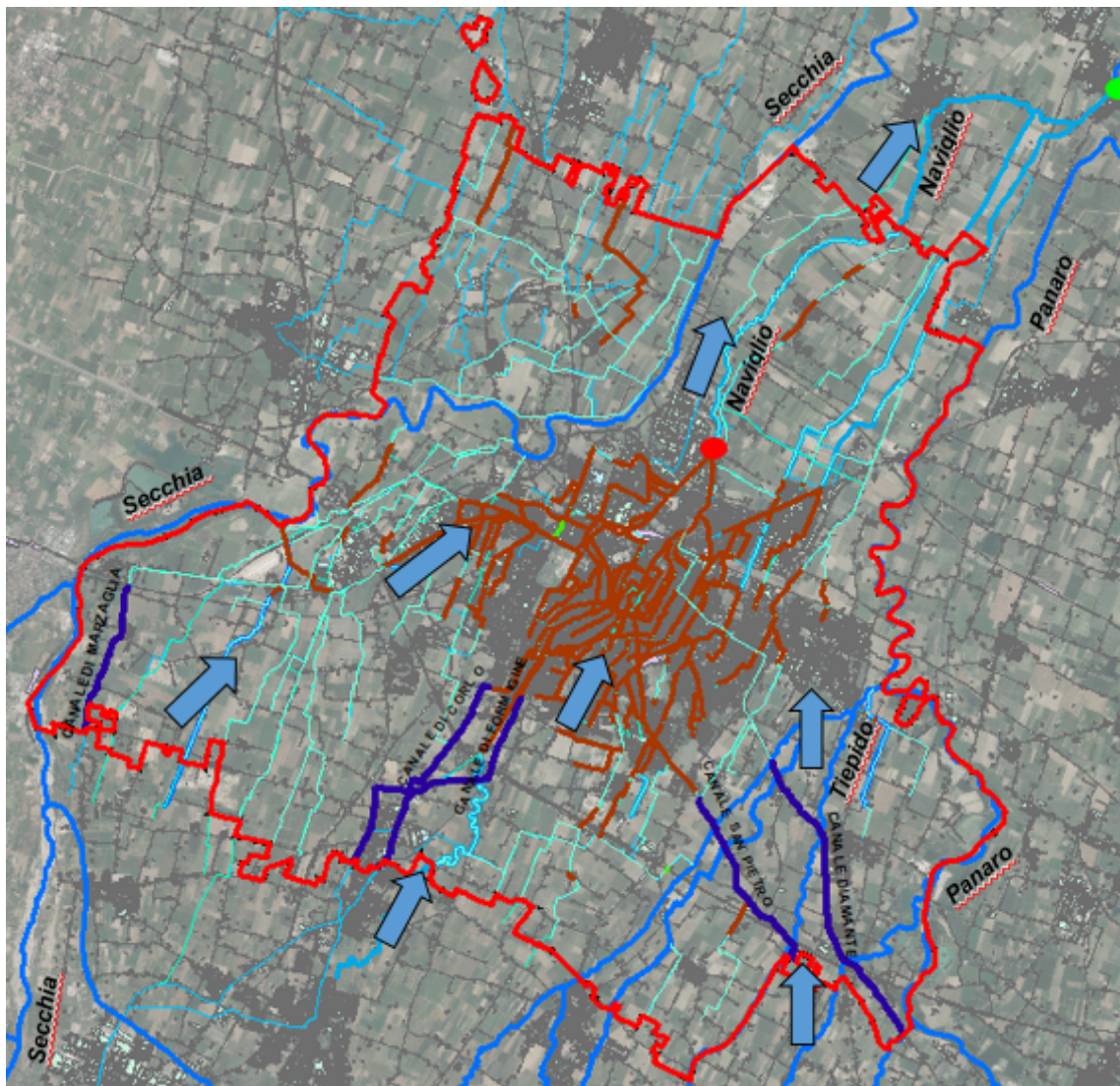


Figura 5 – Perimetrazione Comune di Modena (in rosso). In blu scuro sono evidenziati i principali canali gestiti dal Consorzio della Bonifica Burana. In marrone vengono evidenziati i principali collettori di fognatura del Comune di Modena. Il cerchio rosso indica il depuratore principale di Modena, il quale scarica le acque nel Canale Naviglio, che a sua volta le recapita in Panaro a Bomporto (punto verde). In azzurro chiaro e scuro ed in ciano sono evidenziati la rete di canali artificiali, il Fiume Secchia e Panaro assieme ai loro principali affluenti. La figura mostra le interconnessioni fra la rete di canali di bonifica e la rete di fognatura.

Relativamente al reticolo di canali artificiali in sinistra Secchia, esso è gestito dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale. L'area, con un'estensione di circa 2800 ha, è principalmente coltivata a frutteti. I tre centri abitati principali sono Lesignana, Ganaceto e Villanova.

L'area fa parte del bacino delle acque alte, che scarica in Secchia all'impianto idrovoro delle Mondine, a Moglia (MN). Essa risulta essere nella zona di monte del suddetto bacino. I principali collettori di bonifica sono mostrati in Figura 6. Essi hanno tutti funzione promiscua, ovvero svolgono sia la funzione di scolo sia la funzione di irrigazione.

Il Cavo Lama costituisce il principale adduttore delle acque irrigue. Nei periodi irrigui, infatti, le acque derivate dall'impianto idrovoro di Boretto vengono rilanciate, attraverso una serie di impianti di sollevamento, attraverso il Cavo Lama fino alle zone di recapito. Le acque poi vengono distribuite sul territorio attraverso una rete capillare di canali e scoline.

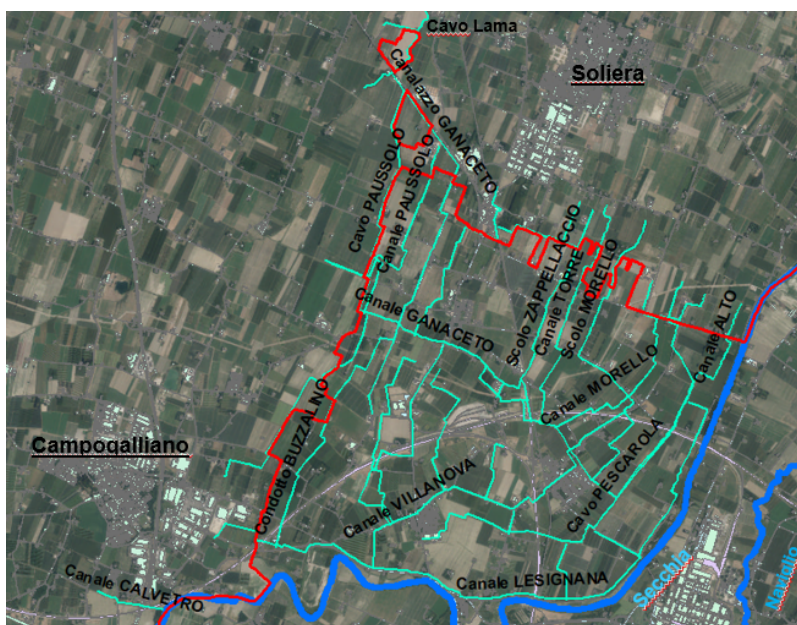


Figura 6 – Perimetrazione Comune di Modena in sinistra Secchia (in rosso). In azzurro chiaro sono indicati i principali collettori di bonifica che interessano il territorio Comunale. Tali canali sono gestiti dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale. In azzurro scuro sono indicati il Fiume Secchia ed il Canale Naviglio.

1.1.1 CRITICITÀ DEL RETICOLO DI BONIFICA

Di seguito si descrivono le principali criticità emerse dall'analisi del reticolo di bonifica e dai diversi incontri effettuati con i Tecnici degli Enti.

- **Interconnessione tra rete di bonifica idraulica e rete fognaria**

Relativamente al territorio compreso tra Secchia e Panaro, una delle criticità principali è rappresentata dalle interferenze della rete di bonifica (gestita dal Consorzio della Bonifica Burana)

con la rete fognaria. Tale situazione genera criticità nei confronti di entrambe le reti e pertanto verrà trattata sia in questa sezione sia nella sezione 5.1.

Infatti, come già anticipato, tutto il sistema idraulico inteso come reticolo di drenaggio naturale ed artificiale converge, seguendo il gradiente topografico, dalle colline fino a Modena. Attraverso la fitta rete di canali che attraversa la città le acque convergono verso il Naviglio il quale recapita nel Fiume Panaro a Bomporto. Durante questo percorso, i canali di bonifica, a causa della forte interconnessione con i centri abitati, ricevono in molti casi recapiti dalla rete di fognatura. Ciò determina sulle acque forti impatti sia a livello quantitativo che qualitativo. In particolare:

- Nel periodo irriguo la rete consortile è generalmente invasata; al verificarsi di eventi meteorici intensi gli scaricatori delle reti fognarie possono entrare in funzione deviando parte del deflusso nei canali di bonifica. Tali apporti, che provengono da aree urbanizzate con elevato grado di impermeabilizzazione, possono determinare sovraccarico nei canali di bonifica stessi con conseguente rischio di locali allagamenti.
- La qualità dell'acqua scaricata nei canali di bonifica attraverso scaricatori di piena è spesso compromessa. Ciò implica il peggioramento della qualità dell'acqua nei canali riceventi, che risulta pure impattata da diversi scarichi non trattati legati sia ad attività produttive che ad abitazioni civili. La compromissione della qualità dell'acqua si riflette sulle caratteristiche dei sedimenti e successivamente nei fanghi di dragaggio estratti dai canali. Soprattutto nella stagione irrigua, le problematiche relative alla qualità delle acque è una delle criticità maggiori per l'intera rete di bonifica del Consorzio della Bonifica Burana.

Relativamente all'ultimo punto, il Consorzio della Bonifica Burana ha eseguito sul territorio¹ “[...] una analisi delle principali interconnessioni rappresentate da scarichi di depuratori o sistemi di depurazione affini, scolmatori di piena e scarichi vari della rete fognaria recapitanti nei canali di bonifica. [...] In base ai dati forniti da Urber (Unione Regionale Bonifiche ed irrigazione Emilia-Romagna), sul comprensorio sono stati rilevati 40 depuratori ed 82 sistemi di depurazione minori; in base a dati verificati direttamente dal Consorzio della Bonifica Burana, 47 scolmatori di piena recapitanti nei canali consortili e 58 scarichi principali della rete fognaria recapitanti nei canali [...]. Essendo il comprensorio consortile di pianura sostanzialmente ricompreso tra fiumi arginati, il recapito delle acque raccolte nel sistema fognario avviene tramite il reticolo di bonifica. Si ritiene pertanto vi siano interconnessioni significative poichè - anche in assenza di esercizio di impianti di sollevamento, manufatti, organi di regolazione o opere di accumulo gestiti dal Consorzio a servizio delle aree che recapitano in canali di bonifica - lo scolo a gravità delle acque fino al punto di recapito finale avviene comunque interessando un tratto della rete di bonifica di lunghezza uguale o superiore a 350 m.” (Fonte: Piano di classifica degli immobili per il riparto degli oneri consortili anno 2015 del Consorzio della Bonifica Burana). La Figura 7 mostra un estratto cartografico di tali

¹ L'analisi eseguita si riferisce all'intero territorio gestito dal Consorzio della Bonifica Burana.

indagini le quali, nel territorio del Comune di Modena, identificano le principali interconnessioni con la rete di bonifica.

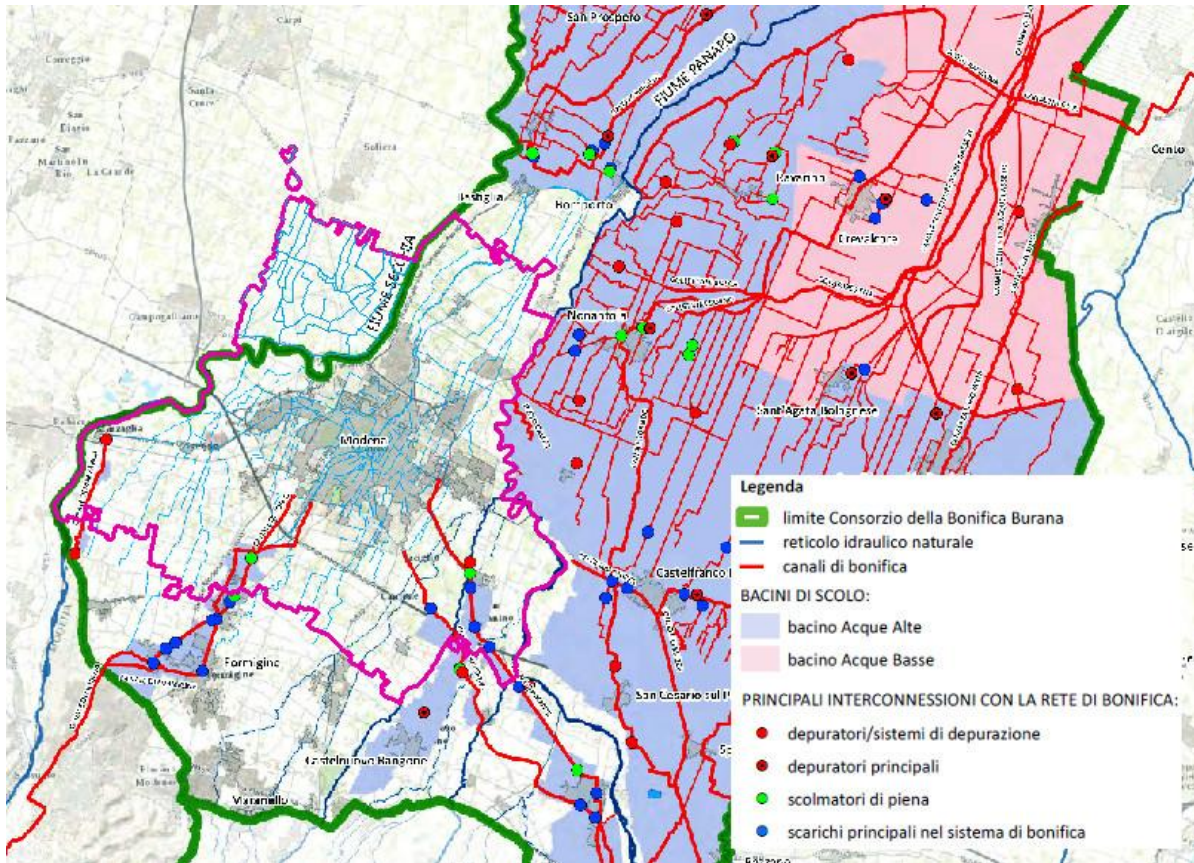


Figura 7 – Estratto elaborato “Allegato 3 – Cartografia Interconnessione tra le reti fognarie e di bonifica” (Fonte: Piano di classifica degli immobili per il riparto degli oneri consortili anno 2015 del Consorzio della Bonifica Burana. <http://www.consorzioburana.it/servizi/menu/dinamica.aspx?ID=21292&bo=true>).

- **Competenze e gestione della rete di canali**

Gli Enti a diverso titolo interessati evidenziano difficoltà nella gestione della rete drenante legate alla definizione delle competenze. Le difficoltà interessano sia la rete di bonifica sia la rete fognaria. Tale aspetto, legato alla forte interconnessione delle vie d'acqua che attraversano il Comune, implica difficoltà ad effettuare operazioni sulle reti, anche operazioni di manutenzione ordinaria. A volte, inoltre, vi sono difficoltà nella gestione dei canali e manufatti storici, quali ad esempio vecchi mulini abbandonati, sottoposti a vincoli architettonici e archeologici.

- **Assetto del reticolo idrografico e nuove urbanizzazioni**

L'intero sistema idraulico (principale e secondario) è interconnesso ed integrato ad un reticolo minore estremamente capillare, di natura sia pubblica che privata, non gestito direttamente dai consorzi di bonifica. La funzionalità di detto reticolo minore è essenziale per assicurare le funzionalità irrigue e di scolo. Interventi quali la realizzazione di una nuova strada o nuove urbanizzazioni possono incidere su tale sistema idraulico minore con modalità non sempre controllabili ed assoggettabili a verifiche ed autorizzazioni. Il Consorzio della Bonifica Burana evidenzia che non sempre i nuovi interventi vengono realizzati garantendo continuità idraulica della rete superficiale. Tale aspetto, pertanto, determina una criticità sia per l'irrigazione, che per la sicurezza idraulica dei territori.

Elementi di criticità della rete sono inoltre rappresentati dalla difficoltà di eseguire le operazioni di manutenzione sia ordinaria che straordinaria a causa del non rispetto, non chiarezza o inadeguatezza delle fasce di rispetto dei canali. Il Consorzio di Bonifica evidenzia che spesso, a causa della vicinanza dei canali alla viabilità stradale, è necessario eseguire con modalità a carattere straordinario operazioni di manutenzione ordinaria, a causa del ridotto spazio a disposizione. A tale proposito si ritiene utile richiamare alcune normative vigenti in merito alla tutela fisica ed alle "fasce di transito e di rispetto idraulico" dei canali e dei corsi d'acqua quali l'art. 96 del R.D. n.523 del 25/07/1904 e, per i Consorzi di Bonifica, gli art. 132 e seguenti del R.D. n.368 del 8/05/1904.

Criticità del reticolo di bonifica sono inoltre legate ad interventi antropici non adeguati, quali ad esempio l'inadeguatezza di attraversamenti e tombamenti di canali.

Sofferenze idrauliche quantitative sono inoltre dovute alle alterazioni nell'assetto e nella morfologia idraulica che i canali hanno subito in epoche precedenti e che oggi faticano a sostenere l'impatto delle variazioni climatiche che sempre più spesso si manifestano con frequenza e modalità inusuali nei territori. A tale proposito nel mese di febbraio 2021 è stata effettuata la verifica di funzionalità del Diversivo Martiniana (che si può annoverare tra le opere di valenza storica per la sicurezza idraulica della Città e del bacino del Canale Naviglio) sul nodo idraulico del Canale di Corlo, con esito positivo. Pertanto, il livello di sicurezza idraulica per la frazione di Baggiovara e a valle per la Città e in generale per il bacino del Canale Naviglio risulta migliorato.

Le criticità sopracitate possono incidere anche sulla sicurezza idraulica del territorio (si veda il Capitolo 6).

3.3 ASPETTI QUALITATIVI DELLE ACQUE SUPERFICIALI

Il primo ciclo di monitoraggio dello stato di qualità dei corpi idrici della regione Emilia-Romagna, condotto in attuazione della Direttiva 2000/60/CE (di seguito DQA) recepita nell'ordinamento italiano col D.Lgs. 152/2006 e successivi decreti attuativi, fra i quali si segnala il DM 260/2010 (per la classificazione dei corpi idrici) e il D.Lgs. 172/2015 (recepimento della Direttiva 2013/39/CE che modifica la DQA per quanto riguarda le sostanze prioritarie), ha condotto alla definizione di un quadro conoscitivo dello stato dei corpi idrici della regione Emilia-Romagna aggiornato al 2013, pubblicato con DGR 1781/2015 e recepito nel secondo Piano di Gestione del distretto idrografico del Fiume Po adottato nel 2015 (PdG Po 2015 o PdG Acque) (<https://pianoacque.adbpo.it/piano-di-gestione-2015/>). Con l'aggiornamento del PdG nel 2015, la Regione, per la propria realtà territoriale, oltre ad aver aggiornato il quadro conoscitivo ambientale, ha valutato le misure di risanamento necessarie e ha aggiornato le reti monitoraggio. I materiali prodotti, formalmente deliberati con DGR 2067/2015 e 1781/2015, in aggiornamento della DGR 350/2010, sono entrati come parte integrante nel PdG Po 2015-2021.

Nel dicembre 2018 è stato avviato il processo di riesame e aggiornamento del Piano di Gestione Acque vigente il cui iter è previsto concludersi a dicembre 2021 con l'adozione del terzo PdG Po 2021. Nel dicembre 2020 è stato pubblicato il *Progetto di Piano di gestione del distretto idrografico del fiume Po 2021 (Piano Acque)* (<https://pianoacque.adbpo.it/progetto-di-piano-di-gestione-2021/>). Il quadro descritto per il PdG Po 2021 è riferito al sessennio di monitoraggio 2014-2019, quest'ultimo organizzato in due cicli di monitoraggio triennali 2014-2016 e 2017-2019. La qualità delle acque superficiali fluviali viene infatti definita attraverso un programma di controlli triennali o sessennali, in cui vengono determinati parametri biologici e chimici, che concorrono alla valutazione dello Stato Ecologico e Chimico delle acque. Sulla base dei risultati di ogni triennio viene aggiornata la valutazione dello Stato Ecologico e dello Stato Chimico dei corpi idrici regionali.

Nel programma di misure (art. 11 della DQA) del PdG Po sono contenute tutte le misure necessarie a raggiungere gli obiettivi ambientali fissati dalla DQA (art. 4), per tutte le tipologie di corpi idrici che ricadono nel distretto (acque superficiali interne, acque di transizione, acque marino-costiere e acque sotterranee). La verifica di tali traguardi e, quindi, dell'efficacia delle misure, da applicarsi entro i tre cicli di pianificazione previsti del PdG Acque, avviene attraverso i seguenti obiettivi:

1. non deteriorare lo stato dei corpi idrici;
2. raggiungere, entro i termini 2015, 2021 e 2027, il buono stato per tutti i corpi idrici del distretto.

Di seguito si riportano estratti di due report ARPAE² che, in sintesi, illustrano l'analisi del monitoraggio chimico realizzato sui corpi idrici della rete di qualità ambientale afferente alla provincia di Modena per l'anno 2016 e, a livello regionale, l'aggiornamento della valutazione dello Stato Ecologico e dello Stato Chimico dei corpi idrici relativo al triennio 2014-16.

Vengono inoltre presentate alcune mappe di sintesi estratte dell'*Elaborato 4 - Mappa delle reti di monitoraggio e rappresentazione cartografica dello stato delle acque superficiali e sotterranee* del Progetto di Piano di Gestione del distretto idrografico del Fiume Po 2021, il quale ricostruisce il quadro conoscitivo aggiornato dello stato dei corpi idrici del distretto riferito al sessennio 2014-2019. I dati presentati nel suddetto Progetto di PdG Po possono essere oggetto di ulteriori verifiche e modifiche in seguito ad alcuni approfondimenti tuttora in corso per garantire, in via prioritaria, la massima armonizzazione a scala distrettuale dei risultati dei monitoraggi regionali ed il recepimento di eventuali contributi che potranno emergere dalla fase di consultazione avviata.

Come precedentemente accennato, il monitoraggio dei corsi d'acqua è programmato, attraverso cicli triennali, per rispondere all'esigenza di classificare i corpi idrici secondo lo schema introdotto dalla Direttiva 2000/60/CE, sulla base della valutazione dello Stato Ecologico e dello Stato Chimico (Figura 8).

Il concetto base della Direttiva 2000/60/CE e del D.Lgs.152/06, è che il fiume va considerato come un organismo vivo e proprio in quest'ottica è importante che sia rispettato e tutelato l'ecosistema idrico nel suo complesso, a livello di macro e microhabitat, garantendone un adeguato grado di diversità ambientale e biologica.

Non deve essere garantita la sola buona qualità fisico-chimica, ma risulta importante il mantenimento della varietà morfologica del corso d'acqua (pozze, raschi, meandri ecc.), al fine di preservare gli habitat per la fauna e la flora acquatica, garantendo il corretto funzionamento dei cicli biologici.

² I report ARPAE ai quali ci si riferisce sono “*La qualità delle acque superficiali in provincia di Modena – Anno 2016*” e “*Valutazione dello stato delle acque superficiali fluviali 2014-2016*” rispettivamente scaricabili ai seguenti link:

https://www.arpae.it/elenchi_dinamici.asp?tipo=tec_acqua&idlivello=1802

https://www.arpae.it/report_ambientali_full.asp?idlivello=1705&tipo_elenco=rep_ambientale&idmateria=2

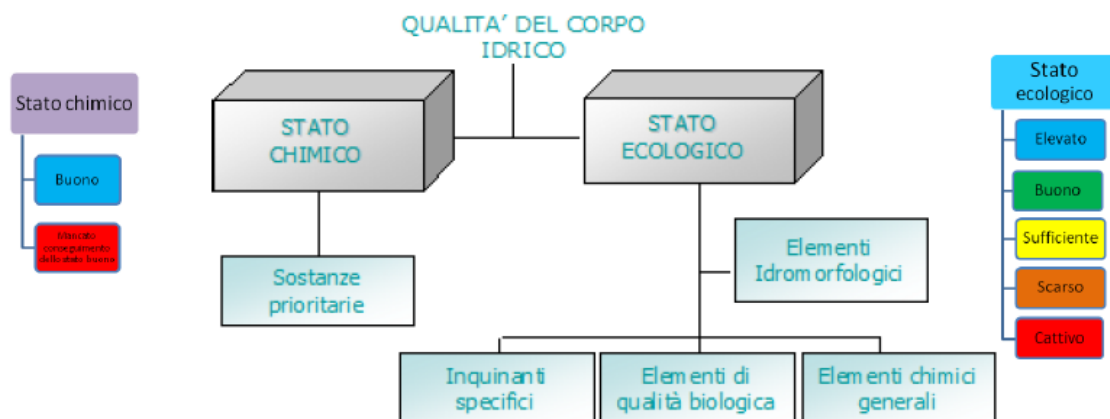


Figura 8 – Schema di classificazione dello stato di qualità dei corpi idrici superficiali (Fonte: figura 1 del report ARPAE “Valutazione dello stato delle acque superficiali fluviali 2014-2016”).

La valutazione dello Stato Ecologico dei corsi d’acqua è basata sul monitoraggio di alcune comunità biologiche acquatiche (diatomee, macrofite, macroinvertebrati, fauna ittica), con il supporto fornito dalla valutazione degli elementi chimici e idromorfologici che concorrono all’alterazione dell’ecosistema acquatico. Gli elementi chimici a sostegno dello Stato Ecologico comprendono:

- i parametri fisico-chimici di base elaborati attraverso il calcolo dell’indice LIMeco - Livello di Inquinamento da Macrodescrittori per lo stato Ecologico - (DM 260/2010, All.1);
- inquinanti specifici non prioritari, normati dal DM 260/10 (aggiornato dal D.Lgs 172/2015) in Tabella 1/B, per i quali sono da rispettare i previsti Standard di Qualità Ambientale espressi come concentrazione media annua (SQA-MA).

Lo Stato Ecologico viene espresso in cinque classi di qualità (elevato, buono, sufficiente, scarso e cattivo) ad ognuna delle quali è associato un colore ed un giudizio. Per “stato elevato” si intende una pressione antropica nulla o molto ridotta, per “buono stato” si intende una leggera deviazione da tale condizione, “stato sufficiente” sta a indicare una deviazione moderata, e via dicendo. Esse rispecchiano il progressivo allontanamento rispetto a condizioni di riferimento naturali e inalterate da attività antropica.

Lo Stato Chimico è determinato a partire dall’elenco di sostanze considerate prioritarie a scala europea, normato dal DM 260/2010 (aggiornato dal D.Lgs 172/2015) in Tab.1/A, per le quali sono da rispettare i previsti Standard di Qualità Ambientale espressi come concentrazione media annua (SQA-MA) e, dove previsti, come concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA). La classe di Stato Chimico è espressa da due classi di qualità: “buono” e “mancato conseguimento dello stato buono”, rappresentate rispettivamente in colore blu e in colore rosso.

Con la DGR 2067/2015 nel territorio regionale sono individuati 739 corpi idrici fluviali, suddivisi tra 581 naturali e 157 artificiali. La rete di monitoraggio regionale è composta da 200 stazioni (Figura 9).

Nella provincia di Modena sono presenti due reti di controllo delle acque superficiali gestite da ARPAE: la rete di qualità ambientale, che interessa varie stazioni sul Secchia e Panaro, dalle sorgenti alla foce, oltre ad alcuni immissari significativi e la rete funzionale per la verifica della conformità delle acque alla vita dei pesci nei tratti ad essa designati, costituita da otto stazioni di monitoraggio.

La Figura 10 mostra i corpi idrici fluviali (PdG 2015) e le stazioni della rete di monitoraggio nel comune di Modena e limitrofi. Si notano la stazione sul Fiume Panaro a Ponte S. Ambrogio, quelle sul Torrente Tiepido a Portile, sul Naviglio a Bomporto, sul Secchia a Rubiera e sulla Fossa di Spezzano a Magreta.

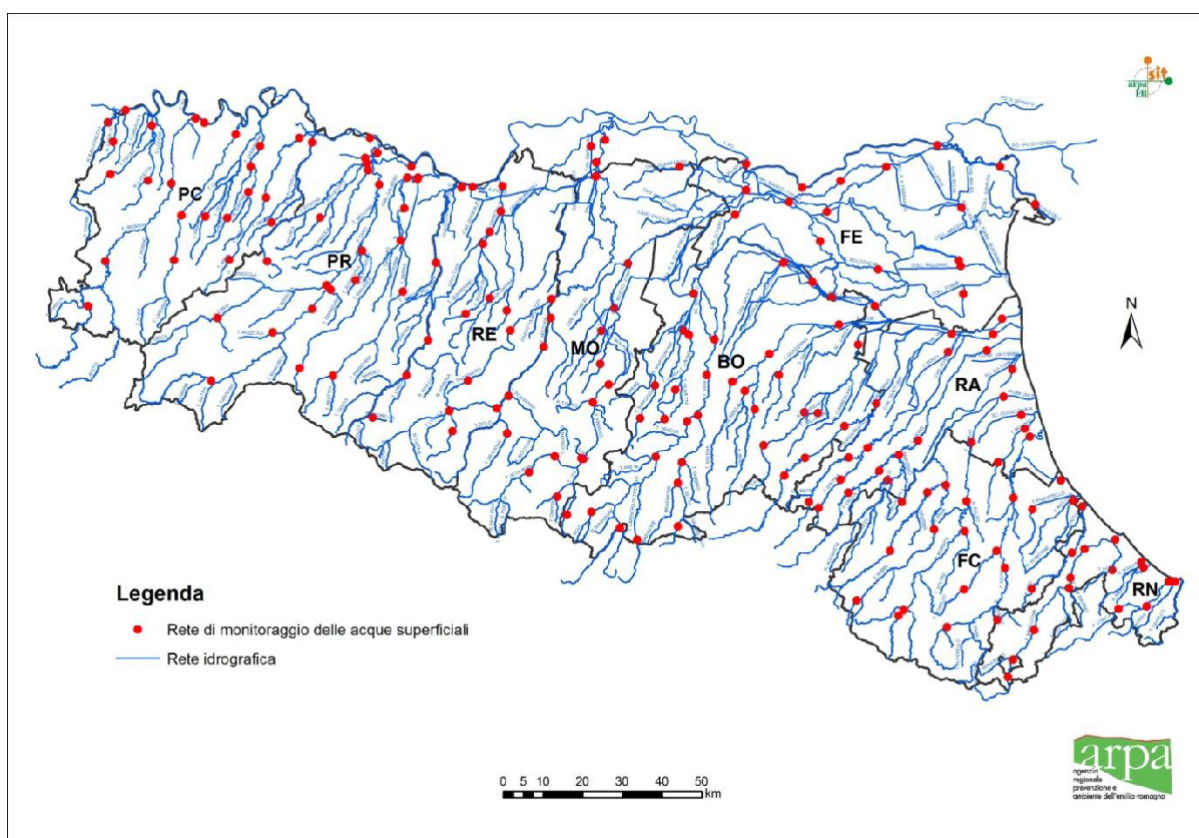


Figura 9 - Rete di monitoraggio dei corsi d'acqua della Regione Emilia-Romagna DGR 2067/2015 (Fonte: figura 2 del report ARPAE "Valutazione dello stato delle acque superficiali fluviali 2014-2016").

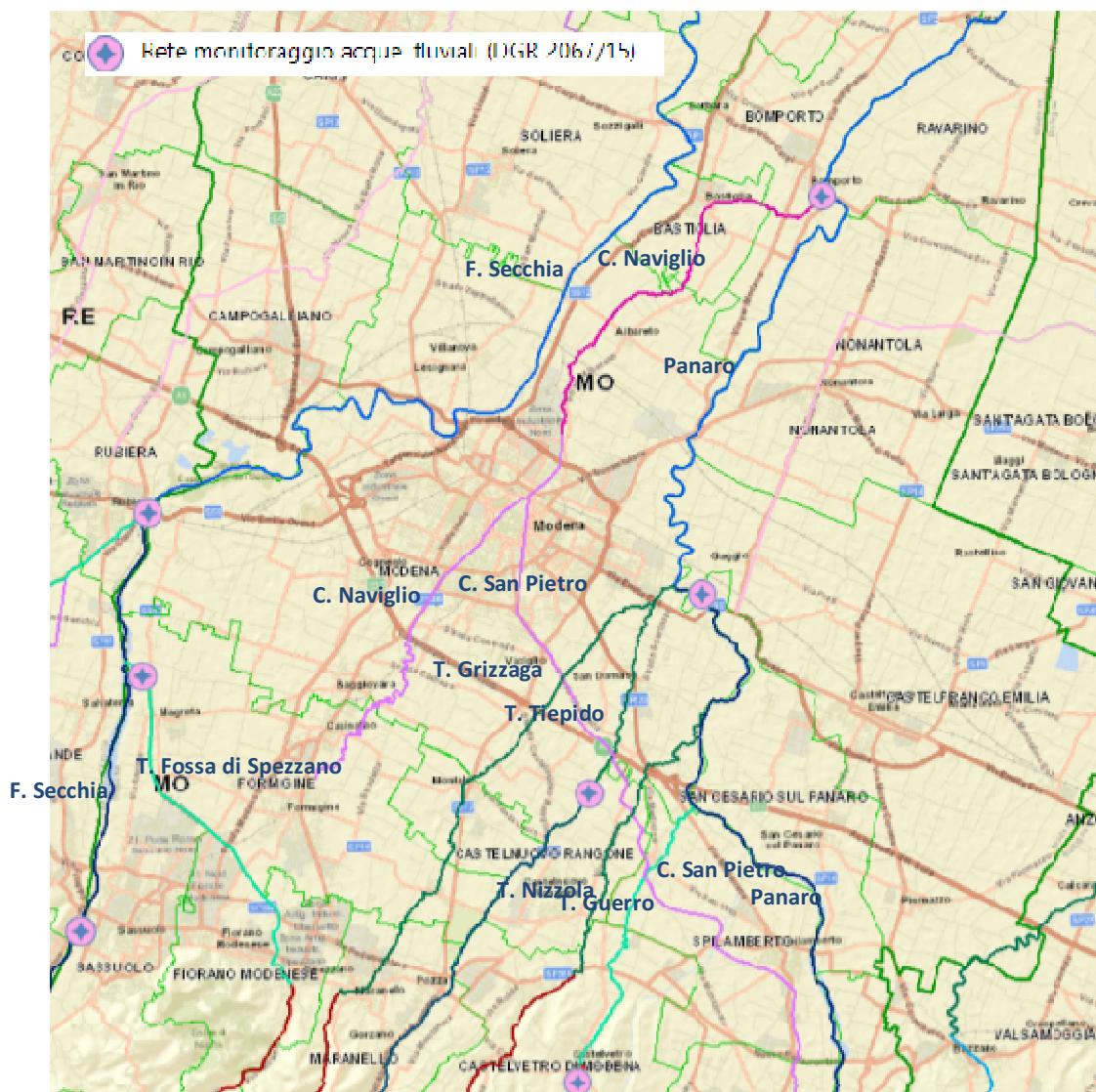


Figura 10 - Rete di monitoraggio acque fluviali (DGR 2067/2015). Sono inoltre visualizzati i corpi idrici fluviali di cui al PdG 2015 - Fonte: <https://www.arpae.it/cartografia/>.

In Tabella 1 si riporta un estratto della sintesi dei risultati del monitoraggio eseguito ai fini della classificazione dello Stato Ecologico da parte di ARPAE nel triennio 2014-16 sulla rete regionale dei corpi idrici fluviali.

A scala di bacino, lo stato qualitativo complessivo del Fiume Panaro, risulta buono fino alla chiusura del bacino montano (Marano), per poi scadere in classe sufficiente alla confluenza con il Po (Bondeno) e nel Torrente Tiepido a Portile. Ne fa eccezione la stazione di Renno sul Torrente Scoltenna, che si classifica in qualità sufficiente; in questo caso il fattore limitante è dato dal

monitoraggio delle macrofite acquatiche. In qualità scarsa risultano le stazioni S. Ambrogio sull'asta principale e il Torrente Guerro a Castelvetro. Il canale Naviglio, recettore del depuratore dell'agglomerato di Modena-Formigine risulta di qualità cattiva. Peggiora risulta la qualità del Fiume Secchia. In stato buono risultano le stazioni poste sul torrente Dragone e sull'asta principale a Rubiera e Quistello; queste ultime due stazioni vengono classificate solamente con gli elementi chimici. Sufficienti risultano il Secchia a Sassuolo e il cavo Lama, mentre di qualità scarsa risultano il canale Emissario e il Cavo Parmigiana Moglia.

In Tabella 2 si riporta un estratto della sintesi dei risultati del monitoraggio eseguito ai fini della classificazione dello Stato Chimico da parte di ARPAE nel triennio 2014-16 sulla rete regionale dei corpi idrici fluviali. Per tutte le stazioni mostrate lo stato chimico risulta buono.

Tabella 1 - Valutazione dello Stato Ecologico delle stazioni della rete regionale delle acque superficiali fluviali per il triennio 2014 – 2016 (Fonte: estratto della Tabella 14 del report ARPAE "Valutazione dello stato delle acque superficiali fluviali 2014-2016").

ANAGRAFICHE					ELEMENTI CHIMICI A SUPPORTO		ELEMENTI BIOLOGICI EOR medio 2014-16			STATO ECOLOGICO 2014-16	Livello confidenza
PROV	Codice	Asta	Toponimo	Caratteri	LIMeco 2014-16	Inquin. specifici Tab 1/B	MACRO BENTHOS STAR_ICMI	DIATOMEI ICMI	MACROFITE IBMR		
MO	01201400	F. Secchia	Ponte di Rubiera	6 SS 3 F-10-R	0.75	ELEVATO				SUFFICIENTE	basso
MO	01201500	F. Secchia	Quistello	6 SS 4 D-10-R	0.55	ELEVATO				SUFFICIENTE	basso
MO	01201550	Cavo Lama	Cavo Lama	6IA2-R	0.35	SUFFICIENTE				SUFFICIENTE	basso
MO	01201600	C. Parmigiana Moglia	C. Parmigiana Moglia	6IA3-R	0.30	SUFFICIENTE				SCARSO	alto
MO	01201700	Can. Emissario	Canale Emissario	6IA3-R	0.20	SUFFICIENTE				SCARSO	alto
MO	01220150	T. Scoltenna	Ponte di Strettara	10 SS 2 N-*	0.98		0.878	0.903	0.84	BUONO	alto
MO	01220230	T. Scoltenna	Renno	10 SS 2 N-P-fm	1.00		0.821	0.904	0.75	SUFFICIENTE	medio
MO	01220270	T. Ospitale	Due Ponti di Fanano	10 SS 1 N-*	1.00		0.964	0.983	0.97	BUONO	alto
BO	01220400	T. Dardagna	Corno alle Scale	10 SS 2 N-*	0.91		0.896	0.976	1.02	BUONO	alto
MO	01220500	T. Lerna	Torrente Lerna	10 IN 7 N-R	0.84		0.883	0.998	0.90	BUONO	alto
MO	01220600	F. Panaro	Ponte Chiozzo	10 SS 3 N-*	1.00		0.787	0.958	0.98	BUONO	alto
MO	01220850	R. Torto	Rio Torto	10 IN 8 N-*	0.95	ELEVATO	0.750	1.062	0.81	BUONO	alto
MO	01220900	F. Panaro	Ponte di Marano	10 SS 3 N-*	0.91	ELEVATO	0.739	1.020	0.96	BUONO	alto
MO	01221050	T. Guerro	Ponte Castelvetro	10 IN 8 N-*	0.54	ELEVATO	0.480	0.634	0.63	SCARSO	alto
MO	01221100	F. Panaro	Ponticello S. Ambrogio	6 SS 3 F-10-R	0.74	ELEVATO	0.598	0.485	0.85	SUFFICIENTE	medio
MO	01221230	T. Tiepido	T. Tiepido a Portile	6 IN 7 D-10-P	0.72	ELEVATO	0.505	0.756	0.71	SUFFICIENTE	alto
MO	01221450	Can. Naviglio	Darsena Bomporto	6IA3-R	0.08	BUONO				CATTIVO	alto
MO	01221600	F. Panaro	Ponte Bondeno	6 SS 4 D-10-R-fm	0.44	BUONO				SUFFICIENTE	basso
MO	01200670	T. Dragone	Ponte per Savoniero	10 SS 2 N-*	0.98		0.856	0.922	0.89	BUONO	alto
RE	01200700	F. Secchia	Lugo	10 SS 3 N-*	0.93	ELEVATO	0.585	1.157	0.90	SUFFICIENTE	medio
MO	01201150	F. Secchia	Pedemontana Sassuolo	6 SS 3 F-10-P-fm	0.87	ELEVATO	0.823	1.091	0.75	SUFFICIENTE	medio
MO	01201200	Fossa Spezzano	Fossa di Spezzano	6 IN 7 F-10-R	0.33	BUONO	0.416	0.292	0.77	SCARSO	alto
RE	01201220	T. Tresinaro	Valle Cigarellino	10 SS 1 N-*	0.31		0.613	0.468	0.86	SCARSO	alto
RE	01201250	T. Tresinaro	Scandiano	10 SS 2 N-P	0.71	ELEVATO	0.476	0.526	0.76	SCARSO	basso

Tabella 2 - Valutazione dello Stato Chimico delle stazioni della rete regionale delle acque superficiali fluviali per il triennio 2014 - 2016 (Fonte: estratto della Tabella 17 del report ARPAE “Valutazione dello stato delle acque superficiali fluviali 2014-2016”).

Prov	Codice	Asta	Toponimo	Profilo analitico	Campioni 2014	STATO CHIMICO 2014	Campioni 2015	STATO CHIMICO 2015	Campioni 2016	STATO CHIMICO 2016	Superamenti SQA Dlg 172/15 2016	STATO CHIMICO 2014-2016	Livello di confidenza
MO	01201550	Cavo Lama	Cavo Lama	1+2	8	BUONO	8	BUONO	7	BUONO		BUONO	A
MO	01201600	C. Parmigiana Moglia	C. Parmigiana Moglia	1+2+3	8	BUONO	8	BUONO	8	BUONO	Nichel MA 5	BUONO	M
MO	01201700	Can. Emissario	Canale Emissario	1+2+3	8	BUONO	8	BUONO	8	BUONO		BUONO	A
MO	01220850	R. Torto	Rio Torto	1+2	4	BUONO	-		-			BUONO	A
MO	01220900	F. Panaro	Ponte di Marano	1+2	8	BUONO	-		-			BUONO	A
MO	01221050	T. Guerro	Ponte Castelvetro	1+2	-		7	BUONO	8	BUONO	Benzo b fluorantene CMA 0.02	BUONO	M
MO	01221100	F. Panaro	Ponticello S. Ambrogio	1+2	8	BUONO	8	BUONO	8	BUONO		BUONO	A
MO	01221230	T. Tiepido	T.Tiepido a Portile	1+2	8	BUONO	6	BUONO	8	BUONO		BUONO	A
MO	01221450	Can. Naviglio	Darsena Bomporto	1+2	8	BUONO	8	BUONO	8	BUONO		BUONO	A
MO	01221600	F. Panaro	Ponte Bondeno	1+2+3	8	BUONO	8	BUONO	8	BUONO		BUONO	A
FE	02000200	C. Bianco 1 Tronco	Ruina - Ro Ferrarese	1+2	8	BUONO	8	BUONO	8	BUONO		BUONO	A
FE	02000250	C. Cittadino Naviglio	Ponte a valle di Coccanelle	1+2	-		11	BUONO	8	BUONO		BUONO	A
FE	02000300	C.Bianco 2 Tronco	Ponte s.s. Romea	1+2+3	8	BUONO	8	BUONO	8	BUONO		BUONO	A
FE	04000200	Po Di Volano	Codigoro (Ponte Varano)	1+2+3	8	BUONO	8	BUONO	8	BUONO	Nichel MA 6	BUONO	M
FE	05000200	Can. Quarantoli	Passo dei Rossi Mirandola	1+2	8	BUONO	8	BUONO	8	BUONO		BUONO	A
FE	05000600	Can. Burana-Navig.	Cassana - Ferrara	1+2	8	BUONO	8	BUONO	8	BUONO		BUONO	A
FE	05000900	Can. Di Cento	Casumaro - Cento	1+2	8	BUONO	8	BUONO	8	BUONO	Nichel MA 9 CMA 47	BUONO	M
FE	05001100	Po Di Primaro	Ponte Gaibanella S. Egidio	1+2	8	BUONO	8	BUONO	8	BUONO		BUONO	A
FE	05001200	Can. Burana-Navig.	Passerella Focormorto - FE	1+2	8	BUONO	8	BUONO	8	BUONO		BUONO	A
FE	05001400	Can. Burana-Navig.	A monte chiusa valle Lepri	1+2+3	8	BUONO	8	BUONO	8	BUONO		BUONO	A
MO	01201150	F. Secchia	Pedemontana Sassuolo	1+2	8	BUONO	8	BUONO	8	BUONO		BUONO	A
MO	01201200	Fossa Spezzano	Fossa di Spezzano	1+2	8	BUONO	8	BUONO	8	BUONO		BUONO	A
RE	01201250	T. Tresinaro	Scandiano	1+2	-		8	BUONO	7	BUONO		BUONO	A
MO	01201400	F. Secchia	Ponte di Rubiera	1+2	8	BUONO	7	BUONO	7	BUONO		BUONO	A
MO	01201500	F. Secchia	Quistello	1+2+3	8	BUONO	8	BUONO	8	BUONO		BUONO	A

Si riportano infine estratti cartografici del più recente Progetto PdG Po 2021 (Figura 11 e Figura 12). Esse forniscono un sostanziale aggiornamento della classificazione dello stato dei corpi idrici del distretto padano riferito al sessennio 2014-2019, tenuto conto delle novità introdotte per lo stato chimico dei corpi idrici superficiali e di tutte le nuove linee guida SNPA e ministeriali per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

Come si osserva i corsi d'acqua che interessano il territorio comunale sono caratterizzati da uno stato ecologico “sufficiente” o “scarso”, ad eccezione del Naviglio a valle del depuratore che risulta “cattivo”. Lo stato chimico per tutti i corsi d'acqua risulta invece essere “buono”.

Gli elementi che influiscono sullo stato ecologico dei corsi d'acqua in Provincia di Modena, sono riconducibili ad elementi di pressione antropica di tipo qualitativo (scarichi fognari, scarichi industriali e carichi derivanti dall'agricoltura), ma anche di tipo quantitativo (prelievi idrici irrigui, industriali, civili e derivazione di impianti idroelettrici). Anche le alterazioni morfologiche, tra cui le opere trasversali (briglie, soglie dighe, ecc) e la movimentazione del materiale alluvionale nei corsi d'acqua (passati e recenti), influenzano in maniera più o meno significativa lo stato ecosistemico dei corsi d'acqua.

Nel territorio modenese, così come nella maggior parte della pianura emiliano-romagnola, i principali fattori di pressione sono riconducibili a carichi di sostanze organiche, oltre che di nutrienti (azoto e fosforo), generati dal settore civile, industriale e zootecnico, nonché gli apporti al suolo di origine naturale (ricadute atmosferiche e suoli incolti).

Un altro elemento di pressione indotto dal sistema fognario depurativo è rappresentato dagli scolmatori di piena, manufatti funzionali ad impedire sovrappressioni nella fognatura di valle, che possono originare rigurgiti e allagamenti. Le acque in eccesso, miste ai liquami civili e industriali che afferiscono alla rete, vengono quindi recapitate ad un corpo idrico superficiale.

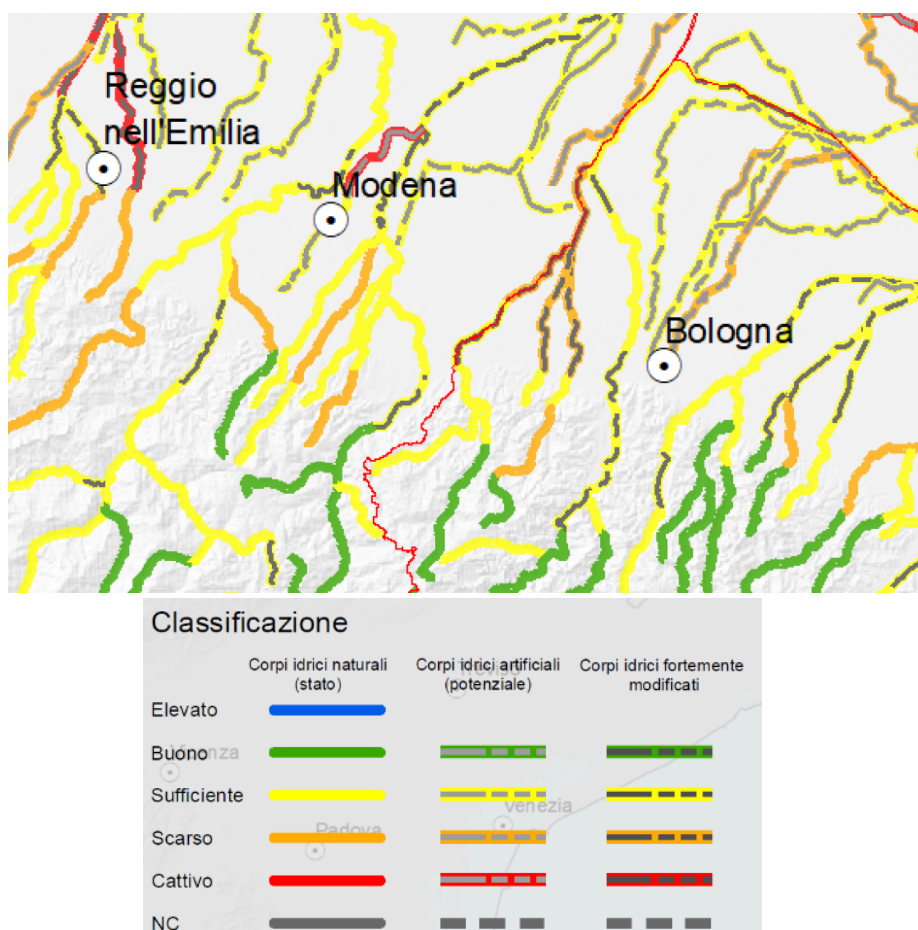


Figura 11 – Estratto Tavola 4.3 “Corpi idrici Fluviali - Stato ecologico o Potenziale ecologico” dell’elaborato “Mappa delle reti di monitoraggio e rappresentazione cartografica dello stato delle acque superficiali e sotterranee” del Progetto di PdG Po 2021.

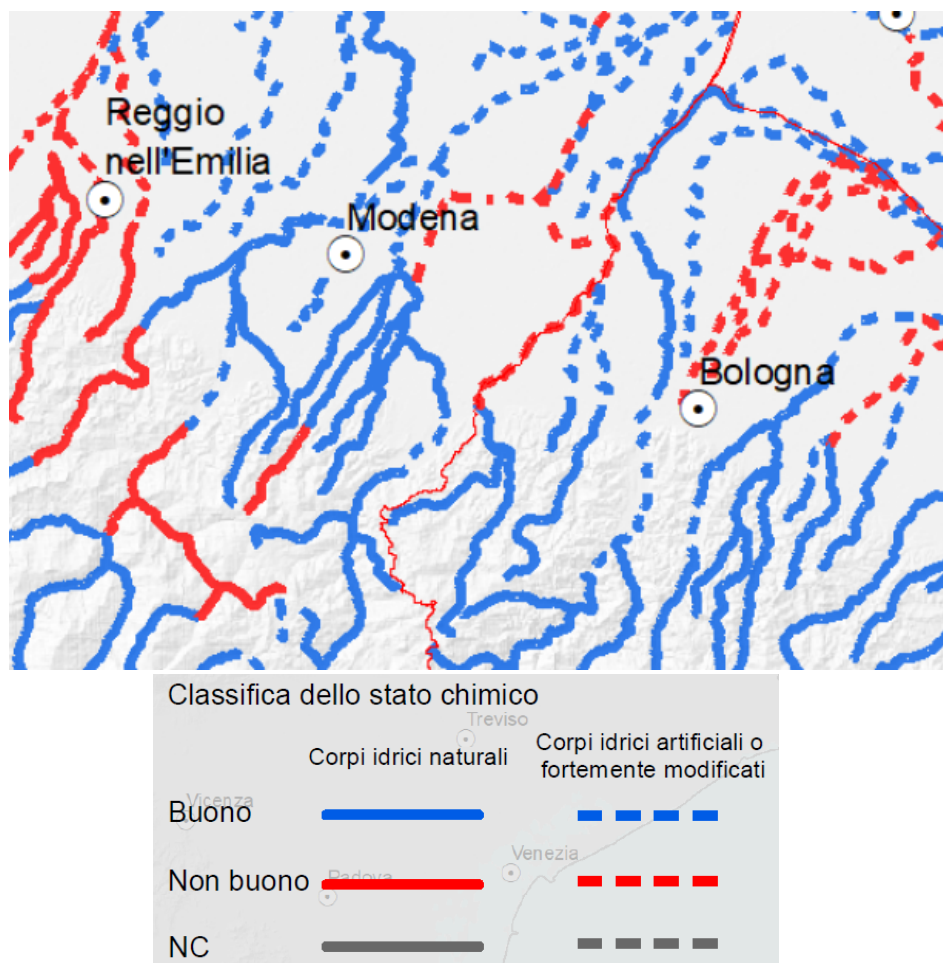


Figura 12 - Estratto Tavola 4.4 “Corpi idrici Fluviali - Stato chimico” dell’elaborato “Mappa delle reti di monitoraggio e rappresentazione cartografica dello stato delle acque superficiali e sotterranee” del Progetto di PdG Po 2021.

4. CORPI IDRICI SOTTERRANEI

4.1 INDIVIDUAZIONE E CLASSIFICAZIONE

Il D. Lgs 30/2009, recependo le direttive 2000/60/CE e 2006/118/CE, modifica contestualmente il D.Lgs 152/2006 per quanto attiene la caratterizzazione e l'individuazione dei corpi idrici sotterranei, stabilisce i valori soglia e gli standard di qualità per definire il buono stato chimico delle acque sotterranee, definisce i criteri per il monitoraggio quantitativo e per la classificazione dei corpi idrici sotterranei o dei raggruppamenti degli stessi.

A livello regionale, sulla base dei criteri dettati dal D.Lgs. 30/2009 e delle informazioni disponibili nel quadro conoscitivo del Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Emilia-Romagna (2005), è stato possibile individuare e delimitare i nuovi corpi idrici sotterranei ai sensi delle Direttive 2000/60/CE e 2006/118/CE. In particolare sono stati individuati e caratterizzati i nuovi corpi idrici sotterranei partendo dai complessi idrogeologici per arrivare agli acquiferi, tenendo conto dell'omogeneità dello stato chimico e quantitativo oltre che degli impatti determinati dalle pressioni antropiche. Gli acquiferi di pianura sono stati distinti con la profondità anche in funzione delle pressioni antropiche e degli impatti, mentre risultano completamente nuovi al monitoraggio i corpi idrici freatici di pianura e quelli montani.

La Regione Emilia-Romagna, con D.G.R. 350/2010, ha approvato i nuovi corpi idrici sotterranei, la rete e il programma di monitoraggio ambientale per il periodo 2010 – 2015, aggiornato successivamente per il periodo 2016-2021.

Nel corso dell'anno 2015 la Regione Emilia-Romagna ha aggiornato il quadro conoscitivo ambientale, ha valutato le misure di risanamento necessarie, revisionando i corpi idrici sotterranei. Sono state inoltre aggiornate le reti di monitoraggio al fine di contribuire, in stretto coordinamento con le Autorità di Distretto Idrografico competenti, alla redazione del secondo Piano di Gestione che ha validità 2015-2021. La documentazione prodotta, formalmente deliberata con le DGR n. 1781 e n. 2067 del 2015, comprende: il quadro conoscitivo ambientale aggiornato, lo stato dei nuovi corpi idrici aggiornato al 2013, lo stato di rischio di non raggiungimento degli obiettivi di qualità e le misure di risanamento utili al miglioramento: misure da attuare nel sessennio 2015-2021.

In Tabella 3 viene riportato il numero di corpi idrici per tipologia di complessi idrogeologici, sub complessi e acquiferi individuati a scala regionale, individuati nella DGR 350/2010.

In Emilia-Romagna sono presenti i seguenti complessi idrogeologici:

- alluvioni delle depressioni quaternarie (DQ);

- formazioni detritiche degli altipiani plio-quadernarie (DET);
- alluvioni vallive (AV);
- acquiferi locali (LOC).

I DQ sono caratteristici della pianura alluvionale, ovvero costituiti dall'acquifero freatico di pianura, dalle conoidi alluvionali e dalle piane alluvionali appenniniche e padane. I DET sono rappresentati dalle conoidi montane e dalle spiagge appenniniche, rappresentate dalla formazione "sabbie gialle", che testimoniano le conoidi alluvionali antiche incorporate nel sollevamento della catena appenninica. Le AV sono rappresentate dai depositi alluvionali presenti nelle vallate appenniniche nella porzione montana del territorio. I LOC, pur definiti acquiferi locali, sono i complessi idrogeologici ubicati nella porzione montana del territorio. Relativamente ai Depositi Quaternari sono state individuate diverse tipologie di acquifero, in particolare vi è stata la distinzione tra gli acquiferi liberi da quelli confinati, e per questi ultimi una distinzione sulla verticale tra un gruppo definito confinato superiore da un altro gruppo definito confinato inferiore.

Tabella 3 - Elenco dei complessi idrogeologici, subcomplessi, acquiferi individuati a livello regionale e per ciascuno il numero di corpi idrici sotterranei. Fonte: Tabella 6.3 dell'Allegato 2 della DGR 350/2010.

Complesso Idrogeologico	Sub-complesso Idrogeologico	Tipo Acquifero	Acquifero	Numero Corpi Idrici
DQ	DQ1	DQ1.1	Acquifero freatico di pianura	2
			Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	29
	DQ2	DQ2.1	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	31
			Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	26
			Pianura Alluvionale Appenninica - acquiferi confinati superiori	1
			Pianura Alluvionale Appenninica e Padana - acquiferi confinati superiori	1
			Pianura Alluvionale Padana - acquiferi confinati superiori	1
			Pianura Alluvionale Appenninica e Padana Costiera - acquiferi confinati	1
			Pianura Alluvionale - acquiferi confinati inferiori	1
DET	DET1	DET1.2	Conoidi montane e spiagge appenniniche (sabbie gialle)	2
AV	AV2	AV2.1	Depositi delle vallate appenniniche	1
LOC	LOC1	LOC1.1	Corpo idrico montano	2
		LOC1.2	Corpo idrico montano	31
	LOC3	LOC3.1	Corpo idrico montano	15
Totale				144

La rappresentazione grafica dei corpi idrici sotterranei dell'Emilia Romagna (Figura 13, Figura 14, Figura 15) è estratta dall'Allegato 5 della DGR 1781/2015. In particolare, i corpi idrici sono raggruppati per tipologia di acquifero nel seguente modo:

- acquifero freatico di pianura;
- conoidi alluvionali appenniniche-acquifero libero, acquiferi confinati superiori, acquiferi montani;
- acquiferi confinati inferiori (sono rappresentate anche le porzioni libere più profonde della porzione di conoide con acquifero libero).

In Figura 13 sono rappresentati i due corpi idrici freatici di pianura, quello fluviale e quello costiero. Entrambi sovrastano tutta la porzione di pianura del territorio regionale per uno spessore che al massimo raggiunge i 10-15 metri.

In Figura 14 sono schematizzati i corpi idrici profondi di pianura, coincidenti con le porzioni libere delle conoidi alluvionali, le porzioni confinate superiori delle conoidi alluvionali e dei corpi idrici di pianura alluvionale. Sono riportati anche i corpi idrici montani e le alluvioni vallive. Sono cartografate inoltre le conoidi montane e le sabbie gialle che insieme costituiscono due corpi idrici di cui il primo è costituito dalle unità cartografate nella porzione occidentale (da Piacenza a Modena) e il secondo nella porzione orientale (da Bologna a Rimini). I corpi idrici così raggruppati appartengono tutti al sistema superficiale (superiore) dei corpi idrici sotterranei.

In Figura 15 sono schematizzati i corpi idrici della pianura, coincidenti con le porzioni confinate inferiori delle conoidi alluvionali e del corpo idrico di pianura alluvionale. I corpi idrici così raggruppati appartengono tutti al sistema profondo (inferiore) dei corpi idrici sotterranei.

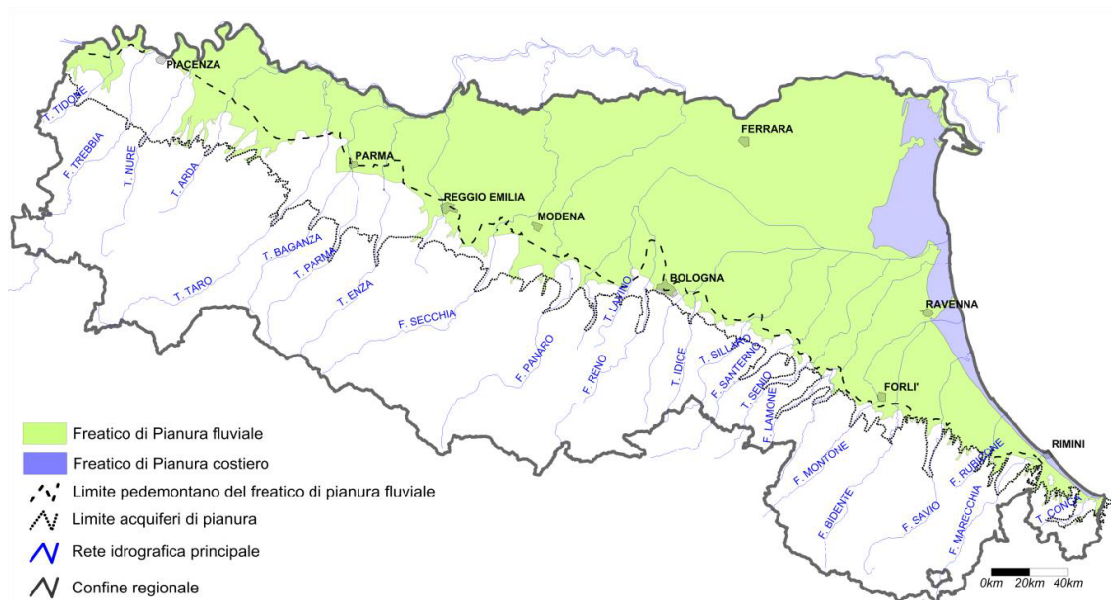


Figura 13 - Corpi idrici sotterranei freatici di pianura. Fonte: figura 1.1: Corpi idrici sotterranei freatici di pianura dell'Allegato 5 - DGR 1781/2015.

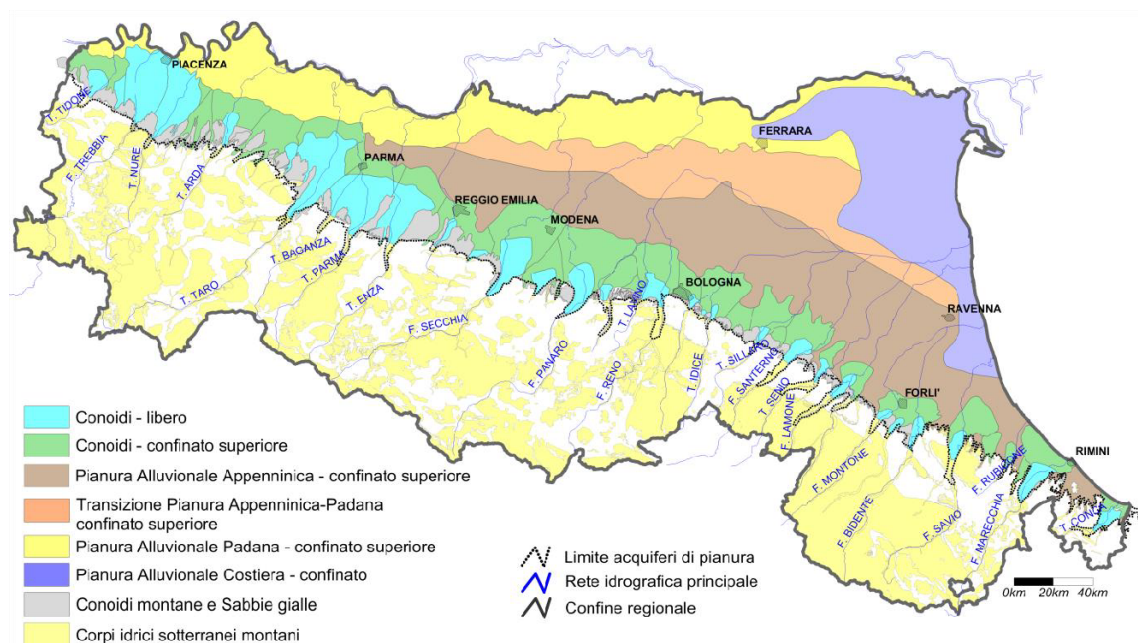


Figura 14 - Corpi idrici sotterranei di montagna, di pianura liberi e confinati superiori. Fonte: figura 1.2 dell'Allegato 5 - DGR 1781/2015.

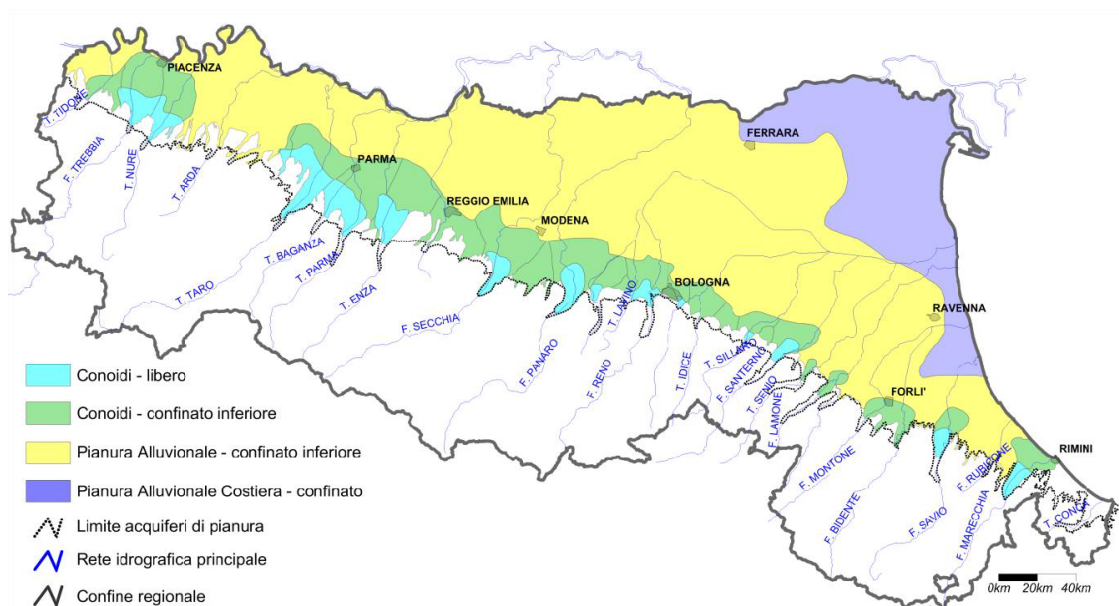


Figura 15 - Figura 1.3: Corpi idrici sotterranei di pianura confinati inferiori. Fonte: figura 1.3 dell'Allegato 5 - DGR 1781/2015.

Il comune di Modena è interessato dai corpi idrici sotterranei riportati in Tabella 4.

Dal punto di vista idrologico, per il comune di Modena risultano di interesse la conoide del Fiume Secchia, la conoide del Fiume Panaro, le conoidi dei torrenti minori (Torrente Tiepido) e la piana alluvionale appenninica.

La conoide del Fiume Secchia, con apice presso Sassuolo, è lunga circa 20 km ed ha una larghezza massima di 14 km con pendenze dallo 0,7% allo 0,3% nella parte terminale; la conoide del Fiume Panaro dall'area apicale di Marano-Vignola, si sviluppa longitudinalmente per 15 km e presenta una larghezza al fronte di 8 km, la pendenza è pressoché coincidente all'altra unità idrogeologica.

Collocate fra le conoidi dei due corpi idrici principali, si individuano le conoidi della rete idrografica minore: Torrente Fossa di Spezzano, Torrente Tiepido, Torrente Guerro, Torrente Nizzola, Torrente Grizzaga, con contenuti ridotti di ghiaie, intercalate da abbondanti matrici limose che condizionano sensibilmente la trasmissività dell'acquifero. Oltre il fronte delle conoidi abbiamo la piana alluvionale delimitata a nord dal Fiume Po. E' caratterizzata da depositi fini o finissimi costituiti da limi e argille, con cordoni sabbiosi disposti parallelamente ai corsi d'acqua, mentre in prossimità del Po le alluvioni si presentano a granulometria grossolana, essendo dovute agli apporti prevalenti del fiume stesso.

Tabella 4 – Acquiferi nel Comune di Modena. Informazioni estratte dal sito <https://www.arpae.it/cartografia/>.

CORPO IDRICO	TIPO ACQUIFERO	ACQUIFERO
Conoide Panaro - confinato superiore	DQ2.1	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero confinato superiore
Conoide Secchia - confinato superiore	DQ2.1	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero confinato superiore
Conoide Secchia - libero	DQ1.1	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero
Conoide Tiepido - confinato superiore	DQ2.1	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero confinato superiore
Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	DQ2.1	Pianura Alluvionale Appenninica - acquifero confinato superiore
Conoide Secchia - confinato inferiore	DQ2.1	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero confinato inferiore
Conoide Tiepido - confinato inferiore	DQ2.1	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero confinato inferiore
Conoide Panaro - confinato inferiore	DQ2.1	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero confinato inferiore
Pianura Alluvionale - confinato inferiore	DQ2.1	Pianura Alluvionale - acquifero confinato inferiore
Freatico di pianura fluviale	DQ1.1	Acquifero freatico di pianura

4.2 LA QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Come già accennato precedentemente, il D. Lgs 30/2009, recependo le direttive 2000/60/CE e 2006/118/CE, modifica contestualmente il D.Lgs 152/2006 per quanto attiene la caratterizzazione e l'individuazione dei corpi idrici sotterranei, stabilisce i valori soglia e gli standard di qualità per definire il buono stato chimico delle acque sotterranee, definisce i criteri per il monitoraggio quantitativo e per la classificazione dei corpi idrici sotterranei o dei raggruppamenti degli stessi.

Dal 2010, in adeguamento al cambiamento normativo, il sistema di monitoraggio è stato modificato. La Regione Emilia-Romagna, con D.G.R. 350/2010, ha definito:

- nuovi corpi idrici sotterranei rispetto a quelli individuati nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia-Romagna, considerando, oltre le conoidi alluvionali appenniniche e le pianure alluvionali appenniniche e padane, anche l'acquifero freatico di pianura e i corpi idrici montani precedentemente non monitorati;
- nuovi programmi di monitoraggio sessennali (2010-2015 e 2016-2021);

- nuovi criteri per la classificazione del buono stato chimico e del buono stato quantitativo, riferiti a ciascun corpo idrico o raggruppamento di corpi idrici.

Ciascun corpo idrico individuato è stato sottoposto all'analisi di rischio che ha permesso di definire i corpi idrici "non a rischio" e quelli "a rischio" di non raggiungere lo stato di qualità buono al 2015, sia in termini quantitativi che qualitativi, definendo inoltre le sostanze chimiche per le quali il corpo idrico è definito a rischio.

La direttiva europea 2000/60/CE prevede il monitoraggio dei corpi idrici per la definizione sia dello stato quantitativo sia di quello chimico, attraverso due apposite reti di monitoraggio. Il primo viene effettuato per fornire una stima affidabile delle risorse idriche disponibili e valutarne la tendenza nel tempo, al fine di verificare se la variabilità della ricarica e il regime dei prelievi risultano sostenibili sul lungo periodo, il secondo per la valutazione dello stato e della tendenza nel tempo delle concentrazioni delle sostanze chimiche.

La Figura 16 mostra un estratto della rete di monitoraggio regionale (fonte: <https://www.arpae.it/cartografia/>) in cui si apprezza la rete ricadente nel comune di Modena. Per dettagli sulla rete di monitoraggio regionale si rimanda ai report ARPAE (https://www.arpae.it/elenchi_dinamici.asp?tipo=tec_acqua&idlivello=1802).

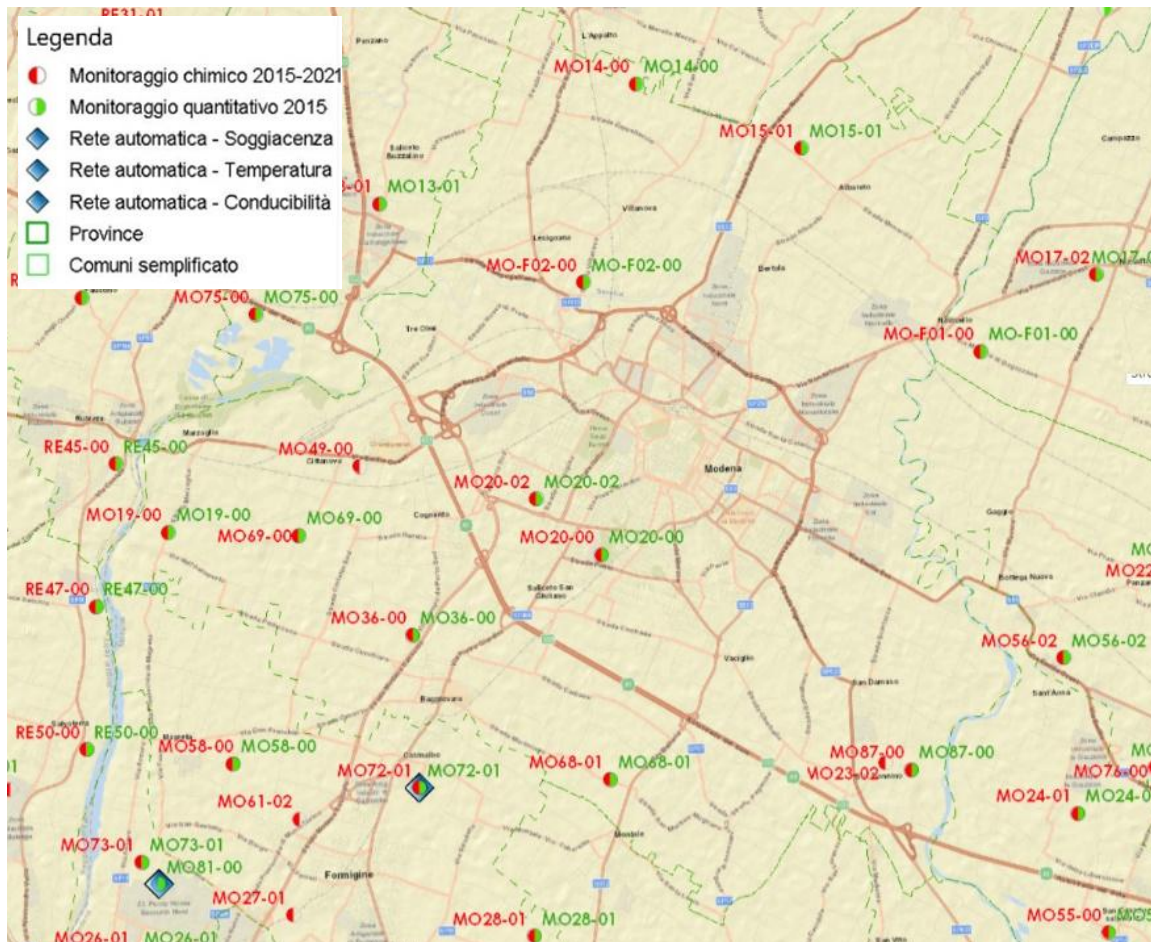


Figura 16 - Rete di monitoraggio DGR 2067/2015 della Regione Emilia Romagna (Fonte: https://www.arpae.it/carto_grafia/).

Stato quantitativo delle acque sotterranee³

L'analisi dell'andamento piezometrico ha la funzione di individuare le zone del territorio sulle quali insiste una criticità ambientale di tipo quantitativo, ovvero le zone nelle quali la disponibilità delle risorse idriche sotterranee è minacciata dal regime dei prelievi e/o dall'alterazione della capacità di ricarica naturale degli acquiferi.

³ Estratto del report di ARPAE "La qualità delle acque sotterranee in Provincia di Modena anno 2016" (https://www.arpae.it/elenchi_dinamici.asp?tipo=tec_acqua&idlivello=1802).

In provincia di Modena i prelievi civili più importanti per quantitativi di acqua emunta risultano ubicati nella porzione centrale della conoide del Panaro con i campi acquiferi di Castelfranco e S. Cesario gestiti da HERA e campo acquifero di Castelfranco gestito da Sorgea. L'ubicazione dei più significativi prelievi acquedottistici annui conferma i consistenti emungimenti di acqua di falda nel territorio ad ovest del centro abitato di Modena, dove insistono i campi acquiferi di Cognento e Marzaglia. Rilevanti risultano anche i prelievi dei pozzi acquedottistici ubicati a Sassuolo e Formigine.

La Tabella 5 riporta la definizione di buono stato quantitativo di un corpo idrico sotterraneo come indicato nella tabella 4 dell'Allegato 3 del D. lgs 30/2009.

Tabella 5 – Definizione di buono stato quantitative delle acque sotterranee (Fonte: tabella 4 dell'Allegato 3 del D. lgs 30/2009).

Elementi	Stato buono
Livello delle acque sotterranee	Il livello/portata di acque sotterranee nel corpo sotterraneo è tale che la media annua dell'estrazione a lungo termine non esaurisca le risorse idriche sotterranee disponibili. Di conseguenza, il livello delle acque sotterranee non subisce alterazioni antropiche tali da: -impedire il conseguimento degli obiettivi ecologici specificati per le acque superficiali connesse; -comportare un deterioramento significativo della qualità di tali acque; -recare danni significativi agli ecosistemi terrestri direttamente dipendenti dal corpo idrico sotterraneo. Inoltre, alterazioni della direzione di flusso risultanti da variazioni del livello possono verificarsi, su base temporanea o permanente, in un'area delimitata nello spazio; tali inversioni non causano tuttavia l'intrusione di acqua salata o di altro tipo né imprimono alla direzione di flusso alcuna tendenza antropica duratura e chiaramente identificabile che possa determinare siffatte intrusioni. Un importante elemento da prendere in considerazione al fine della valutazione dello stato quantitativo è inoltre, specialmente per i complessi idrogeologici alluvionali, l'andamento nel tempo del livello piezometrico. Qualora tale andamento, evidenziato ad esempio con il metodo della regressione lineare, sia positivo o stazionario, lo stato quantitativo del corpo idrico è definito buono. Ai fini dell'ottenimento di un risultato omogeneo è bene che l'intervallo temporale ed il numero di misure scelte per la valutazione del trend siano confrontabili tra le diverse aree. E' evidente che un intervallo di osservazione lungo permetterà di ottenere dei risultati meno influenzati da variazioni naturali (tipo anni particolarmente siccitosi).

Lo stato quantitativo è definito dall'indice SQUAS che riassume in modo sintetico lo stato quantitativo di un corpo idrico sotterraneo, basandosi sulle misure di livello/portata in relazione alle caratteristiche dell'acquifero (tipologia complesso idrogeologico, caratteristiche idrauliche) e del relativo sfruttamento (pressioni antropiche).

Lo SQUAS attribuito a ciascun corpo idrico viene definito da due classi, “buono” e “scarso”, secondo lo schema del D.Lgs. 30/09 (Tabella 5). Scopo di questo indice è quello di evidenziare in modo sintetico le zone sulle quali insiste una criticità ambientale dal punto di vista quantitativo della risorsa idrica sotterranea. Esso infatti valuta lo stato quantitativo della risorsa, interpretandolo in termini di equilibrio di bilancio idrogeologico dell’acquifero ovvero della capacità di sostenere sul lungo periodo gli emungimenti (pressioni antropiche) che su di esso insistono in rapporto ai fattori di ricarica.

Entrano in gioco in questo caso le caratteristiche intrinseche di potenzialità dell’acquifero, nonché quelle idrodinamiche e quelle legate alle capacità di ricarica, rappresentate per i corpi idrici di pianura dalla tendenza nel tempo che assume il livello piezometrico.

Lo SQUAS descrive pertanto lo stato di sfruttamento e la disponibilità delle risorse idriche sotterranee in un’ottica di sviluppo sostenibile e compatibile con le attività antropiche. Tale indice può essere di supporto per la pianificazione e per una corretta gestione della risorsa idrica, individuando i corpi idrici sotterranei che necessitano di una riduzione progressiva dei prelievi e/o un incremento della ricarica.

Per l’anno 2016, tutti i pozzi di controllo che insistono sull’area comunale di Modena sono caratterizzati da un indice SQUAS “buono” (si veda la Tabella 9 del report di ARPAE “La qualità delle acque sotterranee in Provincia di Modena anno 2016”). Si segnala tuttavia che a livello provinciale, i pozzi che risultano in stato quantitativo scarso (il 13% dei pozzi complessivi della rete) appartengono alle conoidi Panaro, Secchia e Tiepido libero e alla Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore. Tali conoidi interessano in parte i territori comunali.

Stato qualitativo delle acque sotterranee⁴

La metodologia individuata dal D. Lgs. 30/2009 per la valutazione dello stato chimico delle acque prevede, per ciascuna stazione di monitoraggio, il confronto delle concentrazioni medie annue con gli standard di qualità e valori soglia definiti a livello nazionale per diverse sostanze chimiche (tabelle 2 e 3 dell’Allegato 3 del D. Lgs. 30/2009).

La riporta Tabella 6 la definizione di buono stato chimico delle acque sotterranee indicate nella tabella 1 dell’Allegato 3 del D.Lgs. 30/2009.

⁴ Estratto del report di ARPAE “La qualità delle acque sotterranee in Provincia di Modena anno 2016” (https://www.arpae.it/elenchi_dinamici.asp?tipo=tec_acqua&idlivello=1802).

Tabella 6 – Definizione di buono stato chimico delle acque sotterranee (fonte: tabella 1 dell'Allegato 3 del D.lgs. 30/2009).

Tabella 1- definizione del buono stato chimico

Elementi	Stato Buono
Generali	La composizione chimica del corpo idrico sotterraneo è tale che le concentrazioni di inquinanti: • non presentano effetti di intrusione salina; • non superano gli standard di qualità ambientale di cui alla tabella 2 e i valori soglia di cui alla tabella 3 in quanto applicabili; • non sono tali da impedire il conseguimento degli obiettivi ambientali di cui agli articoli 76 e 77 del decreto n.152 del 2006 per le acque superficiali connesse né da comportare un deterioramento significativo della qualità ecologica o chimica di tali corpi né da recare danni significativi agli ecosistemi terrestri direttamente dipendenti dal corpo idrico sotterraneo.
Conduttività	Le variazioni della conduttività non indicano intrusioni saline o di altro tipo nel corpo idrico sotterraneo.

Lo stato chimico dei corpi idrici sotterranei in Provincia di Modena anno 2016 è stato elaborato utilizzando la metodologia individuata dal D.Lgs. 30/2009 che prevede il confronto delle concentrazioni medie annue con gli standard di qualità e valori soglia definiti a livello nazionale per diverse sostanze chimiche (tabelle 2 e 3 dell'Allegato 3 del D. Lgs. 30/2009). Il superamento dei valori di riferimento, anche per un solo parametro, è indicativo del rischio di non aggiungere lo stato di "buono" e può determinare la classificazione del corpo idrico in stato chimico "scarso". Qualora ciò interessi solo una parte del volume del corpo idrico sotterraneo, inferiore o uguale al 20%, il corpo idrico può ancora essere classificato in stato chimico "buono".

L'indicatore utilizzato per la definizione dello stato chimico delle acque sotterranee (SCAS) esprime in maniera sintetica la qualità chimica delle acque di falda, a partire dalla determinazione di parametri di base e di quegli altri inquinanti organici e inorganici scelti in relazione all'uso del suolo e alle attività antropiche presenti sul territorio.

La tabella 10 del report ARPAE 2016 riporta la valutazione di dettaglio lo stato chimico, elaborato per singola stazione provincial. Nel comune di Modena risultano due pozzi con stato chimico

scarso, precisamente i pozzi MO20-001 e MO20-02, entrambi ricadenti nella Conoide Secchia – acquifero confinato superiore. In entrambi i parametri chimici critici sono i nitrati.

A livello provinciale i pozzi con stato qualitativo scarso risultano poco meno di un terzo della totalità dei punti di controllo. Tra le sostanze critiche che hanno concorso alla determinazione dello stato scarso, oltre alle principali famiglie di inquinanti, tra cui i nitrati che risultano essere l'elemento principale nelle porzioni di conoide libera e confinato superiore, seguiti dagli organoalogenati nelle porzioni libere delle conoidi.

4.3 ZONE DI PROTEZIONE, ZONE VULNERABILI, AREE SENSIBILI NEL COMUNE DI MODENA

1.1.2 ZONE VULNERABILI DA NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA

Nel territorio provinciale modenese, la presenza di nitrati nella falda acquifera risulta oggi il principale elemento antropico di scadimento qualitativo delle acque sotterranee, interferendo sull'utilizzo della risorsa ai fini acquedottistici.

Nel 2002, la Provincia di Modena ha approvato con D.G.P. n°465 del 12-11-2002, un documento "Proposte di provvedimenti volti alla riduzione della concentrazione di nitrati nelle acque sotterranee ed alla riduzione del consumo idrico in Provincia di Modena", in cui sono state presentate una serie di misure finalizzate al contenimento dei carichi di azoto sversati sul territorio: esse interessavano il comparto civile (reti fognarie e impianti di depurazione) ed il comparto zootecnico, attraverso la regolamentazione degli spandimenti, e un maggior controllo sugli allevamenti e sulle pratiche di spandimento.

Il quadro d'unione a livello regionale delle zone vulnerabili da nitrati approvate (od in fase di approvazione al momento della predisposizione del PTA) è riportato nella Figura 1-9 (pag. 89) della Relazione Generale del PTA Regionale, della quale si riporta una copia nella Figura 10 del presente documento. Allo stesso PTA regionale si rimanda per approfondimenti e per la cartografia di dettaglio. La disciplina relativa alla tutela dall'inquinamento delle zone vulnerabili a nitrati di origine agricola è dettata dagli artt. 29-33 del PTA Regionale.

Il PTA è stato recepito dagli elaborati del PTCP in quale ha previsto misure, azioni e programmi che invertano il trend in crescita dei nitrati nelle acque sotterranee. A tale proposito si richiama l'art. 13B *Misure per la tutela qualitativa della risorsa idrica del PTCP* il cui comma 4 tratta delle misure di tutela per le zone vulnerabili da nitrati d'origine agricola (artt. 29, 30 delle Norme del PTA) e per le zone non vulnerabili (art. 34 delle Norme del PTA). Un'estratto cartografico dell'elaborato 3.3 *Rischio inquinamento acque: zone vulnerabili da nitrati di origine agricola ed assimilate* è mostrato in Figura 17. Il dettaglio delle criticità in Comune di Modena verrà discusso nella successiva sezione 4.3.4.

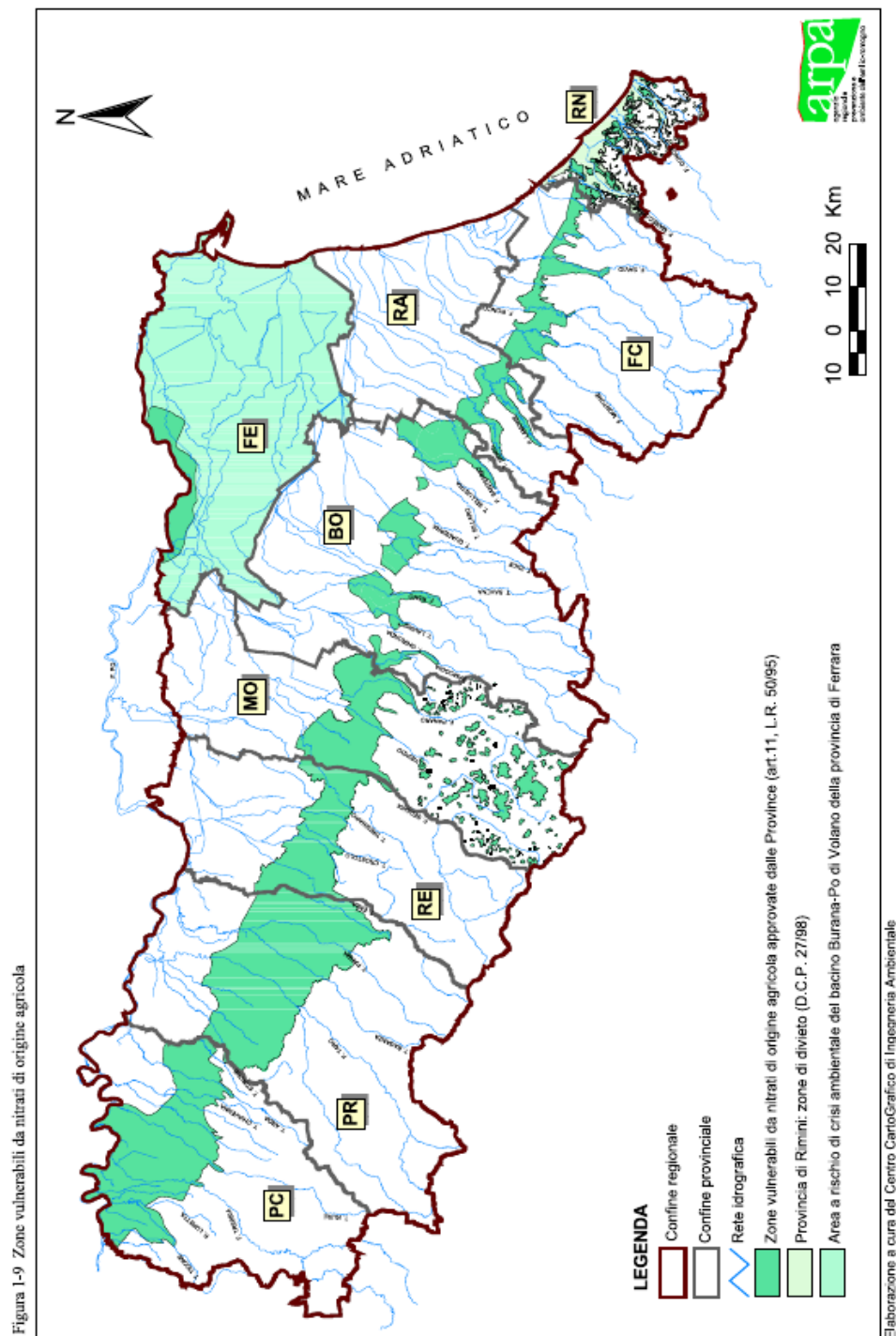
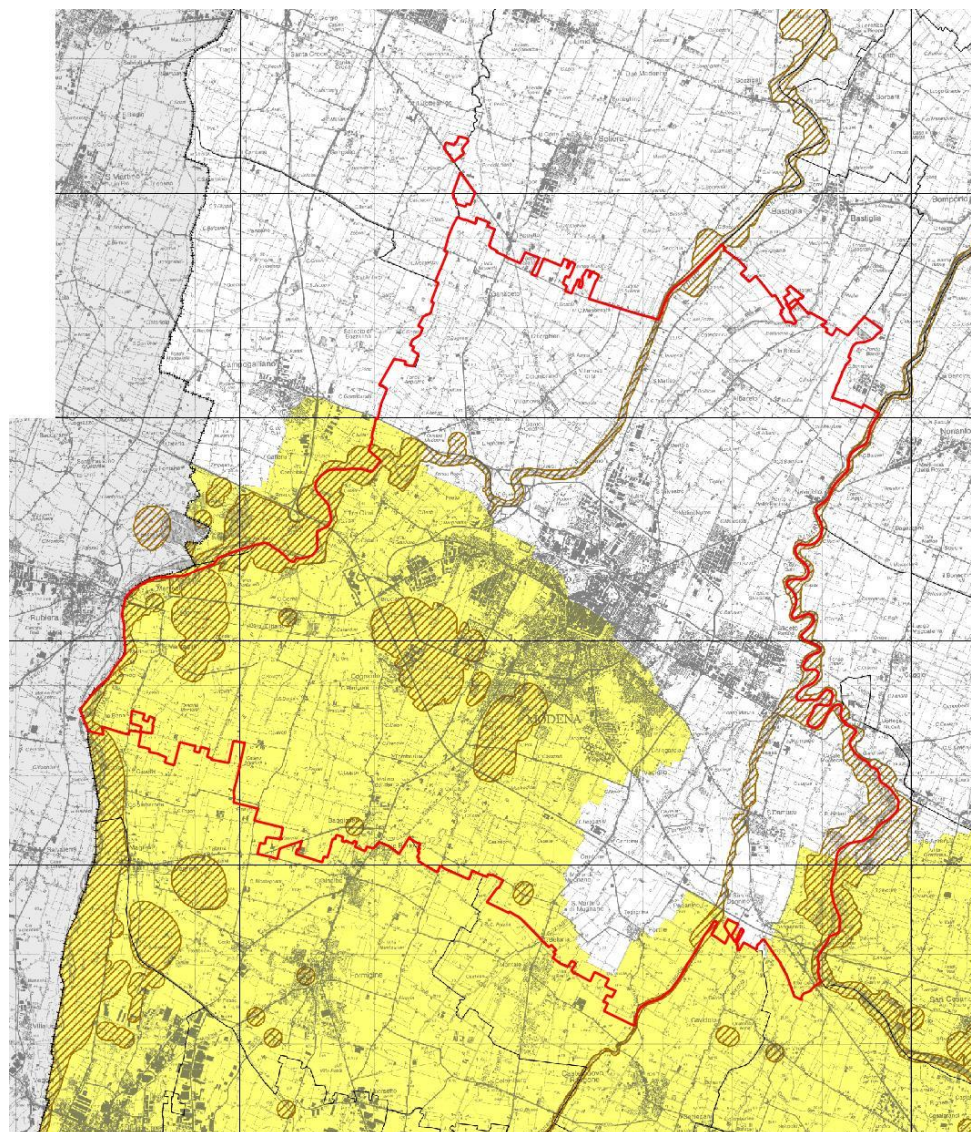


Figura 10 - Aree vulnerabili da nitrati di origine agricola. Fonte: PTA regionale.



	Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola * (Art.13B)
	Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola assimilate ** (Art.13B)

* aree individuate alla lettera a) e b) dell'art. 30 del titolo III delle Norme del Piano di Tutela delle Acque.

** zone di rispetto delle captazioni e derivazioni dell'acqua destinata al consumo umano di cui all'art. 94, comma 6, del D.Lgs 152/2006 e fasce fluviali A e B del PAI, assimilate ai sensi dell'art. 2, comma 1, lettera a) secondo e terzo alinea del Piano Azione Nitrati approvato con Deliberazione dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n.96 del 16/01/2007.

Figura 17 – Estratto PTCP - Carta 3 - Carte di vulnerabilità ambientale - 3.3 Rischio inquinamento acque: zone vulnerabili da nitrati di origine agricola ed assimilate. In rosso è indicato il perimetro del comune di Modena.

1.1.3 ZONE VULNERABILI DA PRODOTTI FITOSANITARI E ALTRE ZONE VULNERABILI

Il PTA regionale, a valle di una accurata disamina della qualità delle acque superficiali e sotterranee, conclude che per il territorio regionale “...sia i territori delle zone di ricarica della falda sia le aree naturali protette non sembrano particolarmente vulnerati da prodotti fitosanitari....”.

La disciplina relativa alla tutela dall'inquinamento delle zone vulnerabili a prodotti fitosanitari è dettata dagli artt. 37 e 38 del PTA Regionale.

Si richiamano inoltre le carte di vulnerabilità ambientale del PTCP che individuano le zone di tutela: la *Carta 3.1 “Vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero principale”* (mostrata nel paragrafo successivo - Figura 20), la *Carta 3.2 “Zona di protezione delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano”* (richiamata nel paragrafo successivo - Figura 19) e la *Carta 3.3 “Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola e assimilati”* (richiamata nel paragrafo precedente - Figura 17).

Per dettagli sull'analisi dei principali inquinanti presenti nelle falde acquifere in provincia di Modena, sui principali fattori di pressione e criticità presenti sul territorio della provincia di Modena, sulle descrizioni delle distribuzioni spaziali dei principali parametri analizzati si rimanda al già sopracitato report di ARPAE “La qualità delle acque sotterranee in Provincia di Modena anno 2016”.

1.1.4 AREE DI SALVAGUARDIA DELLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE DESTINATE AL CONSUMO UMANO

Il D.P.R. 236 del 24 maggio 1988 in attuazione della direttiva CEE 80/778 introduce, per la prima volta nell'assetto normativo italiano, il concetto di aree di salvaguardia. L'obiettivo delle aree di salvaguardia, ossia la tutela delle risorse idriche destinate al consumo umano, è perseguito tramite l'imposizione di vincoli e limitazioni d'uso del territorio, caratterizzati da una severità e una cogenza decrescente man mano che ci si allontana dal punto di prelievo. A partire dall'opera di captazione le tre aree sono:

- Zona di tutela assoluta: é l'area più prossima all'opera di captazione, nella quale si impongono i vincoli più rigidi. La sua minima estensione é rappresentata dall'area delimitata dall'involuppo dei cerchi di almeno 10 m di raggio tracciati a partire dagli estradossi delle captazioni (si veda ad esempio il D.Lgs 152/2006 art 94).
- Zona di rispetto: è un'area costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata. Un criterio per la loro definizione si basa sull'acquisizione di un perimetro-circonferenza standard di raggio 200 m rispetto al punto di captazione o di derivazione (criterio geometrico). Un altro criterio

può essere quello cronologico, adottato ad esempio nel quadro conoscitivo del PTCP od in un recente studio condotto da ATERSIR (si veda parte successiva del presente paragrafo).

- Zona di protezione: é l'area più esterna che idealmente viene a coincidere col bacino imbrifero ed all'area di ricarica dell'acquifero.

Il D.Lgs 152/06, che riprende sostanzialmente i dettati del 152/99 e s.m.i., non introduce nessuna modificazione sostanziale dei precedenti provvedimenti, se non la suddivisione delle zone di rispetto in zone di rispetto ristrette e allargate: l'art. 94 del D.Lgs. 152/06 e le "Linee guida per la tutela della qualità delle acque destinate al consumo umano e criteri generali per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle risorse idriche di cui all'art. 21 D.Lgs. 152/99" dell'Accordo Stato-Regioni-Province autonome del 12/12/2002, ribadiscono infatti la suddivisione delle aree di salvaguardia in zone di tutela assoluta, zone di rispetto (ristrette e/o allargate) e zone di protezione. L'art.94 del D.lgs 152/06 al comma 8 riporta che *"[...] ai fini della protezione delle acque sotterranee, all'interno delle zone di protezione vengono individuate, le seguenti aree: aree di ricarica della falda; emergenze naturali ed artificiali della falda; zone di riserva [...]".* In buona sostanza, le zone di protezione riguardano i territori in cui la risorsa si "origina" venendo a contatto con i suoli, le aree in cui la risorsa viene "a giorno" e le aree in cui la risorsa è presente in superficie o nel sottosuolo in buona qualità e quantità.

La Regione Emilia-Romagna ha ritenuto opportuno dare concreta attuazione alle norme per la salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano predisponendo all'interno del PTA regionale la regolamentazione riguardante le zone di protezione. Nel territorio regionale il PTA individua e cartografa (in scala 1:250.000) le aree di ricarica per le zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio di pedecollina-pianura e le zone di protezione delle acque superficiali.

La disciplina al riguardo della salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano risulta di interesse per il Comune di Modena per quanto concerne le zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio di pedecollina - pianura.

Il PTA delimita le suddette aree nella Tav. 1 (art. 43, comma 2, Norme del PTA); esse sono mostrate anche nella Figura 1-16 (pag. 114) della Relazione Generale del PTA della quale si presenta una copia in Figura 18. Su queste zone vigono disposizioni di legge dettate dal PTA Regionale (art. 45 delle Norme) finalizzate alla tutela qualitativa e quantitativa delle risorse idriche sotterranee, in riferimento all'utilizzo idropotabile delle medesime e al valore ecologico-ambientale dei fontanili. La delimitazione spaziale delle zone di protezione è definita all'art. 44 delle Norme del PTA. In particolare, il comma 1, lettera a riporta: *"[...] le zone di protezione delle acque sotterranee del territorio di pedecollina-pianura sono articolate in:*

- *aree di ricarica della falda (alimentazione), riportate nella Tav. 1 del PTA, delimitate sulla base di studi idrogeologici, idrochimici e idrologici, tenuto conto anche del grado di vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento così come indicato nell'Allegato 7 del Dlgs 152/99 (vedi Relazione Generale, art. 1.3.4.3.1), [...] a loro volta suddivise in:*
 - *settore di ricarica di tipo A: area caratterizzata da ricarica diretta della falda, generalmente a ridosso della pedecollina, idrogeologicamente identificabili come sistema monostrato, contenente una falda freatica in continuità con la superficie da cui riceve alimentazione per infiltrazione;*
 - *settore di ricarica di tipo B: area caratterizzata da ricarica indiretta della falda, generalmente compresa tra la zona A e la media pianura, idrogeologicamente identificabile come sistema debolmente compartimentato in cui alla falda freatica superficiale segue una falda semiconfinata in collegamento per drenanza verticale;*
 - *settore di ricarica di tipo C: bacini imbriferi di primaria alimentazione dei settori di tipo A e B.*
 - *settore di ricarica di tipo D: fasce adiacenti agli alvei fluviali con prevalente alimentazione laterale subalvea:*
- *emergenze naturali della falda, costituite da fontanili, che dovranno essere individuate dai PTCP o loro varianti;*
- *zone di riserva, che dovranno essere individuate dai PTCP o loro varianti, in riferimento alla presenza di risorse non ancora destinate al consumo umano, ma potenzialmente sfruttabili per captazioni da realizzare dell'ambito degli interventi dalle ATO [...].*

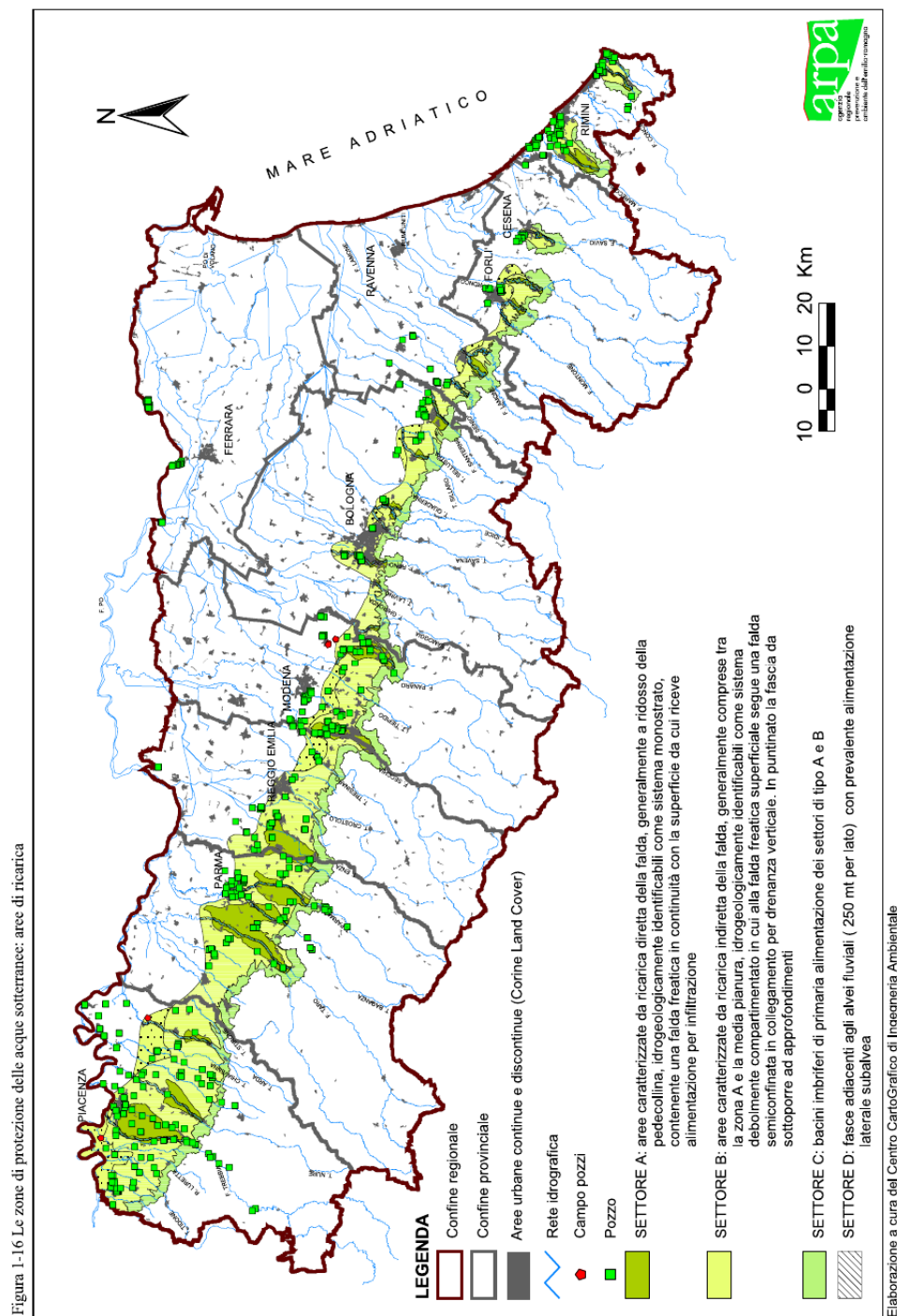


Figura 18 - Zone di protezione delle acque sotterranee nei territori di pedecollina-pianura. Fonte: PTA regionale.

Il PTCP recepisce ed integra le suddette delimitazioni operate del PTA⁵. In particolare nella Carta 3.2 - Zone di protezione delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano – vengono individuate in scala 1:25'000 le zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio di pedecollina-pianura (Figura 19).

Esse si identificano nella fascia di territorio che si estende lungo il margine pedecollinare a ricomprendere parte dell'alta pianura caratterizzata dalla presenza di conoidi alluvionali dei corsi d'acqua appenninici, che presentano in profondità le falde idriche da cui attingono i sistemi acquedottistici finalizzati al prelievo di acque destinate al consumo umano; in esse sono ricomprese sia le aree di alimentazione degli acquiferi, sia aree proprie dei corpi centrali di conoide, caratterizzate da ricchezza di falde idriche. Le caratteristiche morfologiche, le peculiarità idrogeologiche e di assetto storico-insediativo definiscono questa fascia di transizione come uno dei sistemi fisico-ambientali strutturanti il territorio provinciale. Tali zone sono articolate in (art. 12A delle NA del PTCP):

a. aree di ricarica della falda (alimentazione), suddivise nei seguenti settori:

a.1 settori di ricarica di tipo A: aree caratterizzate da ricarica diretta della falda, a ridosso dei principali corsi d'acqua (Secchia e Panaro), idrogeologicamente identificabili come sistema monostrato, contenente una falda freatica in continuità con la superficie da cui riceve alimentazione per infiltrazione;

a.2 settori di ricarica di tipo B: aree caratterizzate da ricarica indiretta della falda, generalmente comprese tra la zona A e la media pianura, idrogeologicamente identificabile come sistema debolmente compartimentato in cui alla falda freatica superficiale segue una falda semiconfinata in collegamento per drenanza verticale;

a.3 settori di ricarica di tipo C: bacini imbriferi di primaria alimentazione dei settori di tipo A e B;

a.4 settori di ricarica di tipo D: fasce adiacenti agli alvei fluviali dei fiumi Secchia e Panaro con prevalente alimentazione laterale subalvea;

b. aree caratterizzate da ricchezza di falde idriche nel sottosuolo, appartenenti ai corpi alluvionali dei corsi d'acqua appenninici, riconoscibili in superficie per le pendenze ancora sensibili (da 1,3 a 0,5%) rispetto a quelle della piana alluvionale (da 0,2 a 0,1%) che le conferiscono un aspetto morfologico significativo rilevabile sino a quota 35 m s.l.m. per le conoidi maggiori e 50 m s.l.m. per quelle minori;

⁵ Per dettagli sugli approfondimenti operati dal PTCP si rimanda all'Allegato 3 del Quadro Conoscitivo.

c. zone di tutela dei fontanili: le quali ricomprendono sia delimitazioni di aree interessate da emergenze diffuse che la localizzazione di singole emergenze e relativi canali di pertinenza per il deflusso superficiale, che presentano caratteri di significativa rilevanza idraulica, morfologica, ambientale/ ecologica e paesistica;

d. zone di riserva che rappresentano gli ambiti nei quali sono presenti risorse non ancora destinate al consumo umano, ma potenzialmente sfruttabili per captazioni da realizzare nell'ambito degli interventi programmati dall'Ente preposto (oggi ATERSIR).

Per dettagli in merito al raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale, alle misure necessarie per il mantenimento o il raggiungimento di tutela quali – quantitativa della risorsa idrica superficiale e sotterranea, si demanda (anche) agli articoli *13A Misure per il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale*, *13B Misure per la tutela qualitativa della risorsa idrica* e *13C Misure per la tutela quantitativa della risorsa idrica*, nonché agli Allegati 1.4 ed 1.8 delle NTA del vigente PTCP.

Si ritiene inoltre utile richiamare la Carta n. 3.1 del PTCP “Rischio inquinamento acque: vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero principale” che mostra una suddivisione del territorio in funzione di gradi di vulnerabilità diversificati e di corrispondenti classi di sensibilità in scala 1:50'000 (Figura 20). Essa, assieme alla Carta 3.2 “Zona di protezione delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano” ed alla Carta 3.3 “Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola e assimilati” compone le Carte di vulnerabilità ambientale che individuano le zone di tutela per quanto riguarda il rischio di inquinamento delle acque del PTCP vigente.

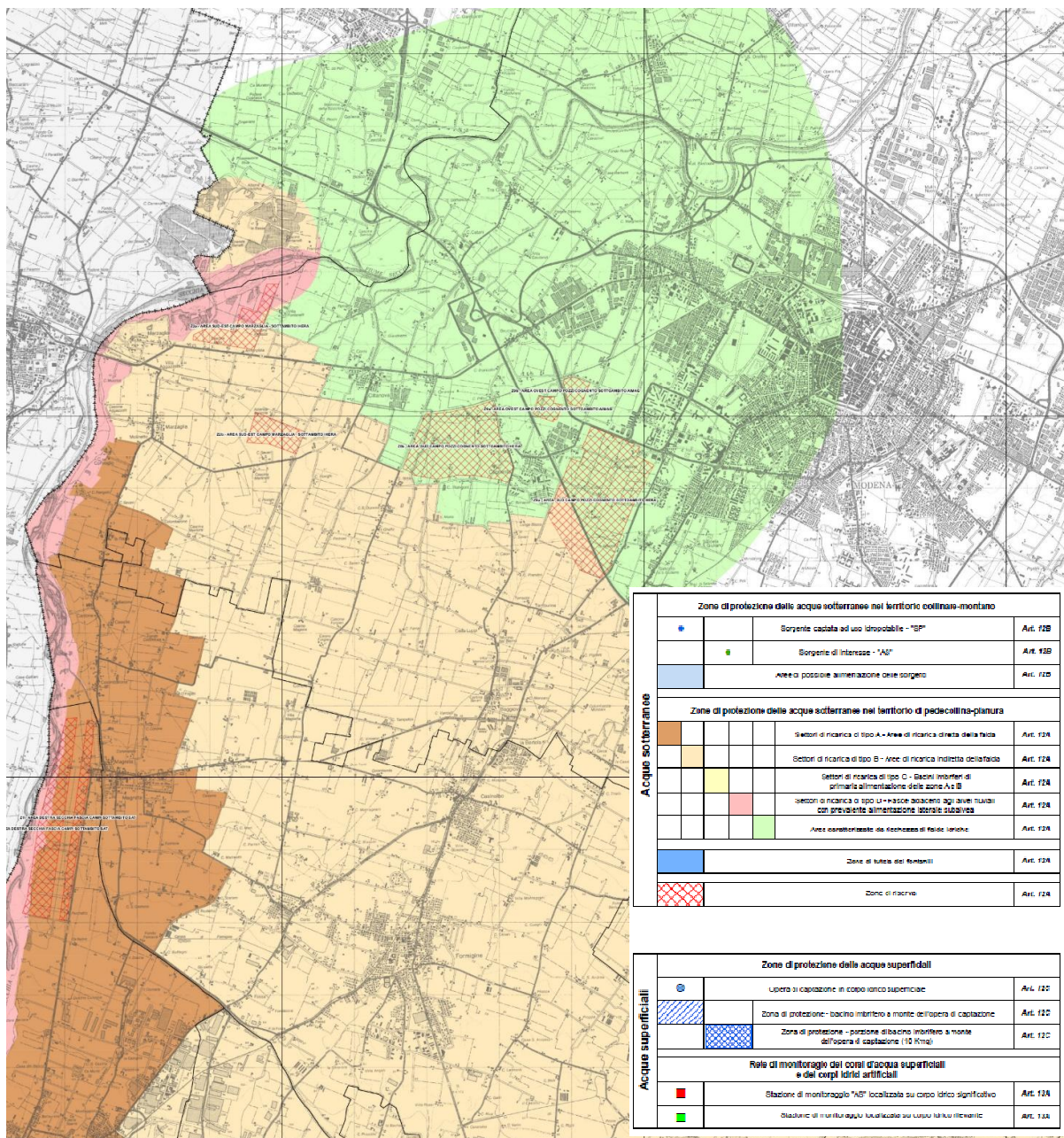


Figura 19 - Estratto cartografico del PTCP "Carte di vulnerabilità ambientale - 3.2 Rischio inquinamento acque: zone di protezione delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano". Le frecce in rosso individuano qualitativamente i campi pozzi HERA ed AIMAG a Cognento e Marzaglia.

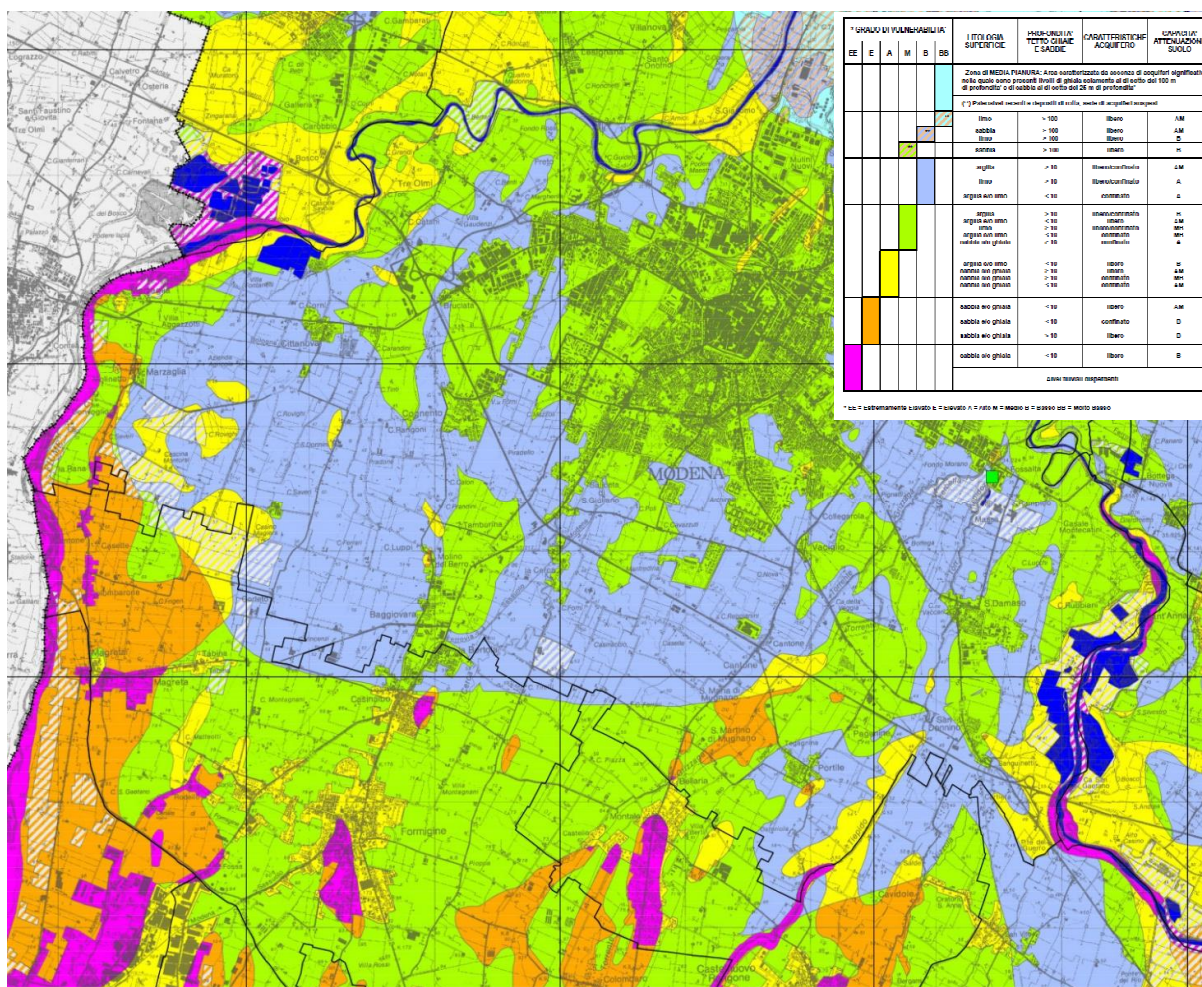


Figura 20 - Estratto cartografico del PTCP “Carte di vulnerabilità ambientale - 3.1 Rischio inquinamento acque: vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero principale”.

Un inquadramento dei pozzi ad uso acquedottistico presenti sul territorio comunale è mostrato in Figura 21. Essi fanno parte di tre campi pozzi situati nella zona di Cannizzaro e Cognento (pozzi A), Amendola (pozzi B), Marzaglia (pozzi C). Sono inoltre presenti alcuni pozzi isolati nella zona sud di Modena. La descrizione della rete acquedottistica a servizio del comune è fornita nel Capitolo 5.

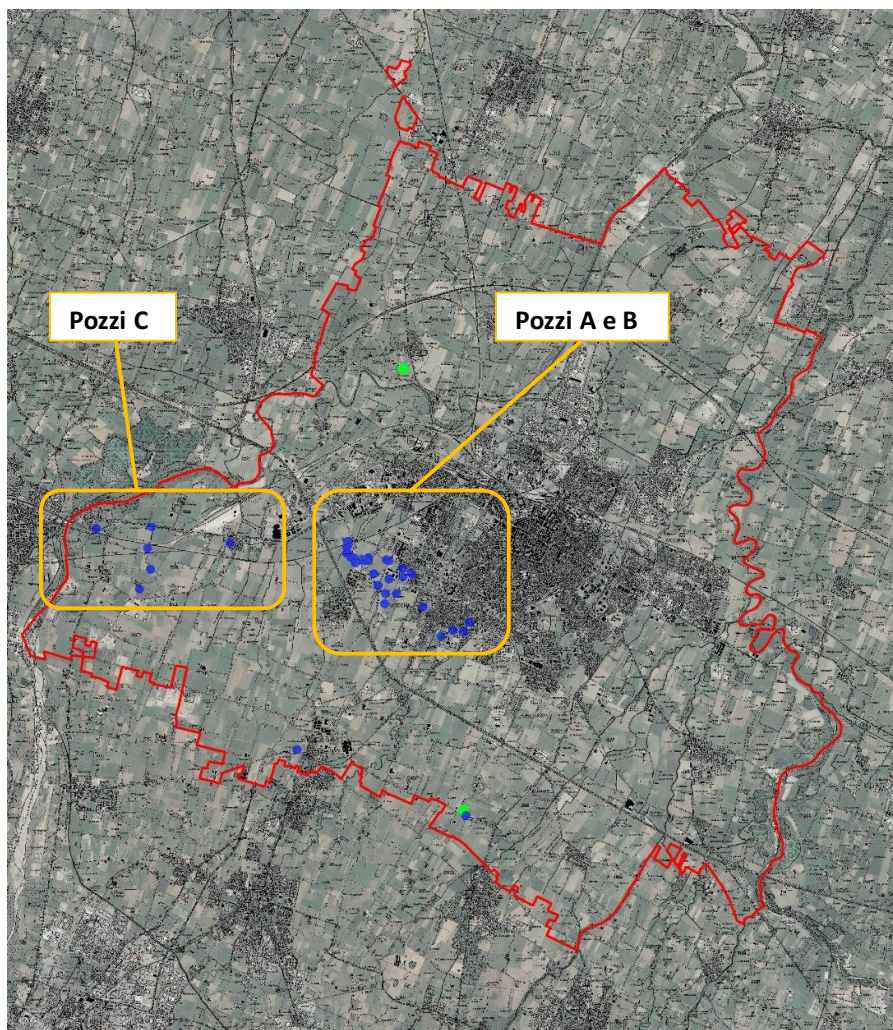


Figura 21 - Pozzi presenti sul territorio comunale. In blu sono indicati quelli attivi, in verde i due non più utilizzati.

In merito alla zonizzazione relativa alle zone di rispetto dei pozzi acquedottistici del PTCP essa viene rappresentata nella Tavola 1.4 “Carta di inquadramento degli elementi idrografici e dei punti di captazione delle acque destinate al consumo umano” dell’Allegato 3 del Quadro conoscitivo. Una sua copia è mostrata in Figura 22. In tale elaborato le perimetrazioni delle zone di rispetto dei pozzi acquedottistici sono presentate sia con criterio geometrico (200 m) che con criterio

cronologico. Esse si basano su quanto riportato nel “Piano d'ambito del servizio Idrico Integrato nell'A.T.O. n.4 di Modena 2007/2024 (D.A. n.16 del 27/11/2006)”, in particolare su quanto indicato nell'Allegato 3 - Carta della perimetrazione delle aree di salvaguardia delle captazioni per acqua destinata al consumo umano nell'ex ATO n° 4.

Un più recente studio del maggio 2018 *“Accordo di collaborazione scientifica ai sensi dell'art. 15 L. 241/90 per la realizzazione di attività di interesse comune riguardante la definizione delle aree di salvaguardia per le captazioni di acque sotterranee in Comune di Modena e verifica delle aree di riserva”* realizzato da ATERSIR in collaborazione con Arpae Direzione Tecnica – Centro Tematico Regionale Sistemi Idrici e Arpae Sezione di Modena e con il supporto dei Gestori del servizio idrico integrato AIMAG spa ed HERA S.p.A., portato all'attenzione degli Enti in sede di consultazione preliminare, propone una nuova perimetrazione dei pozzi e delle relative zone di tutela e rispetto. Nello specifico, la perimetrazione delle aree di salvaguardia (zone di rispetto) delle opere di captazione idropotabile presenti intorno alla città di Modena (campi pozzi di HERA a Cognento, Modena Sud e Marzaglia ed al campo pozzi di Aimag a Cognento ⁶) vengono definite con criterio cronologico attraverso l'adozione di opportuni tempi di sicurezza (60, 180 o 365 giorni) ed il tracciamento delle relative isocrone, delimitando quindi le zone ad ugual tempo di arrivo sui pozzi.

Il risultato complessivo dello studio viene presentato all'interno di due elaborati cartografici *“Tavola 1 - Proposta di delimitazione delle zone di rispetto dei campi pozzi di Cognento (Hera ed Aimag) e di Modena Sud (Hera), cartografia in scala 1:5000 su CTR 2016”* e *“Tavola 2 - Proposta di delimitazione delle zone di rispetto del campo pozzi di Marzaglia e del pozzo Marzaglia (Hera), cartografia in scala 1:5000 su CTR 2016”*; una loro copia è mostrata in Figura 23 e Figura 24. Tali elaborati sovrappongono gli areali definiti sulla base del criterio cronologico e dei tempi di sicurezza, agli areali definiti con criterio geometrico (200 m di raggio rispetto al punto di captazione) in base all' Art.94, comma 6 del DLgs 152/2006.

Sulla base del suddetto studio è stata inoltre elaborata la Tavola 3 rappresentante una proposta di nuova perimetrazione delle zone di riserva elaborate con il supporto dei gestori HERA S.p.A. ed AIMAG S.p.A. (Figura 25).

A chiusura del Capitolo, si ritiene utile citare il decreto ministeriale del 14 giugno 2017 che recepisce la direttiva europea 2015/1787 ed introduce in Italia l'obbligo, da parte degli Enti gestori

⁶ Nello studio è prevista l'attivazione delle nuove triplette per il campo pozzi Aimag di Cognento. A questo proposito si evidenzia che nel 2018 si è conclusa la procedura di VIA del campo pozzi di Marzaglia con la DGR 1015/2018, con la prescrizione che il perimetro delle aree di protezione dovrà corrispondere all'involuppo del perimetro della circonferenza di raggio pari a 200 m, con il perimetro delimitato dall'isocrona 60gg.

dei sistemi acquedottistici, di adottare i Piani di sicurezza dell'acqua (PSA). In estrema sintesi, i suddetti Piani costituiscono un modello preventivo per garantire la buona qualità delle acque fornite e la protezione della salute dei consumatori attraverso misure di controllo integrate, estese a tutta la filiera idrica, secondo gli indirizzi delle linee guida sviluppate dall'Istituto Superiore di Sanità e dal Ministero della Salute sulla base dei principi dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS)⁷. Essi si basano su una valutazione e gestione del rischio che tenga conto di ogni fase della filiera idropotabile.

Sullo sfondo del presente Capitolo, si ritiene utile richiamare il comma 3 della Parte C dell'Allegato I del suddetto decreto che riporta *"[...] la valutazione del rischio tiene conto dei risultati forniti dall'attuazione dei programmi di monitoraggio stabiliti per le acque utilizzate per l'estrazione di acqua potabile [...] nonché di ogni altra informazione rilevante inerente le risorse idriche da destinare al consumo umano ai sensi del presente decreto, comprese, tra l'altro, quelle relative alle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano, di cui all'art. 94 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni, e alle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola e da prodotti fitosanitari, di cui agli articoli 92, 93 e allegato 7 alla parte terza del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni ed integrazioni [...]".*

Relativamente al comune di Modena, è tutt'oggi in corso il PSA per le zone di fornitura avviato nel 2019 da Hera S.p.A., Regione Emilia Romagna, AUSL ed ARPAE.

⁷ *Linee guida per la valutazione e gestione del rischio nella filiera delle acque destinate al consumo umano secondo il modello Water Safety Plan - Rapporti Istisan 14/21.*

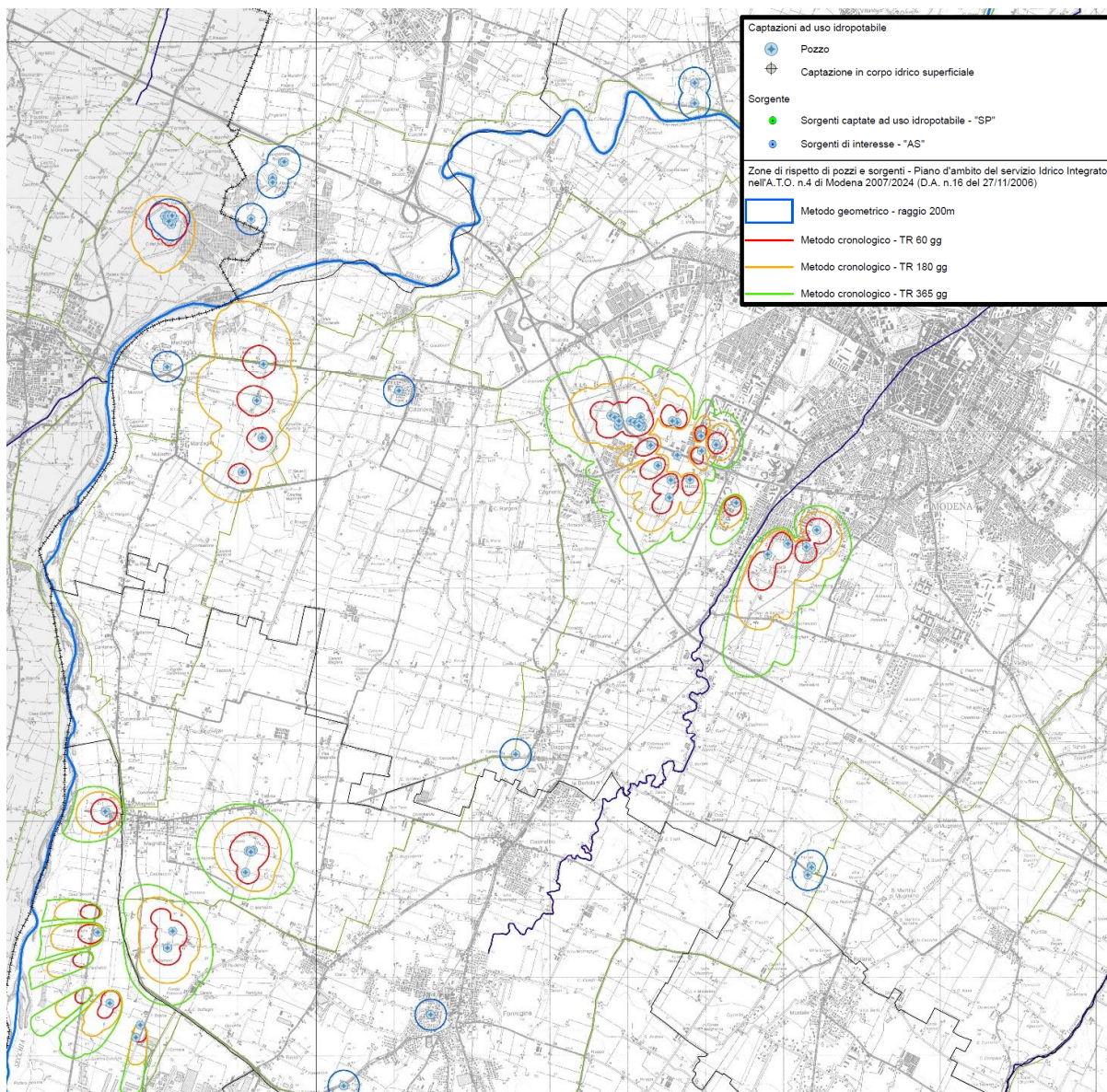
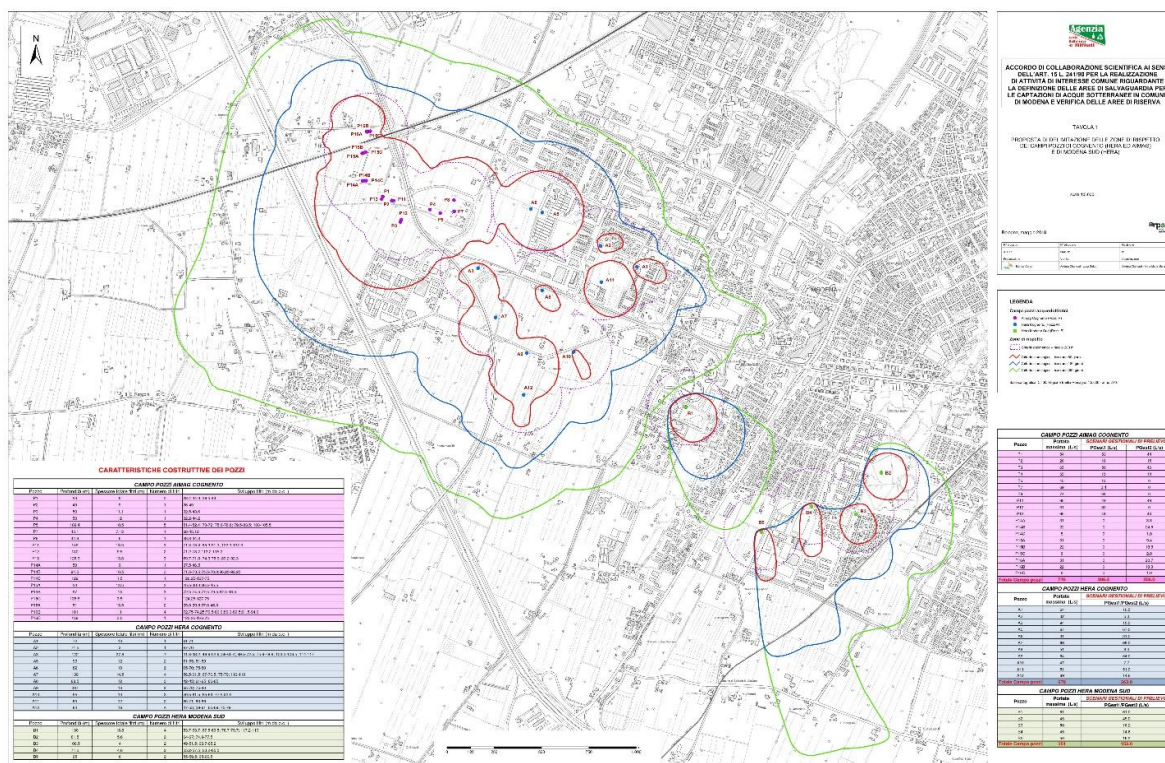


Figura 22 - Estratto Carta di inquadramento degli elementi idrografici e dei punti di captazione delle acque destinate al consumo umano – Tav 1.4. Fonte: Quadro Conoscitivo del PTCP – Allegato 3.



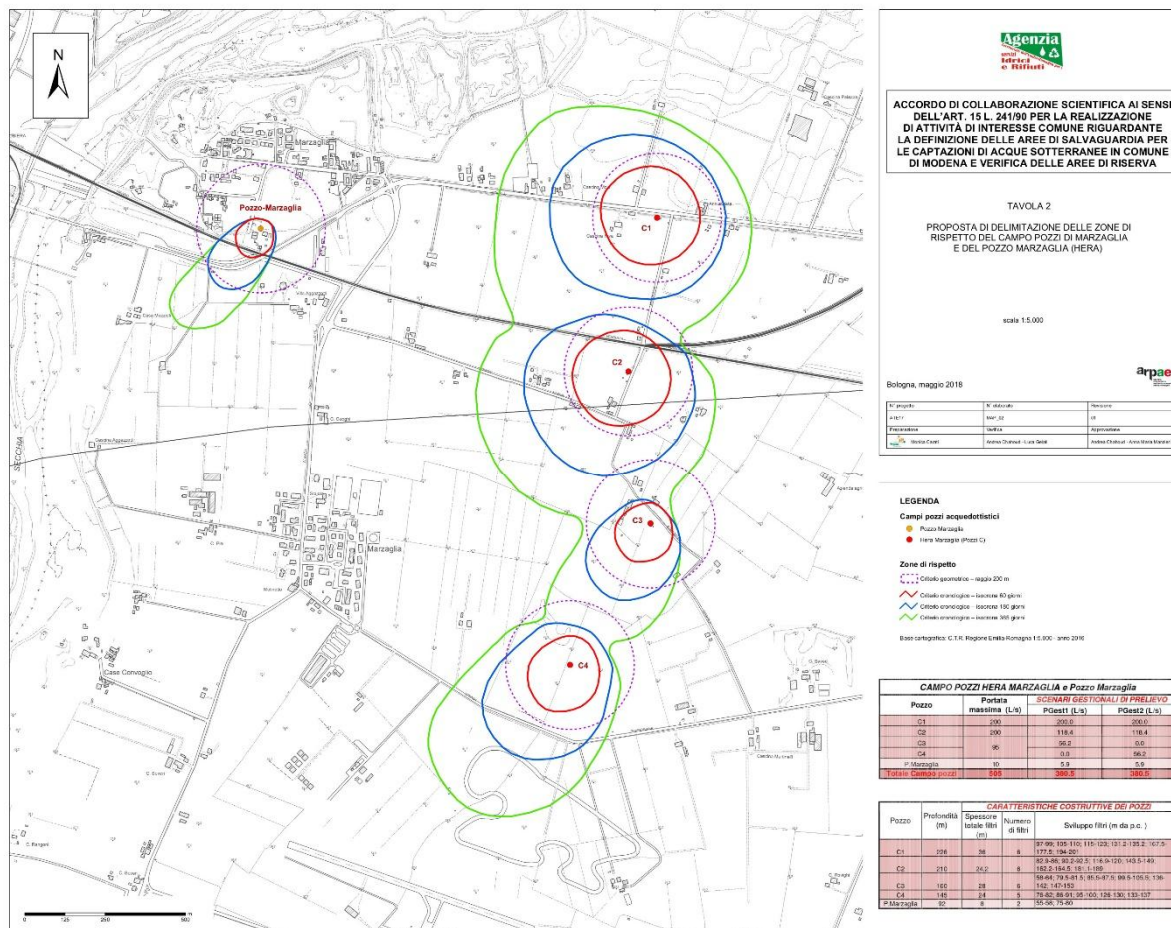


Figura 24 - Tavola 2 - Proposta di delimitazione delle zone di rispetto del campo pozzi di Marzaglia e del pozzo Marzaglia (Hera) - Fonte: studio "Accordo di collaborazione scientifica ai sensi dell'art. 15 L. 241/90 per la realizzazione di attività di interesse comune riguardante la definizione delle aree di salvaguardia per le captazioni di acque sotterranee in Comune di Modena e verifica delle aree di riserva" realizzato da ATERSIR in collaborazione con Arpae Direzione Tecnica – Centro Tematico Regionale Sistemi Idrici e Arpae Sezione di Modena.

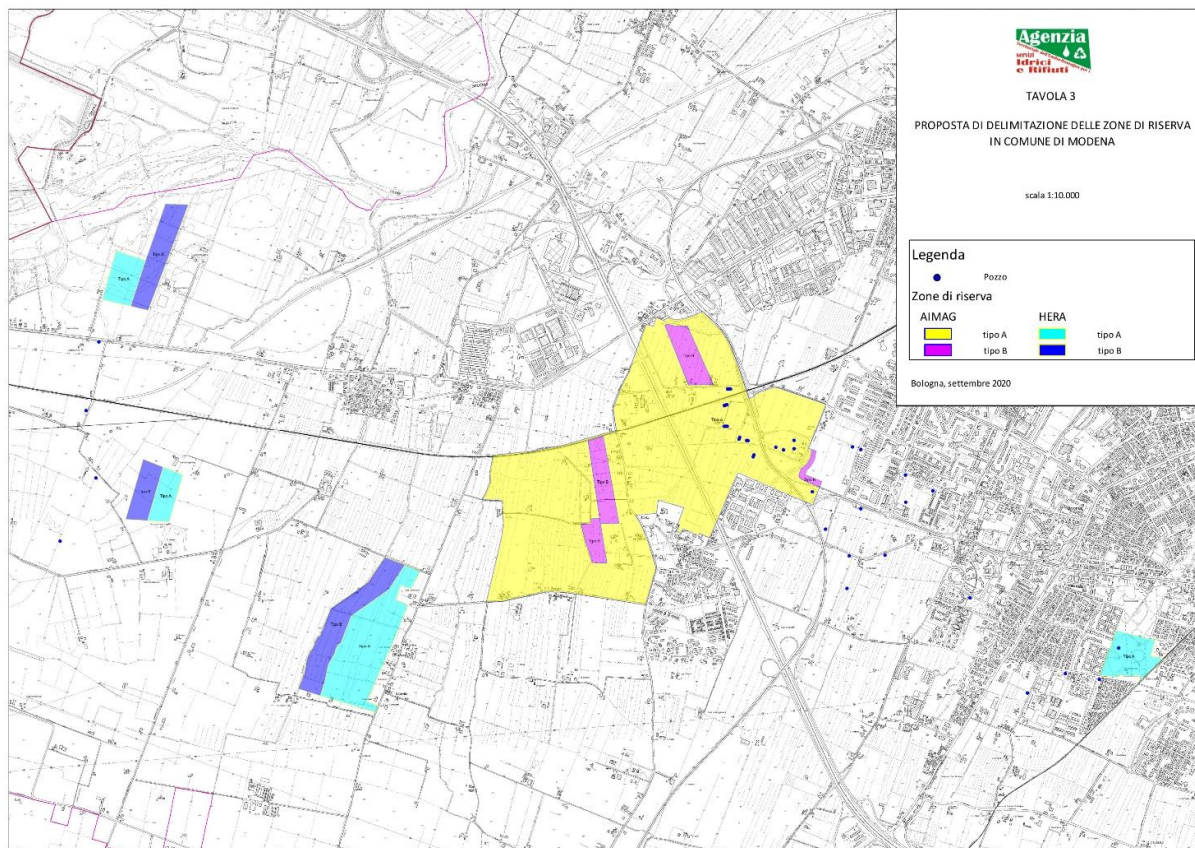


Figura 25 – Tavola 3 Proposta di delimitazione delle zone di riserva in comune di modena – Elaborata da ATERSIR in in collaborazione con Arpae Direzione Tecnica – Centro Tematico Regionale Sistemi Idrici e Arpae Sezione di Modena con il supporto dei gestori HERA spa ed AIMAG spa.

1.1.5 CRITICITÀ NEL SISTEMA DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Nel territorio modenese, la presenza di nitrati nella falda acquifera risulta oggi il principale elemento antropico di scadimento qualitativo delle acque sotterranee. L'elevata presenza di nitrati nella falda risulta infatti il principale elemento antropico che influisce sull'utilizzo della risorsa ai fini acquedottistici; a volte, infatti, risultano necessarie operazioni di taglio e miscelazione delle acque addotte ai sistemi di raccolta e rilancio.

La Figura 26 e la Figura 27 mostrano la concentrazione di nitrati media e la concentrazione media per singolo pozzo nella provincia di Modena relativa all'anno 2016 (fonte: report ARPAE "La qualità delle acque sotterranee in provincia di Modena – Anno 2016). Nel territorio comunale vi sono alcuni pozzi ed aree con concentrazione di nitrati superiore al limite definito nella tabella 2 dell'Allegato 3 del D.Lgs. 30/2009, pari a 50 mg/l.

Come risulta evidente dall'andamento delle isocrone fino al 2016 (Figura 28 e Figura 29), si registrano sensibili incrementi di nitrati nelle aree più lontane dalle aste fluviali principali, in cui viene a mancare l'azione di diluizione da parte delle acque a bassa concentrazione di nitrati dei fiumi (concentrazioni di nitrati inferiori a 5 mg/l nel tratto disperdente pedecollinare). Il confronto con gli andamenti delle isocrone dei Nitrati rispetto agli anni precedenti (Figura 32 e Figura 33), denota una lieve contrazione del fronte dei 25 mg/l nell'area nord di Modena in prossimità dei campi acquiferi di Cognento. Al contrario, si evidenzia un ampliamento verso nord-ovest nella conoide del Fiume Secchia, in direzione dei campi acquiferi di Marzaglia, e verso nord-est nell'area compresa tra la conoide del Fiume Panaro e del Torrente Samoggia. Complessivamente, l'analisi spaziale su un arco temporale più ampio (dal 1994 al 2016), denota un ampliamento dell'area ad elevata concentrazione di Nitrati verso la media pianura, evidenziando uno scadimento qualitativo nel periodo esaminato.

Il risanamento delle falde da inquinanti quali i nitrati risulta essere un problema estremamente complesso che richiede sia interventi strutturali e di risanamento locale drastici, che di tempi di esecuzione e di risposta molto lunghi.

In merito alla tutela qualitativa e quantitativa delle risorse idriche sotterranee ed in particolar modo alla delimitazione delle aree di rispetto, si ritiene più utile adottare il metodo cronologico, ritenuto più approfondito e attento alle valutazioni idrogeologiche locali, a differenza dell'acquisizione di un perimetro-circonferenza standard di raggio 200 m. Preme sottolineare che tale criterio era stato adottato per la redazione della Carta delle aree di salvaguardia delle captazioni idriche del l'A.T.O. n.4 di Modena 2007/2024 (D.A. n.16 del 27/11/2006) e ripreso nell'Allegato 3 del Quadro Conoscitivo del PTCP nella "Carta di inquadramento degli elementi idrografici e dei punti di captazione delle acque destinate al consumo umano", cartografia richiamata al precedente paragrafo alla 12.

Un approfondimento della conoscenza dei principali sistemi idrogeologici, assieme ad un continuo monitoraggio quali-quantitativo della falda acquifera associato al monitoraggio dei corsi d'acqua superficiali, permetterebbe di effettuare una lettura complessiva dell'ambiente idrico e, attraverso l'uso della modellistica, di valutare l'evoluzione dei fenomeni anche in politiche di risanamento intraprese, al fine di ricalibrare le azioni da adottare. Si può affermare, infine, che l'assenza di idonei ed efficaci sistemi di monitoraggio, di analisi e di protezione dinamica delle acque di falda sia da considerare una criticità elevata per la salvaguardia delle risorse idriche superficiali e sotterranee nei territori comunali.

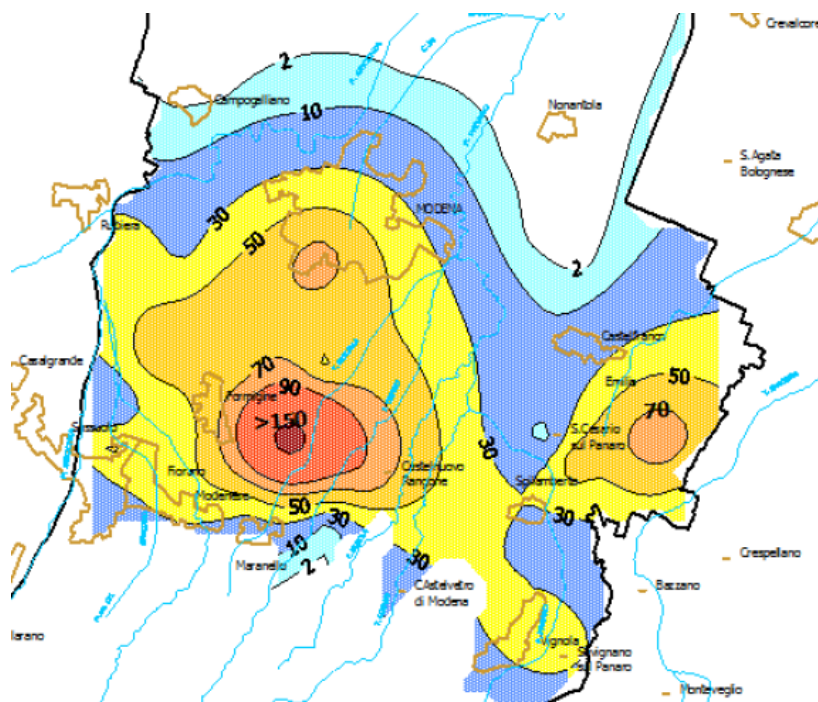


Figura 26 - Nitrati (mg/l) - media anno 2016 (fonte: figura 31 dell'Allegato 1 del report ARPAE "La qualità delle acque sotterranee in provincia di Modena – Anno 2016").

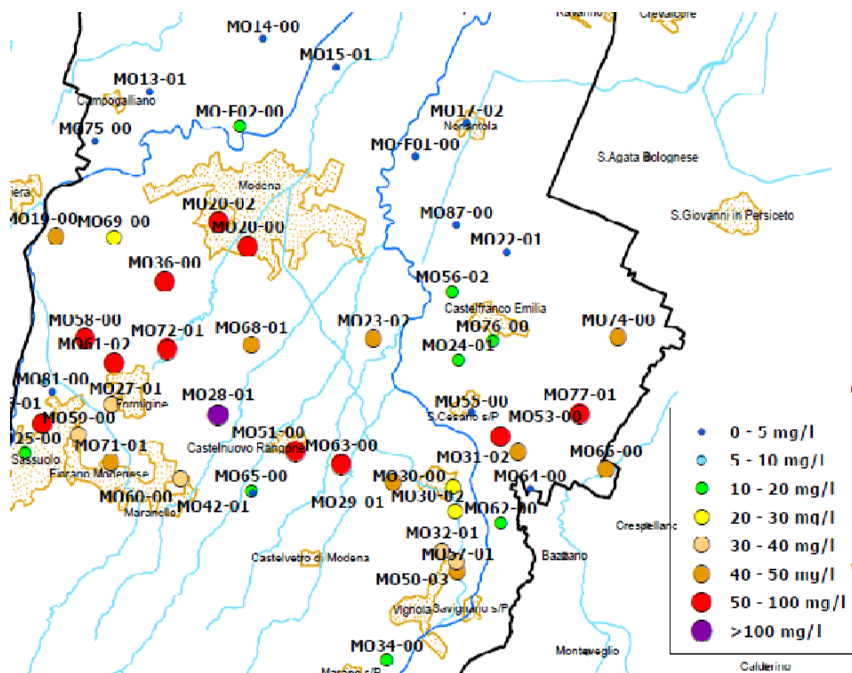


Figura 27 - Concentrazione di Nitrati (mg/l) per singolo pozzo – media anno 2016 (fonte: figura 34 dell'Allegato 1 del report ARPAE "La qualità delle acque sotterranee in provincia di Modena – Anno 2016").

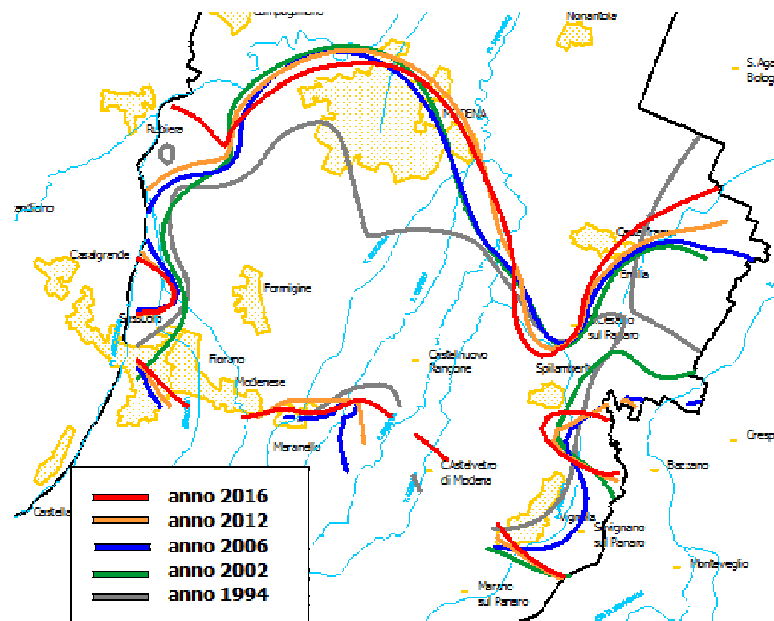


Figura 28 - Nitrati (mg/l): confronto medie anni 1994, 2002, 2006, 2012 e 2016 - Isocrona dei 25 mg/l (fonte: figura 32 dell'Allegato 1 del report ARPAE "La qualità delle acque sotterranee in provincia di Modena – Anno 2016").

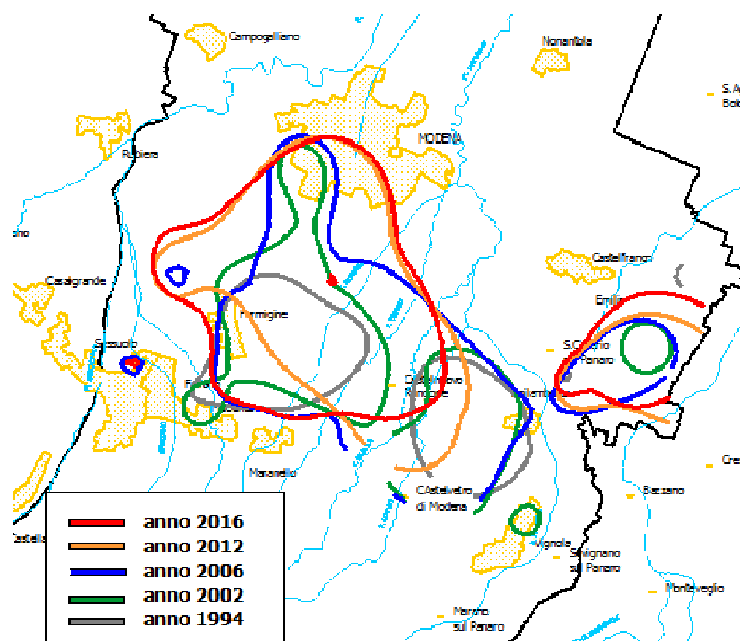


Figura 29 - Nitrati (mg/l): confronto medie anni 1994, 2002, 2006, 2012 e 2016 - Isocrona dei 50 mg/l (fonte: figura 33 dell'Allegato 1 del report ARPAE "La qualità delle acque sotterranee in provincia di Modena – Anno 2016").

5. SISTEMA ACQUEDOTTISTICO, DI DRENAGGIO URBANO E DEPURAZIONE

5.1 SISTEMA DI DRENAGGIO URBANO E DEPURAZIONE

Tutto il sistema idraulico del reticolo di drenaggio naturale ed artificiale converge, seguendo il gradiente topografico, dalla collina verso le aree a nord di Modena. Come innanzi menzionato (si veda la sezione 3.2.1), in corrispondenza della città, numerosi canali di bonifica ricevono acque in eccesso dalle reti di fognatura.

Nel Comune di Modena il sistema fognario-depurativo è gestito da Hera S.p.A., mentre la gestione dei sistemi di raccolta delle acque meteoriche è di competenza del Comune, per conto del quale Hera S.p.A. esegue alcune attività di conduzione relativa ad impianti di sollevamento, pulizia caditoie e piccole manutenzioni; è tuttavia in corso di approvazione il “Disciplinare tecnico quadro per la gestione del servizio delle acque meteoriche” da parte di ATERSIR per dar corso all’iter di presa in carico da parte di HERA S.p.A. della gestione degli asset del sistema idrico integrato per il deflusso delle acque meteoriche.

Sistema di drenaggio urbano

Nell’interno delle aree urbanizzate ed anche in corrispondenza del centro storico la rete di fognatura è attualmente costituita da un complesso reticolo di canali tombati e di antiche cloache. Tale sistema si è co-evoluto con la città ed include strutture molto antiche (alcune vantano centinaia di anni di età) che attraversano e collegano fabbricati, percorrendo anche aree private, per poi immettersi in collettori via via più importanti. Al contrario delle urbanizzazioni recenti, in corrispondenza delle quali le reti tecnologiche seguono le strade pubbliche per assicurarne l’accessibilità e la manutenzione, taluni rami della rete fognaria cosiddetta storica non sono quindi accessibili. In alcuni casi la rete si sviluppa al di sotto degli edifici che sono stati a più riprese costruiti, con interconnessioni frequenti tra rete di bonifica e di fognatura.

Queste interconnessioni erano pratica abituale in passato, quando le acque in eccesso dalle reti di bonifica venivano utilizzate per diluire le acque nere di drenaggio urbano, al fine di contenerne il carico inquinante prima che le acque stesse fossero collettate a sud della città. Con la crescente espansione della città, tuttavia, il carico inquinante delle reti di fognatura è aumentato, rendendo insufficiente la diluizione al fine di raggiungere concentrazioni di inquinante tollerabili. Si sono quindi realizzati i sistemi moderni di depurazione, che tuttavia per operare in efficienza necessiterebbero di separazione fra acque bianche e nere.

Nella realtà attuale la quasi totalità del sistema di scolo e fognatura del comune di Modena è di tipo misto, ovvero prevede la collettazione delle acque bianche e acque nere in un unico condotto,

e converge verso il depuratore principale di Modena, in via Cavazza. Qui le acque, dopo essere state trattate, vengono scaricate nel Naviglio il quale le recapita nel Fiume Panaro a Bomporto.

Un dettaglio dei canali principali di drenaggio e scolo che caratterizzano il centro di Modena è mostrato in Figura 30 e Figura 31. Si può ivi osservare che la zona urbanizzata esterna al centro storico è caratterizzata da un sistema di canali che cingono la città con una doppia serie di anelli concentrici; all'interno vi sono le due fosse Circondariali Est ed Ovest, all'esterno il Cavo Cerca ad ovest ed il Canale Archirola ad est; sempre ad est, più verso l'esterno, è ubicato il collettore di Levante che, con un percorso a semicerchio intorno al centro storico, si immette nel canale Soratore.

Nel centro storico, l'ossatura principale della rete è costituita dai canali Modenella, Chiaro e d'Abisso che affluiscono direttamente nella sezione iniziale del canale Naviglio, a monte quindi del depuratore di Modena. Oltre alle acque bianche provenienti dal bacino imbrifero e alle acque di fognatura, i suddetti canali convogliavano un tempo anche acque provenienti da fontanili naturali.

La prima periferia è servita dalla fossa circondariale Est che sfocia nel Canale Naviglio e dalla fossa Circondariale Ovest che si immette nel Cavo Soratore. A sua volta, il Cavo Soratore confluisce nel Canale Naviglio a valle della città ed immediatamente a monte del depuratore di Modena, all'altezza di Molini Nuovi; solo a valle di questa confluenza, il Naviglio riprende a scorrere a cielo aperto, mentre nel tratto cittadino esso risulta ormai tombato per l'intero sviluppo, così come i canali ricordati in precedenza.

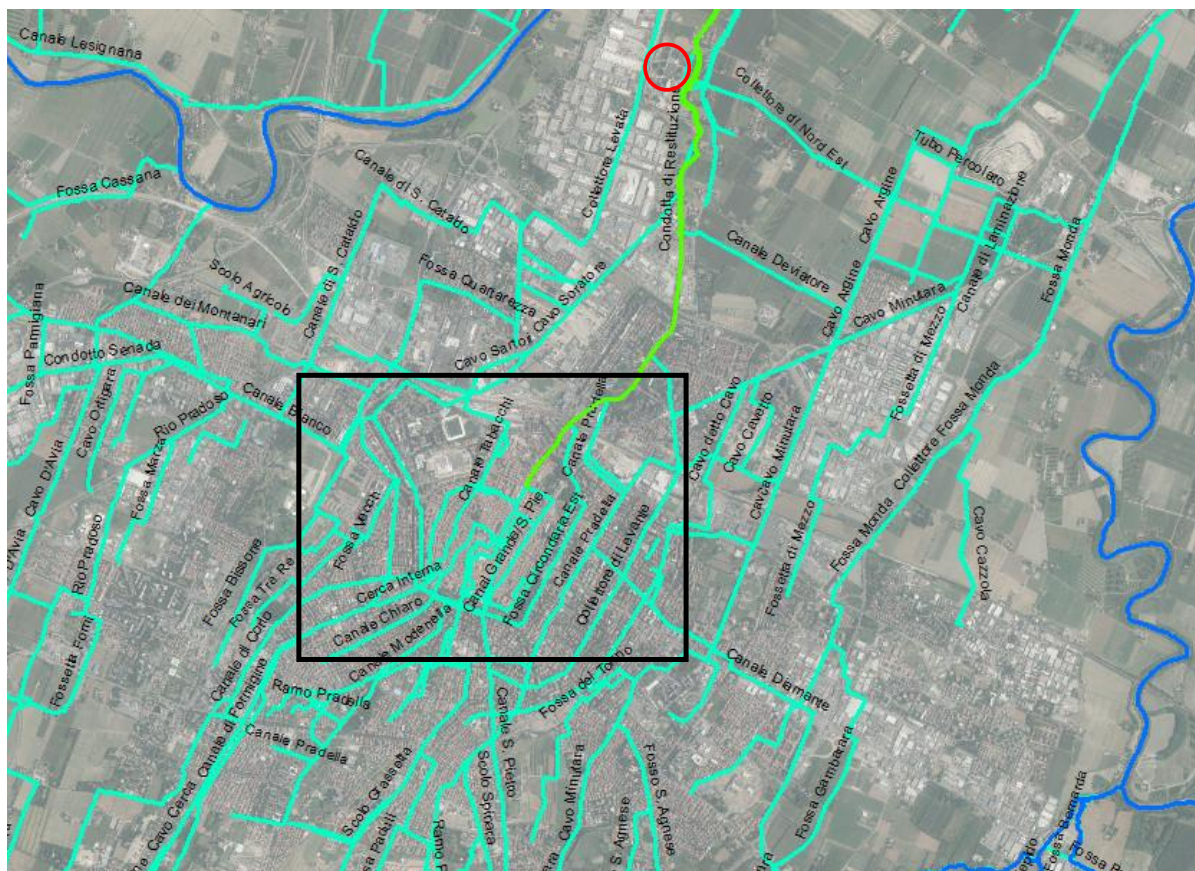
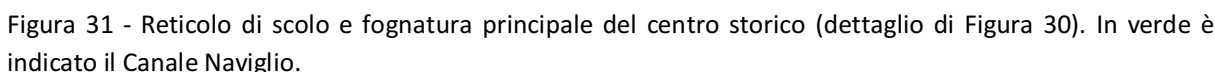


Figura 30- In ciano è indicato il reticolo di scolo e fognatura principale delle aree urbane di Modena (dettaglio in Figura 31). In verde è indicato il Canale Naviglio. In blu i Fiumi Secchia e Panaro. Il cerchio in rosso localizza il depuratore principale a servizio del Comune.



Nel territorio comunale sono presenti, oltre al depuratore principale di Modena sito in via Cavazza, altri quattro impianti di più piccole dimensioni distribuiti nelle frazioni Cittanova, Lesignana, Marzaglia, San Damaso (Figura 32).

Responsabile scientifico

(biofiltro). Annesso all'impianto vi è anche l'inceneritore dei rifiuti solidi urbani, al cui interno vengono utilizzate acque depurate e trattate per il riuso interno. La struttura, a fronte di una portata tratta di progetto di 78.840.000 m³/anno, risulta ampiamente in grado di trattare i reflui in ingresso (si veda ad esempio la Tabella 8), nonostante l'ingresso di acque "esterne" al sistema di fognatura (legate ad esempio alla forte interconnessione coi canali di bonifica ed alla intercettazione di acque di falda). Gli adeguamenti da realizzarsi entro il 2024 sono definiti nella DGR 569/2019 (Tabella 7).

Tabella 7 - Estratto Tabella 7 - DGR 569/2019. Agglomerati di consistenza maggiore o uguale a 2.000 AE con evidenziata, ove necessaria, la tipologia di adeguamento. La descrizione dei campi è mostrata al di sotto della tabella.

PROV	COD_AGG	NOME_AGG	AE_NOM	AE_SER	AE_DEP	N_IMP	AE_PROG	PRIORITA'	ADEG_PREV	ADEG_PIANO
MO	AMO0062	Modena - Formigine - Maranello	246.830	246.830	246.830	1	500.000	2A 2B	adeguamento scolmatori	SI

Nome campo	Descrizione
PROV	Sigla Provincia
COD_AGG	Codice regionale agglomerato
NOME_AGG	Nome agglomerato
AE_NOM	Consistenza dell'agglomerato (in AE)
AE_SER	AE serviti da rete fognaria
AE_DEP	AE complessivamente depurati
N_IMP	Numero di impianti al servizio dell'agglomerato
AE_PROG	Potenzialità di progetto complessiva degli impianti di depurazione al servizio dell'agglomerato
PRIORITA'	Priorità di Intervento
ADEG_PREV	Adeguamento necessario per il raggiungimento della conformità dell'agglomerato
ADEG_PIANO	Presenza dell'intervento nella Delibera ATERSIR CAMB/2016/72 2016 "Servizio idrico integrato - Approvazione del programma di adeguamento degli scarichi ai sensi della DGR 201/2016" del 19 dicembre 2016

Tabella 8 - Volumi di reflui trattati dal depuratore principale di Modena.

Anno	2013	2014	2015	2016	2017
m ³ trattati	31.956.379	37.524.635	35.523.578	35.971.464	31.520.649

I restanti impianti, di più piccole dimensioni, sono distribuiti nelle zone esterne del comune.

Al depuratore di Lesignana afferiscono i reflui dell'agglomerato AMO0060 (Lesignana – Villanova); risulta avere una potenzialità di progetto complessiva pari a 8000 a.e. a fronte di una consistenza dell'agglomerato di 2709 a.e. (Tabella 9). L'impianto di San Damaso è a servizio dell'agglomerato AMO0064 (San Damaso – San Donnino) con una potenzialità di progetto pari a 7000 a.e. a fronte di una consistenza dell'agglomerato di 4347 a.e. (Tabella 9). Per entrambi i suddetti depuratori non sono indicate tipologie di adeguamento.

Tabella 9 - Estratto Tabella 7 - DGR 569/2019. Agglomerati di consistenza maggiore o uguale a 2.000 AE con evidenziata, ove necessaria, la tipologia di adeguamento. Per la descrizione dei campi si rimanda alla Tabella 7.

PROV	COD_AGG	NOME_AGG	AE_NOM	AE_SER	AE_DEP	N_IMP	AE_PROG	PRIORITA'	ADEG_PREV	ADEG_PIANO
MO	AMO0060	Lesignana - Villanova	2.709	2.709	2.709	1	8.000			
MO	AMO0064	San Damaso - San Donnino	4.347	4.347	4.347	1	7.000			

In merito agli agglomerati di consistenza compresa tra 200 e 1.999 AE, nel comune di Modena sono presenti gli agglomerati AMO0063 (Cittanova) ed AMO0057 (Marzaglia). Essi sono dimensionati rispettivamente per 1200 a.e. e 1140 a.e. (Tabella 10). Analogamente ai precedenti impianti, anche questi sono ampiamente in grado di trattare con discreto margine i reflui in ingresso sia come portate che come valori medi di carico organico.

Tabella 10 - Estratto Tabella 6 - DGR 569/2019. Agglomerati di consistenza compresa tra 200 e 1.999 AE con evidenziata, ove necessaria, la tipologia di adeguamento. Per la descrizione dei campi si rimanda alla Tabella 7.

PROV	COD_AGG	NOME_AGG	NOME_COM	AE_NOM	AE_SER	AE_DEP	N_IMP	AE_PROG	N_IMP_I	AE_DEP_I	N_RETI_NODEP	AE_RETI_NODEP	PRIORITA'	ADEG_PREV	ADEG_PIANO
MO	AMO0063	Cittanova	MODENA	758	758	758	1	1.200	0	0	0	0			
MO	AMO0057	Marzaglia	MODENA	876	876	876	1	1.140	0	0	0	0			

Nelle Tabella 8 e in Tabella 9 della DGR 560/2019 sono riportati gli elenchi degli agglomerati di consistenza inferiore a 200 AE, suddivisi rispettivamente nelle classi $50 \leq AE < 200$ AE e minori di 50 AE. Non risultano agglomerati indicati nel comune di Modena.

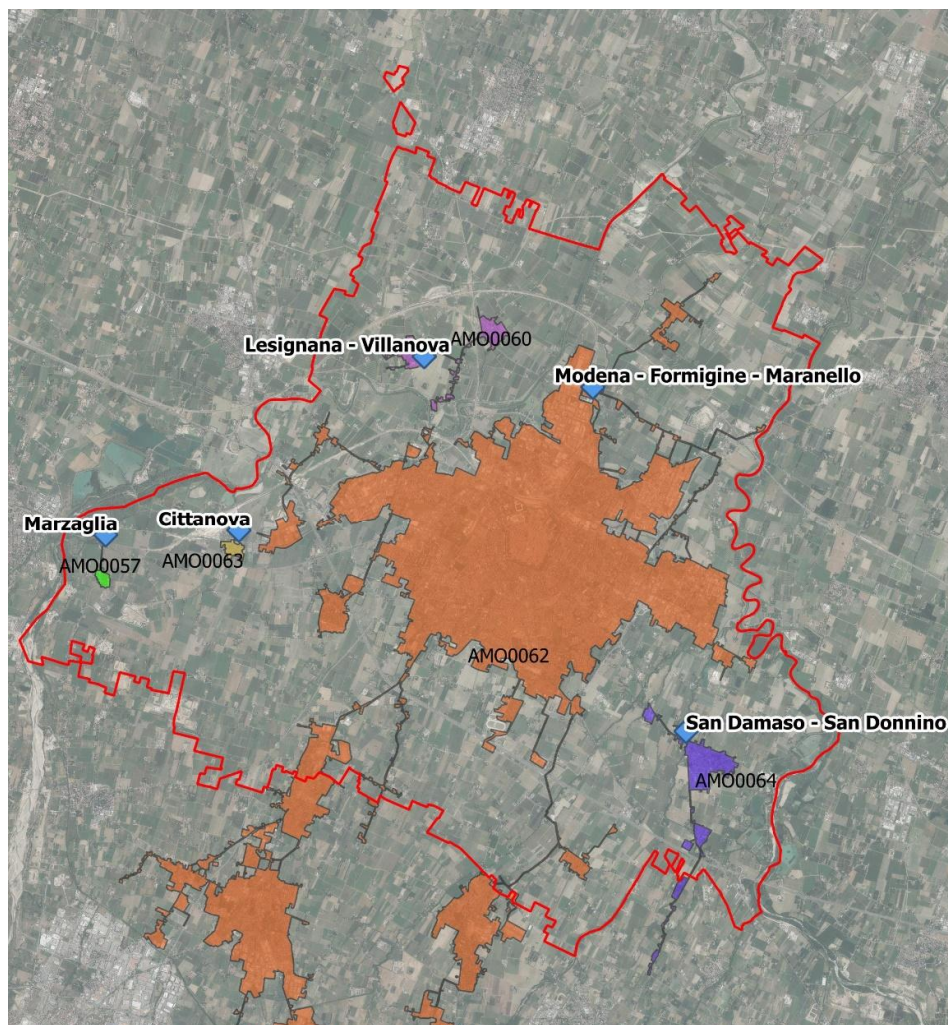


Figura 32 - Depuratori nel territorio di Modena e relativi agglomerati urbani afferenti (fonte: Portale minErva <https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/>).

5.1.1. CRITICITÀ DEL SISTEMA DI DRENAGGIO URBANO E DEPURAZIONE

Di seguito si descrivono le principali criticità emerse dall'analisi del reticolo di drenaggio e di fognatura.

1- Interconnessione tra rete di bonifica idraulica e rete fognaria.

Analogamente a quanto accade per il reticolo di bonifica, il fatto che si verifichi una marcata interazione tra rete di bonifica e rete fognaria rappresenta una forte criticità anche per il sistema di fognatura e soprattutto di depurazione. Infatti, a causa della commistione delle acque, in ingresso al depuratore a volte arrivano acque eccessivamente diluite che incidono negativamente

sull'efficienza del processo depurativo. Tale aspetto è maggiormente evidente nei periodi estivi, quando la rete di bonifica è invasata e quindi maggiori sono i volumi idrici che si riversano nella rete di drenaggio urbano. L'eccesso di volume in arrivo al depuratore di Modena non eccede la capacità di trattamento del depuratore, ma come innanzi accennato l'eccessiva diluizione delle acque reflue influisce negativamente sull'efficienza del processo. Il problema è acuito dal carattere misto della fognatura, che causa a sua volta eccesso di diluizione mediante le acque bianche di drenaggio che non necessiterebbero di depurazione, ed è inoltre esacerbato dai livelli di falda elevati che facilitano l'intercettazione ed il drenaggio delle acque sotterranee nella rete di fognatura. Detto fenomeno è particolarmente evidente nella zona di Cittanova.

La separazione delle reti, così come la realizzazione di canali di gronda (quali ad esempio il Diversivo Martiniana) che intercettano e deviano le acque dei bacini di monte verso il reticolo idrografico superficiale del Panaro, dovrebbero in parte ridurre la criticità.

2- Complessità gestionali.

Soprattutto a seguito dell'espansione urbanistica che ha caratterizzato il dopoguerra, diversi canali sono scomparsi dalle mappe catastali. La gestione di queste strutture, costituita per la maggior parte da canali tombati datati, talvolta con la presenza di edifici sovrastanti, è resa difficoltosa dal fatto che attualmente non risultano ben definiti i limiti tra gestione pubblica e privata e quindi non sono chiare le competenze.

Deve essere inoltre considerato che le modalità operative in centro storico possono talvolta rivelarsi complesse, anche per l'assenza di servitù ed anche perché i canali sono sottoposti a vincoli di natura architettonica e culturale. Criticità del reticolo idraulico nel centro storico sono legate, ad esempio, alla stabilità strutturale dei canali e quindi, anche degli edifici posti al di sopra di essi.

Per risolvere la criticità sarebbe necessario operare in collaborazione con gli enti interessati per definire la posizione delle reti, definirne la proprietà nonché le competenze e le modalità di intervento, gestione e riqualificazione.

3- Acque di prima pioggia.

Soprattutto nei periodi estivi, in seguito ad eventi di precipitazione brevi ed intensi, gli scaricatori entrano in funzione sversando nel corpo idrico ricettore acque non trattate. Ciò può comportare problematiche sulla qualità delle acque superficiali. Tale criticità, a causa della forte interconnessione tra reti di bonifica e reti di scolo, incide non solo sul reticolo naturale principale ma anche sulla qualità dei canali di Bonifica. A tale proposito, un'analisi degli scolmatori a forte impatto viene fornita nel *Piano di Indirizzo per il contenimento del carico inquinante delle acque di prima pioggia in uscita dagli scolmatori di piena* approvato con Deliberazione del Consiglio

Provinciale n. 55 del 25/03/09. Nell'agglomerato di Modena-Formigine, il Piano individua 13 scolmatori, cinque dei quali ad impatto forte e significativo sui corpi idrici ricettori, tra questi in particolare i due posti a monte del depuratore di Via Cavazza e quello sul Cavo Minutara, all'altezza di Via Divisione Acqui. Per dettagli si rimanda alla relazione del suddetto Piano ed alla cartografia ad esso allegata, in particolare alla Tavola 5 - Carta degli scolmatori e dei bacini di drenaggio afferenti - Agglomerato MOD01 - "Modena - Formigine". Modalità di adeguamento di tali manufatti a forte impatto, ordine di priorità degli interventi e tempistiche della realizzazione sono state definite nella DGR 201/2016 "Indirizzi all'Agenzia Territoriale dell'Emilia-Romagna per i Servizi idrici e rifiuti ed agli Enti competenti per la predisposizione dei programmi di adeguamento degli scarichi di acque reflue urbane". Come già precedentemente menzionato, gran parte degli interventi di adeguamento è stato completato o in via di completamento entro il 2024 secondo quanto definito nella DGR 569/2019.

La gestione delle acque di prima pioggia oggi giorno viene eseguita principalmente attraverso vasche di prima pioggia. Tali manufatti, spesso interrati, sono di difficile manutenzione. Inoltre, l'esperienza ha dimostrato come sia necessario tenerne traccia con soluzioni efficienti, al fine di poterle programmare le operazioni di pulizia e manutenzione straordinaria.

Approfondimenti riguardanti il censimento delle vasche di laminazione e la loro gestione potrebbero mitigare le problematiche legate alle acque di prima pioggia. E' inoltre opportuno valutare interventi alternativi, in accordo ai recenti orientamenti suggeriti dalla ricerca nazionale ed internazionali di settore. Interventi diffusi sul territorio, quali ad esempio la dispersione delle acque meteoriche tramite trincee drenanti, l'utilizzo di tetti verdi, oppure il riutilizzo delle acque meteoriche potrebbero costituire un'opportunità di mitigazione delle suddette criticità. Alcuni cenni su tali interventi sono presentati nel Capitolo 7.

4- Caratteristiche strutturali della rete di drenaggio urbano.

Un'ulteriore criticità è rappresentata dal fatto che i canali principali che corrono all'interno della città hanno sezioni molto ampie, essendo dimensionate per il trasferimento a valle delle portate provenienti dagli estesi bacini di scolo posti a sud della città stessa. Detti canali presentano inoltre pendenze di fondo molto modeste. Tali caratteristiche idrauliche rendono difficoltoso, in tempo secco, il deflusso delle esigue portate nere, che avviene con velocità molto basse, favorendo il conseguente deposito di sedimenti putrescibili misti a materiali di natura terrosa o lapidea provenienti dai bacini pedecollinari. Tali depositi, oltre a problemi igienico-sanitari soprattutto nel periodo di magra estiva, possono creare problemi di interrimento progressivo dei canali e comprometterne l'efficienza idraulica, con possibile aggravio del rischio idraulico. Criticità

strutturali della rete sono anche legate all'ambiente aggressivo o anche per le sottopressioni generate della falda sulle antiche reti.

5.1.2. AGGIORNAMENTO DELLA CARTA DEL CARICO IDRAULICO SUL TERRITORIO COMUNALE

La *Carta dei carichi idraulici del territorio comunale*, che è presentata in una tavola dedicata, è stata aggiornata rispetto alla versione precedente traendo frutto dalle elaborazioni idrologiche ed idrauliche effettuate nell'ambito del progetto Grow Green al quale il Comune di Modena partecipa. Dettagli sulle attività e sui risultati sono presentati a:

- <https://www.comune.modena.it/europa/news/progetto-grow-green-nature-based-solutions-per-la-resilienza-idrica-e-climatica>
- <http://growgreenproject.eu/>

In particolare, le elaborazioni idrologiche ed idrauliche sono state seguite dalla dott.ssa Sara Toniolo (Settore ambiente, edilizia privata ed attività produttive, Comune di Modena) e dagli ingg. Adelio Pagotto, Lorenzo Corti e Valentina Tavaglione.

In sintesi, mediante il software EPA SWMM è stato modellato l'intero territorio comunale modenese; in particolare sono stati individuati circa 400 bacini scolanti sia urbani sia extraurbani ed sono stati schematizzati e modellati circa 350 km di rete di canali e di fognature esistenti.

Il modello è stato calibrato su due eventi, uno estivo ed uno invernale. Le successive indagini sono avvenute inserendo nel modello precipitazioni meteoriche costanti di durata 180 minuti associate a differenti tempi di ritorno (2, 5, 10 e 20 anni) e valutando per ogni bacino il rapporto tra la portata idrologica e la portata di moto uniforme a sezione piena del collettore terminale al quale ciascun bacino afferisce. Tale rapporto definisce il carico idraulico su ogni singolo bacino.

L'elaborato *Carta dei carichi idraulici del territorio comunale* rappresenta i risultati delle modellazioni della precipitazione con tempo di ritorno 10 anni. Essa suddivide il territorio comunale in 5 classi di carico Q_c :

- CLASSE 1 ($0.00 \leq Q_c \leq 0.50$). Definisce un bacino il cui recapito finale risulta caratterizzato dalla possibilità di ricevere apporti idrici considerevoli;
- CLASSE 2 ($0.50 < Q_c \leq 0.80$). Definisce un bacino il cui recapito finale risulta caratterizzato dalla possibilità di ricevere apporti idrici modesti;
- CLASSE 3 ($0.80 < Q_c \leq 1.00$). Definisce un bacino il cui recapito finale risulta quasi in condizioni critiche. Può ricevere ulteriori apporti che dovranno essere valutati attentamente;
- CLASSE 4 ($1.00 < Q_c \leq 1.25$). Definisce un bacino il cui recapito finale risulta in condizioni critiche. Può ricevere ulteriori apporti che dovranno essere valutati attentamente;

- CLASSE 5 ($Q_c > 1.25$). Definisce un bacino in cui si evidenzia la necessità inderogabile di interventi di riequilibrio idraulico.

La carta fornisce una prima indicazione della criticità a grande scala che potrà eventualmente essere integrata da analisi a scala locale.

5.2 SISTEMA ACQUEDOTTISTICO

In passato, la risorsa idrica dei territori Modenesi era costituita dalle acque che, all'incirca nella fascia di passaggio tra media ed alta pianura, sgorgavano naturalmente dal terreno, dando vita a fontanili o risorgive.

Tutta la zona a sud del capoluogo (quartiere di San Faustino e frazioni di Baggiovara e Cittanova), prima di essere bonificata con la costruzione dei canali (Canalchiaro, Modenella, Archirola, etc.), era semisommersa da acque sorgive. Altri importanti gruppi di fontanili affioravano a Bosco Fontana (località al confine con Reggio Emilia, compresa tra i comuni di Rubiera e Campogalliano), a Cognento (Modena sud-ovest) e, dalla parte opposta, verso est, a villa Bentivoglio, a Montale di Castelnuovo Rangone, a Castelfranco Emilia e a Molino Dolo, presso villa Melara. I fontanili di Molino Dolo, unici sopravvissuti al progressivo abbassamento della falda freatica, sono ancora attivi, seppur soggetti a periodici inquinamenti da rigurgiti di canali di scolo.

Attualmente l'approvvigionamento idrico della pianura modenese avviene tramite pozzi che prelevano dalla falda dalla quale l'acqua è emunta per sollevamento. Le acque sotterranee sono ospitate da due conoidi principali, quella dei Fiumi Secchia e Panaro.

Relativamente al comune di Modena, la risorsa idrica ha origine da emungimenti di acque sotterranee provenienti da quattro diversi campi pozzi situati nella zona di Cannizzaro e Cognento (pozzi A), Amendola (pozzi B), Marzaglia (pozzi C) e nel Comune di San Cesario (pozzi D). La posizione dei campi pozzi è mostrata in Figura 33. Tali pozzi sono in uso al gestore dei servizi idrici integrati che, per il Comune di Modena, è il Gruppo HERA S.p.A..

A Cognento, inoltre, si trovano anche altri pozzi in uso ad AIMAG SpA, a servizio di altri Comuni della bassa Modenese. Il sistema acquedottistico gestito da AIMAG si avvale per circa il 44% dell'acqua emunta dal campo pozzi a Cognento. Recentemente tale campo pozzi è stato potenziato attraverso la realizzazione di 9 ulteriori pozzi a servizio di AIMAG. Attualmente vi sono due tubazioni per l'adduzione dell'acqua emunta da Cognento verso i Comuni serviti da AIMAG; esse attraversano il Comune di Modena in direzione Nord-Est. Entro il 2019, è prevista la realizzazione di una terza tubazione e la dismissione di una delle attuali tubazioni di adduzione.

Relativamente al sistema a servizio del Comune di Modena, gestito da HERA S.p.A., l'acqua, dai pozzi viene convogliata verso due centrali di rilancio situate in Via Cannizzaro e Via Collegarola.

L'impianto principale di rilancio, situato in Via Cannizzaro, è servito dagli acquiferi delle frazioni di Cognento, Marzaglia e Amendola rientranti nella conoide del Secchia, rispettivamente campo pozzi A, C e B. Quest'ultimo, sito al margine della conoide del Secchia, risente del chimismo delle conoidi minori. Nell'impianto è presente un'interconnessione bidirezionale con la rete di AIMAG, che assicura robustezza alla rete in caso di situazioni critiche originate da scarsità idrica o rotture.

La potabilizzazione dell'acqua in Via Cannizzaro avviene tramite decantazione e clorazione. La centrale di Via Cannizzaro, in funzione dal 1988, fornisce acqua potabile a circa 125.000 abitanti attraverso una rete di distribuzione che avvolge ad anello l'intero centro urbano. Il sistema di adduzione della centrale di Via Cannizzaro è in grado di alimentare il sistema di rilancio verso Baggiovara sulla premente del quale è presente uno stacco per l'alimentazione del borgo di Cognento.

Il secondo impianto di sollevamento sorge in Via Collegarola (zona sud-est del capoluogo) ed interessa i campi acquiferi della conoide del Fiume Panaro (campo pozzi D).

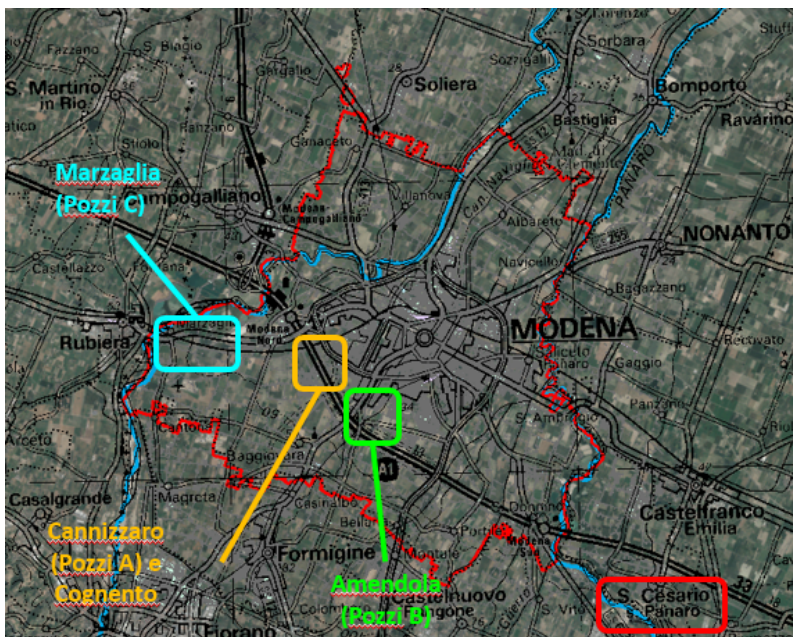


Figura 33 – Perimetrazione del Comune di Modena (in rosso). Individuazione qualitativa dei principali campi pozzi presenti nel Comune.

La rete per la distribuzione dell'acqua potabile nel Comune di Modena ha uno sviluppo di circa 730 km, con diametri che variano tra pochi centimetri fino a condotti di diametro 800 mm (Figura 34).

Essa è stata realizzata principalmente tra gli anni '60 ed i primi anni del 2000, ed è costituita per circa l'80% da tubazioni con diametri inferiori a 20 cm, principalmente in cemento-amianto (circa il 48%) e polietilene (circa il 41%). Le restanti sono in PVC, acciaio e ghisa. Logisticamente la distribuzione avviene tramite una tangenziale idrica di grosso diametro in acciaio (diametro 500 mm) che indicativamente segue il percorso della tangenziale viaria al servizio della città. Dalla tubazione, che non è ad anello chiuso, si staccano condotte che conducono l'acqua verso il reticolo magliato interno; sono altresì presenti alcune condotte portanti che distribuiscono la risorsa idropotabile dalla centrale di via Cannizzaro direttamente verso il centro città. La rete distributiva prevede altresì alcuni rilanci e alcune interconnessioni con altri sistemi acquedottistici: il rilancio di Via Gherbella risolve acqua destinata alla zona Portile-Santa Lucia e alla via Martiniana, dove sussiste una interconnessione con il sistema acquedottistico destinato ai comuni a sud di Modena; il rilancio per Castelnuovo Rangone, sito anch'esso nei pressi della Via Martiniana; l'interconnessione al Navicello con il sistema acquedottistico SORGEA.

Un nodo importante per la regolazione delle pressioni in rete è quello situato in Via Martiniana, a Baggiovara. Nel nodo idraulico infatti viene spillata acqua dal sistema acquedottistico a servizio del Comune di Modena per mandarla verso altri comuni pedecollinari. Relativamente al comune di Modena, ciò comporta che le zone a sud siano quelle maggiormente depresse dal punto di vista delle pressioni in rete e, pertanto, le più critiche.

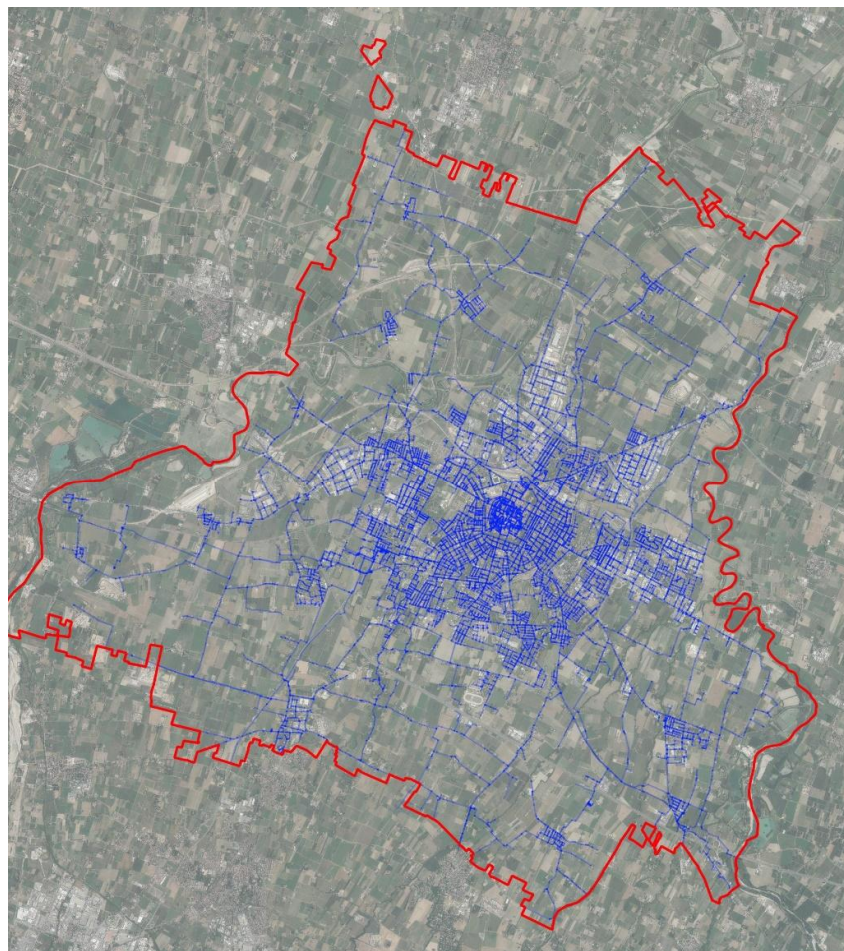


Figura 34 – Rete acquedottistica nel territorio comunale (in blu. Fonte: immagine fornita dal Comune di Modena su dati HERA).

1.1.6 CRITICITÀ DEL SISTEMA ACQUEDOTTISTICO

1- Future espansioni ed urbanizzazioni significative

Attualmente non sono state segnalate criticità nella rete, sia in termini di risorsa idrica che di pressioni. Tuttavia, alcune zone, hanno raggiunto la saturazione rispetto all’approvvigionamento (in termini di pressioni e/o di risorsa). Future massicce urbanizzazioni implicherebbero la realizzazione di interventi significativi per poter garantire l’approvvigionamento idrico appropriato.

I territori comunali più a sud sono quelli maggiormente depressi dal punto di vista delle pressioni in rete e, pertanto, attualmente sono le zone più critiche. La zona di Vaciglio, ad esempio, è particolarmente debole dal punto di vista delle pressioni in rete e la situazione potrebbe esacerbarsi se venissero realizzate ulteriori urbanizzazioni. A tale proposito si segnala che

all'urbanizzazione attualmente in corso di realizzazione posta tra la strada Nuova Estense e via Morane, significativa per numero di alloggi, è stato richiesto di partecipare alla realizzazione di un intervento puntuale di potenziamento rete. Altra zona critica è in via Fratelli Rosselli (zona Amendola).

Inoltre, la zona ad ovest del Fiume Secchia (Lesignana, Villanova, Ganaceto) è servita da un'unica tubazione che attraversa il Secchia stesso per cui si segnala la potenziale criticità in caso di fuori servizio della condotta principale. Inoltre, eventuali espansioni significative comporterebbero necessariamente la realizzazione di interventi per poter soddisfare il fabbisogno idrico, a seconda dell'effettiva ubicazione e dei fabbisogni richiesti.

2- Caratteristiche chimiche delle acque

La principale criticità delle risorse addotte ai sistemi di raccolta e rilancio è legata al sempre più evidente problema di contaminazione da nitrati che rendono necessarie operazioni di taglio e miscelazione delle acque. Negli anni, infatti, si è registrato un progressivo aumento dei nitrati in falda (legato ad attività zootecniche). Tale aspetto si evidenzia maggiormente ai campi pozzi di via Amendola (pozzi B) ed a Cognento. Una trattazione della problematica era già stata affrontata alla Sezione 4, paragrafo 4.3.4, alla quale si rimanda per maggiori dettagli.

L'aspetto della preservazione qualitativa della falda dall'aumento di concentrazione di nitrati riguarda entrambe le conoidi, e tutti i campi pozzi. Si tratta, come noto, di un problema diffuso a livello regionale, nazionale ed internazionale. Esso rappresenta una problematica estremamente complessa e delicata, che necessita di un bilanciamento tra espansione urbanistica da un lato, e mantenimento quali/quantitativo della risorsa idrica dall'altro. A tale proposito, risultano importanti la definizione ed il rispetto delle fasce di salvaguardia e delle zone di riserva dell'acquifero.

La materia della protezione delle acque sotterranee da nitrati è regolata dalla direttiva 91/676/CEE del Consiglio Europeo, meglio nota come Direttiva nitrati, del 12 dicembre 1991. La Direttiva ha introdotto due importanti novità: la designazione di Zone Vulnerabili ai Nitrati di origine agricola (ZVN) e la predisposizione ed applicazione di specifici "Programmi d'azione" che stabiliscono le modalità con cui può essere effettuata l'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento nelle Zone Vulnerabili. In Italia la Direttiva nitrati è stata recepita con D.Lgs. 11 maggio 1999 n. 152, successivamente abrogato e sostituito dal Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante "Norme in materia ambientale". Ai sensi dell'art. 112 del Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 è stato emanato il Decreto 7 Aprile 2006 recante: "Criteri e norme tecniche generali per la disciplina regionale dell'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento", successivamente abrogato e sostituito dal Decreto 25 febbraio 2016 "Criteri e norme tecniche generali per la disciplina

regionale dell'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e delle acque reflue, nonché per la produzione e l'utilizzazione agronomica del digestato". Quest'ultimo, oltre a contenere gli obblighi già individuati a livello comunitario ai fini della protezione delle acque, stabilisce i criteri e i parametri cui le Regioni devono attenersi nel redigere i propri Programmi d'Azione.

Il Programma d'Azione Nitrati della Regione Emilia-Romagna è contenuto all'interno del Regolamento di Giunta Regionale n.3 del 15 dicembre 2017 "Regolamento regionale in materia di utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento, del digestato e delle acque reflue", che ha aggiornato il precedente regolamento di Giunta Regionale n. 1 del 4 gennaio 2016, con i seguenti obiettivi principali:

- aggiornare sia il Programma d'Azione per le Zone Vulnerabili ai Nitrati, che le disposizioni per le Zone non Vulnerabili ai Nitrati, relativamente all'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e delle acque reflue derivanti da aziende agricole e piccole aziende agro-alimentari.
- recepire la disciplina sull'utilizzazione agronomica del digestato, distinguendo due tipologie di digestato, agrozootecnico e agroindustriale, in base ai materiali e alle sostanze in entrata all'impianto di digestione anaerobica e definendone le condizioni e le modalità per l'utilizzazione agronomica.

Tra le modifiche che sono state introdotte dal nuovo Regolamento c'è una maggiore flessibilità dei periodi di divieto di utilizzazione agronomica, in funzione dell'andamento meteorologico: dal 1 febbraio 2018 le disposizioni riguardo ai periodi di divieto sono diffuse con il Bollettino nitrati settimanale.

6. RISCHIO IDRAULICO

Lo stato dei sistemi di drenaggio naturali ed artificiali di un territorio determina le condizioni di rischio idraulico, le quali a loro volta costituiscono un elemento di massima rilevanza per la pianificazione urbanistica a livello comunale. Il rischio idraulico risulta dall'integrazione delle vulnerabilità dei sistemi di drenaggio e pertanto è opportuno considerarlo quale informazione a sé stante, che viene presentata in questa sezione del presente lavoro.

Inizialmente si accenna ai contenuti del PTCP ed alle sue delimitazioni individuate nella *Carta n. 1.1 - Carte delle Tutele - Tutela delle risorse paesistiche e storico-culturali* e nella *Carta 2.3 - Rischio idraulico: carta della pericolosità e della criticità idraulica*. In tale contesto vengono richiamate le definizioni delle fasce fluviali del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). Nell'articolazione del capitolo, si è scelto di non trattare nello specifico gli elaborati di PAI in quanto il PTCP assume il valore e gli effetti di PAI, specificandone ed articolando i contenuti e delle relative disposizioni regionali di attuazione⁸. Vengono invece richiamati più nel dettaglio gli elaborati del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni - secondo ciclo. All'interno del capitolo è infine presentata la situazione attuale del territorio comunale in merito all'aspetto del rischio idraulico, risultato degli incontri effettuato coi diversi Enti durante la stesura del presente elaborato.

Il PTCP distingue le zone di tutela dei caratteri ambientali (art. 17 delle Norme di PTPR) in *"Fasce di espansione inondabili"* e *"Zone di tutela ordinaria"*, definite nell'art. 9 delle Norme di Attuazione nel PTCP (Figura 35). Le fasce di espansione inondabile si definiscono come le fasce di espansione adiacenti all'alveo di piena, costituite da golene e/o aree normalmente asciutte, ma suscettibili di inondazione in caso di eventi eccezionali con tempo di ritorno plurisecolare, ovvero interessate da progetti di nuova risagomatura e riprofilatura, che si identificano: 1) nei tratti arginati dei fiumi Secchia e Panaro con l'area costituita da golene e/o aree normalmente asciutte; 2) nei rimanenti tratti per i fiumi Secchia e Panaro, e per gli altri corsi d'acqua naturali, con le aree come delimitate nella suddetta Carta n.1.1.. Le zone di tutela ordinaria che per gli alvei non arginati corrispondono alle aree di terrazzo fluviale, per gli alvei arginati, in assenza di limiti morfologici certi, corrispondono alla zona di antica evoluzione ancora riconoscibile o a "barriere" di origine

⁸ Il PTCP di Modena assume il valore e gli effetti di piano settoriale di tutela e uso del territorio di propria competenza e trova applicazione in luogo del PAI vigente a seguito dell'Intesa per la definizione delle disposizioni del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) di Modena relative all'attuazione del "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po" (PAI), stipulata ai sensi dell'art. 57, comma 1, del decreto legislativo n. 112 del 31 marzo 1998, dell'art. 21 della L. R. Emilia-Romagna n. 20 del 24 marzo 2000 e dell'art. 1, comma 11, delle norme di attuazione del PAI, sottoscritta il 14 ottobre 2010 dall'Autorità di Bacino del fiume Po, dalla Regione e dalla Provincia di Modena (http://www.adbpo.it/PAI/PTCP/PTCP_Modena.pdf).

antropica delimitanti il territorio agricolo circostante qualora questo presenti elementi connessi al corso d'acqua.

Per dettagli sulle fasce di espansione inondabili del PTCP dal punto di vista idraulico e per la descrizione dei criteri adottati per la definizione delle fasce fluviali si rimanda alla Relazione Generale - paragrafi 4.A.1.2 e 4.A.1.3.

Da un confronto cartografico e delle defizioni tra PTCP e PAI ⁹ appare evidente che la Fascia A del PAI trova una sostanziale coincidenza con la definizione del PTCP (art. 10) "Invasi e alvei di laghi bacini e corsi d'acqua", mentre la fascia B del PAI corrisponde indicativamente a quella che il PTCP rappresenta come "Fascia di espansione inondabile". Il PTCP definisce il "limite delle aree soggette a criticità idraulica" (si veda Carta 2.3 - Figura 36) ottenuto da un'estensione della fascia C del PAI ampliata fino ai confini provinciali a Est e Ovest e a Sud fino al limite della parte superiore del sistema collinare. Tale limite include interamente il Comune di Modena.

Di particolare rilevanza nella tematica del rischio idraulico nel PTCP risulta inoltre essere la *Carta 2.3 - Rischio idraulico: carta della pericolosità e della criticità idraulica* di cui si mostra uno stralcio in Figura 36.

All'interno della carta sono stati mappati i seguenti ambiti di riferimento (art. 11 delle NA):

"A1. aree ad elevata pericolosità idraulica rispetto alla piena cinquantennale corrispondenti alle fasce di rispetto individuate in base alle diverse altezze arginali; in tale area un'onda di

⁹ Le Norme di Attuazione del PAI classificano all'art. 28 le seguenti fasce fluviali:

- fascia di deflusso della piena (Fascia A), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento [...], ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;
- fascia di esondazione (Fascia B), esterna alla precedente, costituita dalla porzione di territorio interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento [...]. Il limite di tale fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento, ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento). Il Piano indica con apposito segno grafico, denominato "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C", le opere idrauliche programmate per la difesa del territorio. Allorché dette opere saranno realizzate, i confini della Fascia B si intenderanno definiti in conformità al tracciato dell'opera idraulica eseguita [...];
- Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C), costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento [...].

piena disalveata compromette gravemente il sistema insediativo, produttivo e infrastrutturale interessato;

A2. aree depresse ad elevata criticità idraulica di tipo A, con possibilità di permanenza dell'acqua a livelli maggiori di 1 m.; tali aree si trovano in comparti morfologici allagabili e sono caratterizzate da condizioni altimetriche e di drenaggio particolarmente critiche;

A3. aree depresse ad elevata criticità idraulica di tipo B, situate in comparti morfologici allagabili, ma caratterizzate da condizioni altimetriche meno critiche della classe precedente, aree caratterizzate da scorrimento rapido e buona capacità di smaltimento, ad elevata criticità idraulica poiché situate in comparti allagabili;

A4. aree depresse a media criticità idraulica con bassa capacità di smaltimento situate in comparti non immediatamente raggiungibili dall'acqua, ma caratterizzate da condizioni altimetriche che ne determinano la difficoltà di drenaggio e tempi lunghi di permanenza.”

L'indicazione relativa al grado di criticità deriva da un'analisi altimetrica ma anche morfologica del territorio documentando il contributo che i rilevati antropici o naturali possono avere sul propagarsi delle acque esondate. Per dettagli sui cui criteri metodologici di formazione della carta si rimanda all'Allegato 1 della Relazione generale. In estrema sintesi, essa delimita le aree in cui l'elevata probabilità di esondazione e/o l'elevata vulnerabilità presente comporta l'attivazione di impianti normativi, di processi pianificatori urbanistici, di difesa del suolo e di protezione civile atti ad assicurare un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni alluvionali.

Nella Carta 2.3 sono inoltre rappresentate le infrastrutture per la sicurezza idraulica del territorio esistenti e quelle previste. Esse sono elencate al comma 12 dell'art. 11 delle NA del PTCP e descritte con più dettaglio nel paragrafo 4.A.1.4 della Relazione Generale del Piano.

Nei territori che ricadono all'interno del limite delle aree soggette a criticità idraulica, devono essere adottate misure volte alla prevenzione del rischio idraulico ed alla corretta gestione del ciclo idrico (si veda ad esempio l'art. 11 - Sostenibilità degli insediamenti rispetto alla criticità idraulica del territorio delle NA del PTCP).

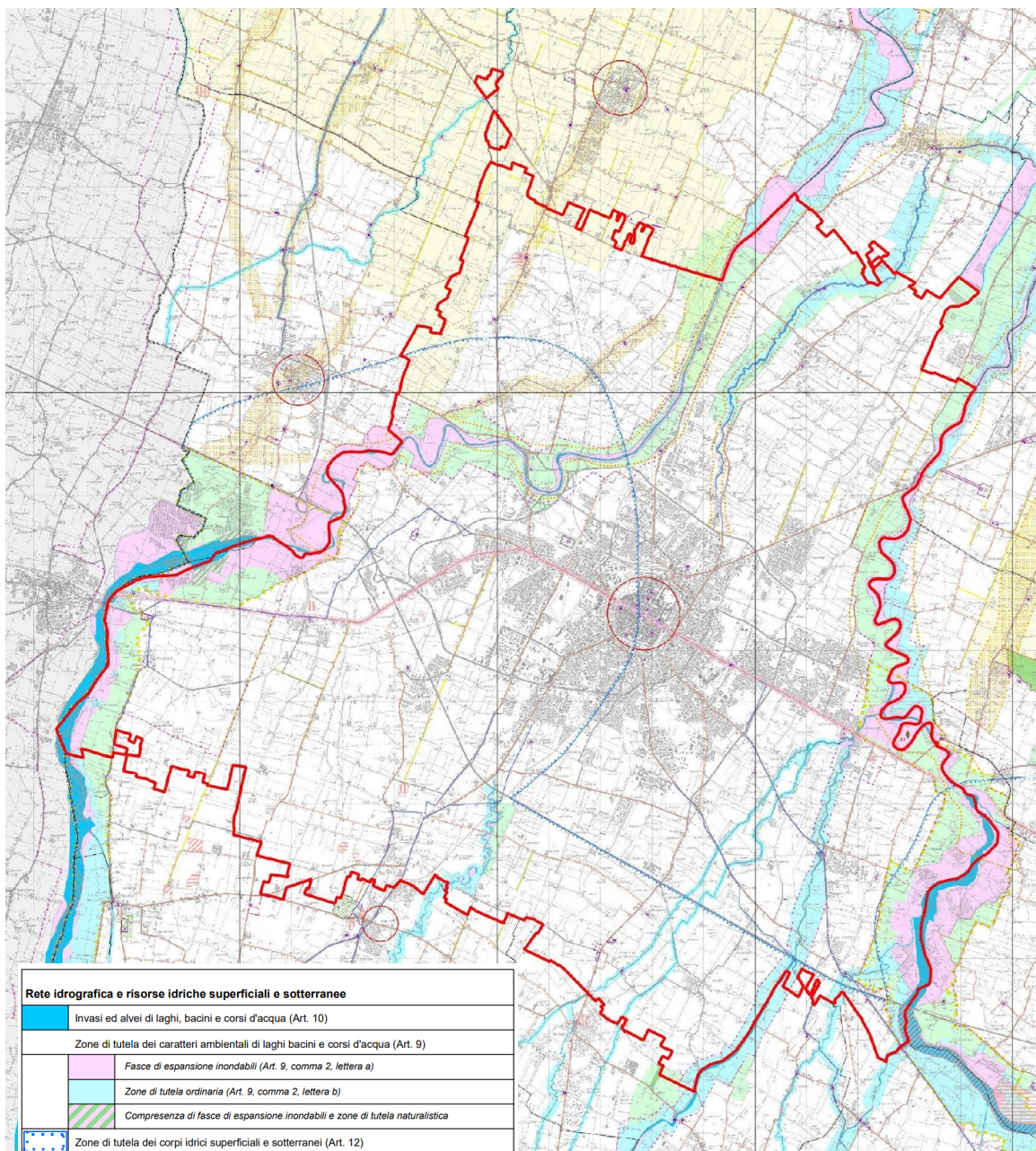


Figura 35 - Estratto cartografico del PTCP "Carta n. 1.1 - Carte delle Tutele - Tutela delle risorse paesistiche e storico-culturali". Un estratto della legenda è mostrato in basso a sinistra. In rosso è indicato il perimetro del comune di Modena.

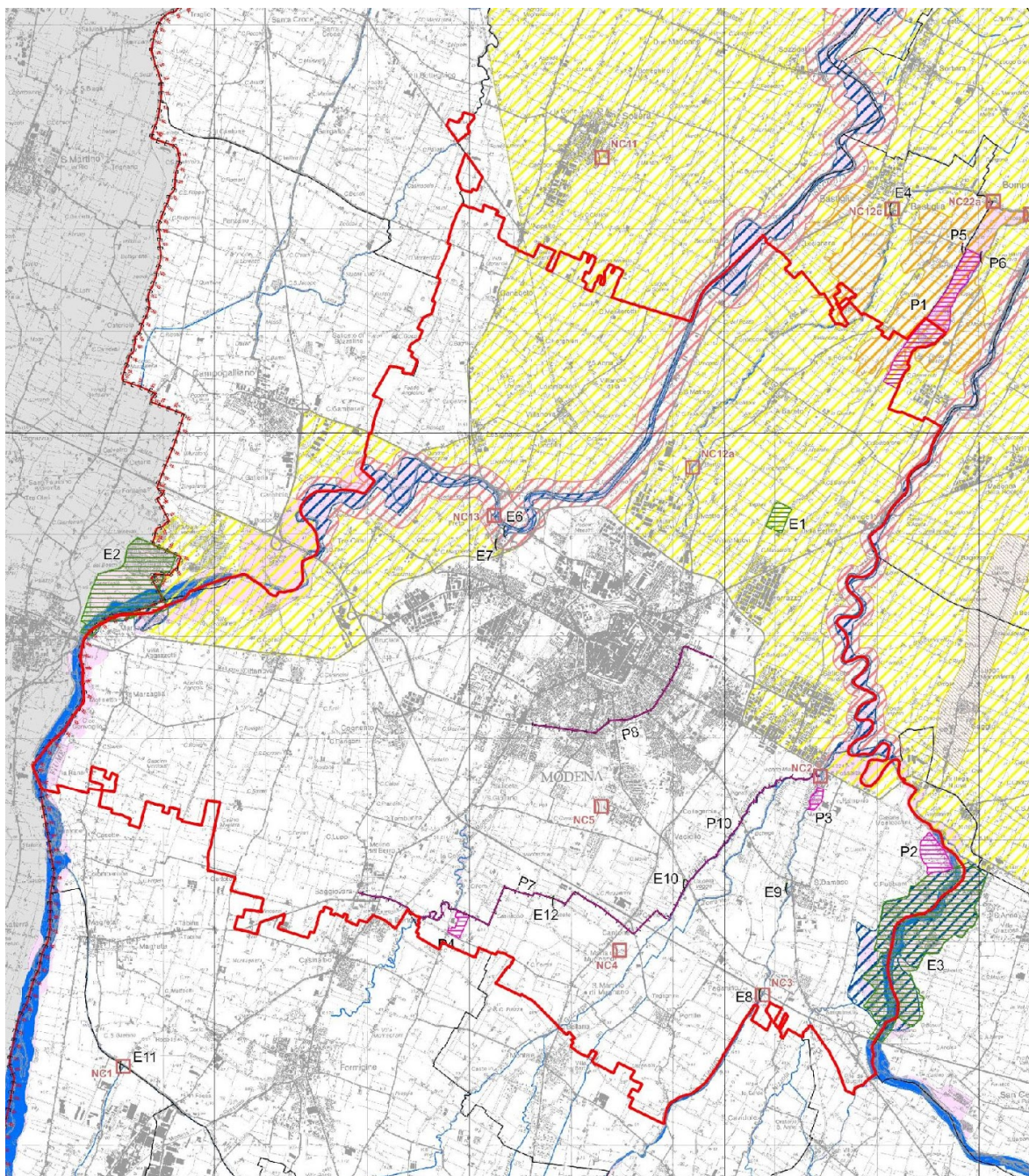


Figura 36 – Estratto cartografico del PTCP “Carte delle Sicurezze del Territorio - 2.3. Rischio idraulico: carta della pericolosità e della criticità idraulica”. La relativa legenda è mostrata in Figura 37. In rosso è indicato il perimetro del comune di Modena.

VOCI DI LEGENDA	
Aree a differente pericolosità e/o criticità idraulica	
	A1 - Aree ad elevata pericolosità idraulica (Art.11)
	A2 - Aree depresse ad elevata criticità idraulica con possibilità di permanenza dell'acqua a livelli maggiori di 1 metro (Art.11)
	A3 - Aree depresse ad elevata criticità idraulica aree a rapido scorrimento ad elevata criticità idraulica (Art.11)
	A4 - Aree a media criticità idraulica con bassa capacità di scorrimento (Art.11)
	Aree golenali naturali ed artificiali
	Paleodossi di accertato interesse (Art.23A, comma 2, lettera a)
	Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua (Art.10)
	Fasce di espansione inondabili (Art.9, comma 2, lettera a)
	Limite delle aree soggette a criticità idraulica (Art. 11)
Infrastrutture per la sicurezza idraulica esistenti	
	E1 Cassa di laminazione del Cavo Argine E2 Cassa di laminazione del Fiume Secchia E3 Cassa di laminazione del Fiume Panaro
	E4 Paratoia di regolazione del Cavo Levata E5 Porte Vinciane del Canale Naviglio E6 Paratoia di regolazione del Canale di Freto E7 Clapet del Canale di Freto E8 Sifone a botte del Canale San Pietro E9 Attraversamento pensile del Canale Diamante E10 Sifone a botte del Canale San Pietro E11 Sifone a botte del Canale di Modena E12 Paratoia di regolazione del Cavo Archirola E13 Porte Vinciane del Canale Collettore Acque Alte
Infrastrutture per la sicurezza idraulica previste e/o da completare	
	P1 Cassa di laminazione Prati di San Clemente P2 Cassa di laminazione Fiume Panaro (ampliamento e regolazione) P3 Cassa di laminazione del Torrente Tiepido P4 Cassa di laminazione del Diversivo Martiniana
	P5 Paratoia di regolazione del Cavo Argine P6 Paratoia di regolazione del Cavo Minutara
	P7 Diversivo Martiniana P8 Collettore di Levante P9 Opera di difesa della della città di Sassuolo P10 Risagomatura del Torrente Grizzaga
Nodi di criticità idraulica	
	NC1 Rio Corlo (Canale di Modena, Fossa di Spezzano) NC2 Torrente Tiepido, Grizzaga e Gherbella (Fiume Panaro) NC3 Canale di San Pietro (Torrente Tiepido) NC4 Sistema Martiniana (Torrente Tiepido) NC5 Cavo Archirola NC7 Cavo Finaletto NC8 Fossetta Torbida NC9 Rio San Marco NC10 Rio dei Gamberi NC11 Cavo Arginetto NC12a Canale Naviglio NC12b Canale Naviglio NC12c Cavo Levata (Canale Naviglio) NC13 Canaletto di Freto NC19 Rio Faellano (Fiume Panaro) NC20 Rio Faellano (Fiume Panaro) NC21 Rio Corlo NC22a Cavo Argine (Canale Naviglio) NC22b Cavo Minutara (Canale Naviglio) NC25a Diversivo Gherardo (Cavo Lama) NC25b Diversivo Cavata (Cavo lama) NC25c Diversivo Cavata NC26 Fossa Cappello (Canale Acque Basse Modenesi) NC30 Dogaro Uguzzone, Scolo Raimonda (Canale di Burana) NC38 Acque Alte (Fiume Panaro)
	Indicazione dei tratti passibili di sormonto arginale per piene con tempo di ritorno di 100 anni del torrente Samoggia Piano Stralcio per il Bacino del Torrente Samoggia (Aggiornamento 2007 - D.G.R. n.192 del 17/11/2008)
LIMITI AMMINISTRATIVI	
	Limite di Regione
	Limite di Provincia
	Limite di Comune

Figura 37 - Legenda PTCP “Carte delle Sicurezze del Territorio - 2.3. Rischio idraulico: carta della pericolosità e della criticità idraulica” (Figura 36).

Nel 2007 è stata introdotta la Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione del rischio di alluvioni, recepita nell'ordinamento italiano con il Decreto Legislativo 23 febbraio 2010 n. 49. In analogia a quanto predispone la Direttiva 2000/60/CE in materia di qualità delle acque, la Direttiva 2007/60/CE vuole creare un quadro di riferimento omogeneo a scala europea per la gestione dei fenomeni alluvionali e si pone, pertanto, l'obiettivo di ridurre i rischi di conseguenze negative derivanti dalle alluvioni soprattutto per la vita e la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale, l'attività economica e le infrastrutture.

In dicembre 2018 ha preso avvio il processo di partecipazione pubblica che accompagna le fasi di aggiornamento e riesame dei tre Piani dell'Autorità di bacino distrettuale del Fiume Po (di seguito Autorità di bacino o Autorità distrettuale o AdBPo):

- il Piano di Gestione del distretto idrografico del Fiume Po (PdG Po 2021 o PdG Acque), al terzo ciclo di pianificazione
- il Piano di Bilancio Idrico (PBIPo 2021), al secondo ciclo di pianificazione;
- il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA 2021), al secondo ciclo di pianificazione.

In dicembre 2019 è stata pubblicata la *“Valutazione Globale Provvisoria unica dei principali problemi di gestione nel distretto idrografico del fiume Po”* (di seguito Valutazione Globale Provvisoria o VGP - <https://pianoalluvioni.adbpo.it/valutazione-globale-provvisoria/>). La VGP è il documento di Piano previsto dal D.Lgs. 152/2006 (art. 66 co. 7 lett. b) che recepisce l'art. 14 par.1, lett. b) della direttiva 2000/60/CE, per illustrare i principali problemi di gestione delle acque ai fini della partecipazione attiva dei soggetti interessati all'elaborazione, all'attuazione e all'aggiornamento dei piani di bacino. La VGP e le mappe aggiornate sono state oggetto di un periodo di osservazioni e contributi da parte di Enti, privati, associazioni.

La VGP riporta l'inquadramento generale del contesto territoriale d'interesse e delle problematiche connesse con le tematiche specifiche dei Piani (qualità delle acque, usi della risorsa idrica, fenomeni alluvionali), con una descrizione delle attività in corso e delle priorità di intervento che si intendono perseguire sulla base dell'esperienza acquisita con i cicli di pianificazione precedenti.

Il primo ciclo del PGRA si è concluso nel marzo del 2016¹⁰ quando sono stati approvati i piani attualmente vigenti relativi al periodo 2015-2021. Il secondo ciclo è in corso con le attività che porteranno, nel dicembre 2021, all'approvazione dei nuovi PGRA. Attualmente, per il secondo ciclo, sono state concluse nel dicembre 2018 la fase 1 (valutazione preliminare del rischio di

¹⁰ Deliberazione n. 2/2016 del 3 marzo 2016 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po.

alluvioni) e nel dicembre 2019 la fase 2 (aggiornamento delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvione). La fase 3 (predisposizione dei Piani di Gestione del Rischio di Alluvioni di seconda generazione) dovrà essere conclusa entro il 22 dicembre 2021).

Relativamente al reticolo costituito dall'asta principale del Fiume Po e dai suoi maggiori affluenti nei tratti di pianura e nei principali fondovalle montani e collinari, il cosiddetto reticolo principale (RP), il primo ciclo del PGRA ha individuato delle aree a rischio significativo di alluvione, identificate con l'acronimo ARS. Esse corrispondevano a nodi critici di rilevanza strategica in cui le condizioni di rischio elevato o molto elevato coinvolgono insediamenti abitativi e produttivi di grande importanza, numerose infrastrutture di servizio e le principali vie di comunicazione. Il Comune di Modena è interessato da due ARS relative ai fiumi e Secchia e Panaro. Nel secondo ciclo del PGRA sono state definite delle aree a rischio potenziale significativo di alluvione o APSFR (*Areas of Potential Significant Flood Risk*) che costituiscono un sottoinsieme delle mappe laddove sono presenti situazioni di rischio potenziale significativo. Per tutte le APSFR è stata mappata la pericolosità (estensione delle aree allagabili per ciascuno scenario di pericolosità/probabilità) e il rischio (elementi esposti e classi di rischio), mentre non per tutte le APSFR, in particolare per quelle regionali, è stato possibile, per mancanza dei dati di base, mappare i tiranti e le velocità. Per dettagli sul processo metodologico che ha portato alla definizione e pubblicazione delle mappe nel secondo ciclo si rimanda ad esempio alla *Relazione Metodologica - Aggiornamento e revisione delle mappe di pericolosità e del rischio di alluvione redatte ai sensi dell'art. 6 del D.lgs. 49/2010 attuativo della Dir. 2007/60/CE – Il ciclo di gestione* (<https://pianoalluvioni.adbpo.it/piano-gestione-rischio-alluvioni-2021/>).

Ai fini della mappatura dell'attuale secondo ciclo di gestione le APSFR individuate sono suddivise in:

- APSFR distrettuali: a cui corrispondono le aree di rilevanza strategica a scala di distretto che richiedono misure di mitigazione complesse per le quali è necessario il coordinamento delle politiche di più Regioni;
- APSFR regionali: a cui corrispondono situazioni di rischio elevato o molto elevato per le quali è necessario il coordinamento delle politiche regionali alla scala di sottobacino.

Una perimetrazione complessiva delle APSFR che interessano il comune di Modena è mostrata in Figura 38; nello specifico esse sia articolano in:

- *Fiume Secchia dalla cassa di espansione alla confluenza in Po* di livello distrettuale (ITN008_ITBABD_APSFR_2019_RP_FD0019). Confrontabile con l'ARS del Fiume Secchia del primo ciclo del PGRA (Figura 39);

- *Fiume Panaro dalla cassa di espansione alla confluenza in Po* di livello distrettuale (ITN008_ITBABD_APSFR_2019_RP_FD0020). Confrontabile con l'ARS del Fiume Panaro del primo ciclo del PGRA (Figura 40);
- *Tiepido - da Oglio di Sopra a confluenza Panaro* di livello regionale (ITN008_ITCAREG08_APSFR_2019_MUL_FD0021). Analogamente alla precedente il comune viene interessato marginalmente da questa APSFR (Figura 41);
- *Fiume Secchia da Cerredolo ad Arceto* di livello regionale (ITN008_ITCAREG08_APSFR_2019_RP_FD0017). Il comune di Modena è interessato marginalmente da questa APSFR (Figura 42).

Per tutte le suddette APSFR sono disponibili le mappe dei tiranti idraulici per i tre scenari di alluvione considerati.

Il PGRA ha inoltre provveduto ad identificare criticità nel reticolo costituite dai corsi d'acqua secondari di pianura, naturali e artificiali, in buona parte gestiti dai Consorzi di bonifica e irrigui nella medio bassa pianura padana, il cosiddetto Reticolo secondario di pianura (RSP), anch'esse esaminate nelle sezioni successive.

Nelle aree mappate nel PGRA valgono le disposizioni definite dalla D.G.R. 1300/2016 "Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di gestione del rischio di alluvioni nel Settore Urbanistico, ai sensi dell'art. 58 Elaborato n. 7 (Norme di attuazione) e dell'art. 22 Elaborato n. 5 (Norme di attuazione) del progetto di variante al PAI e al PAI Delta adottato dal Comitato Istituzionale Autorità di Bacino del Fiume Po con deliberazioni n. 5/2015.

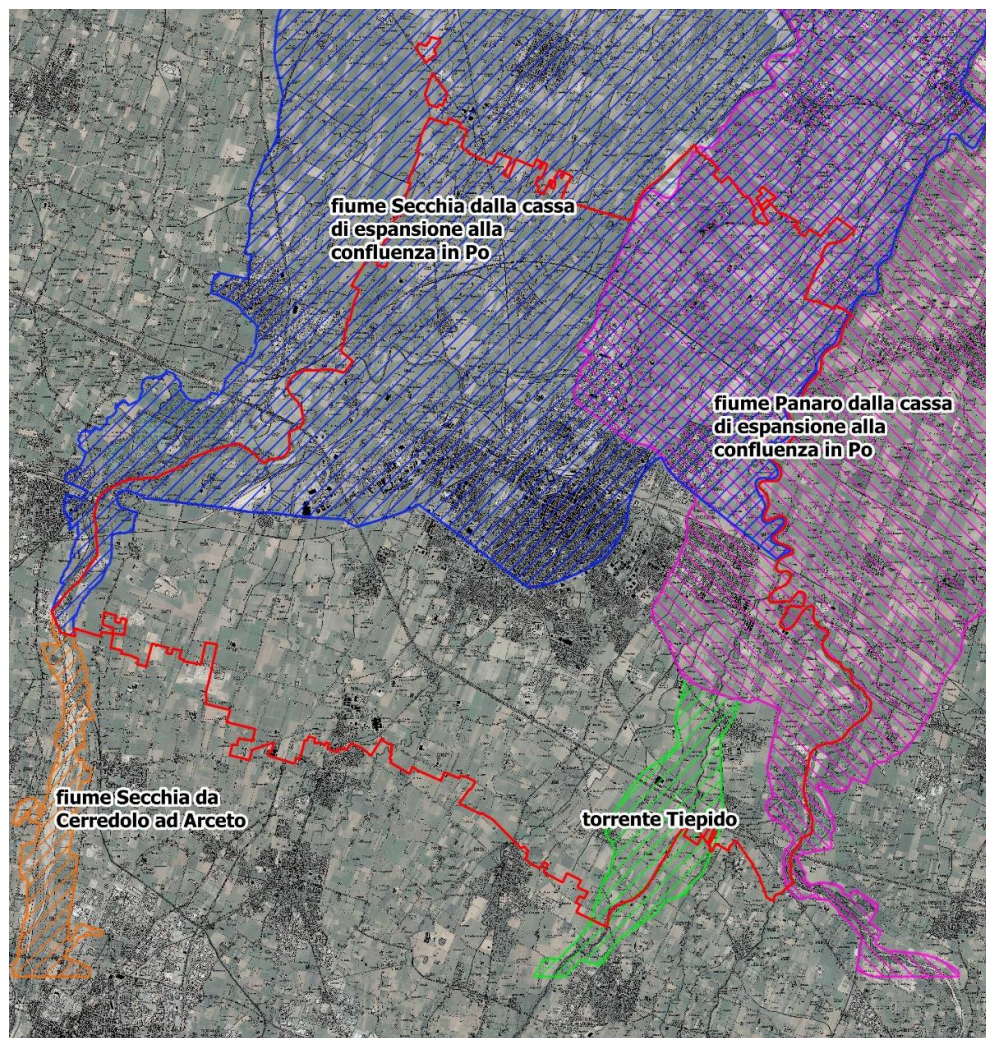


Figura 38 – Delimitazione delle APSFR che interessano il comune di Modena (fonte: delimitazioni ricostruite sulla base delle informazioni presenti al seguente link: <https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/DA/index.html>). In rosso è indicato il perimetro del comune di Modena.

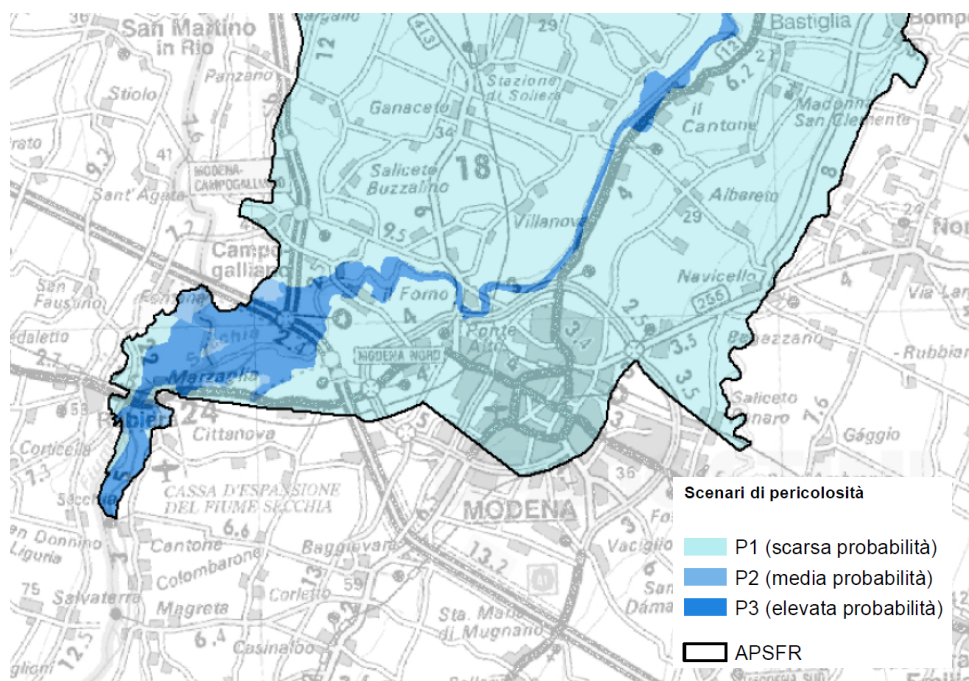


Figura 39 – Estratto tav. 30 - APSFR Fiume Secchia dalla cassa di espansione alla confluenza in Po (Fonte: http://www.adbpo.it/PDGA_Documenti_Piano/PGRA2021/Mappe_Rischio_2021/Cartogrammi/).

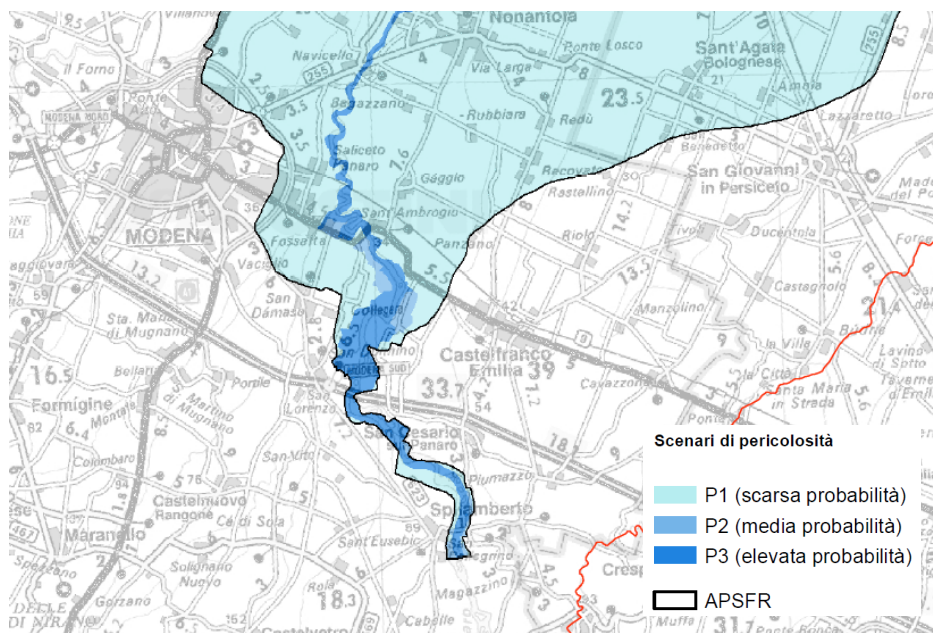


Figura 40 - Estratto tav 31 - APSFR Fiume Panaro dalla cassa di espansione alla confluenza in Po – (Fonte: http://www.adbpo.it/PDGA_Documenti_Piano/PGRA2021/Mappe_Rischio_2021/Cartogrammi/).

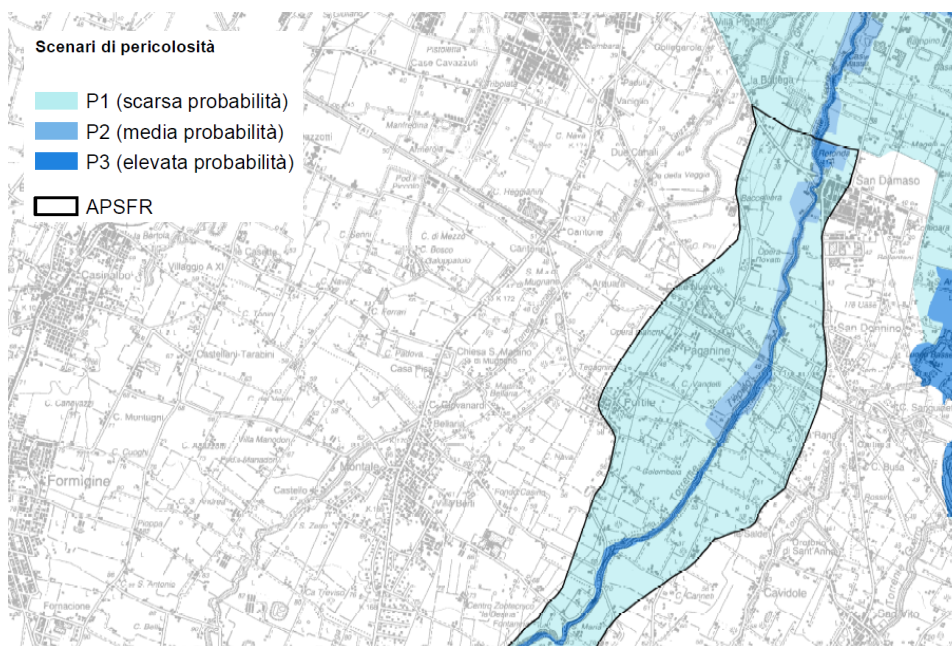


Figura 41 - Estratto tav. 36 - APSFR Torrente Tiepiedo (ITN008_ITCAREG08_APSFR_2019_MUL_FD0021) – (Fonte: https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/sezioni/piano-di-gestione-del-rischio-alluvioni/piano-gestione-rischio-alluvioni-2021/documenti-1/tavole-pericolosita#_Toc46471097).

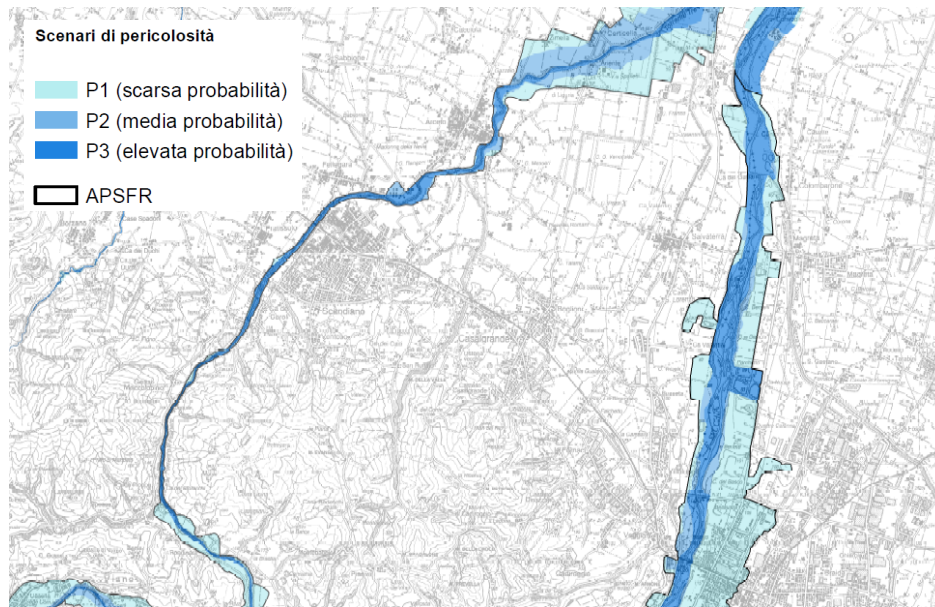
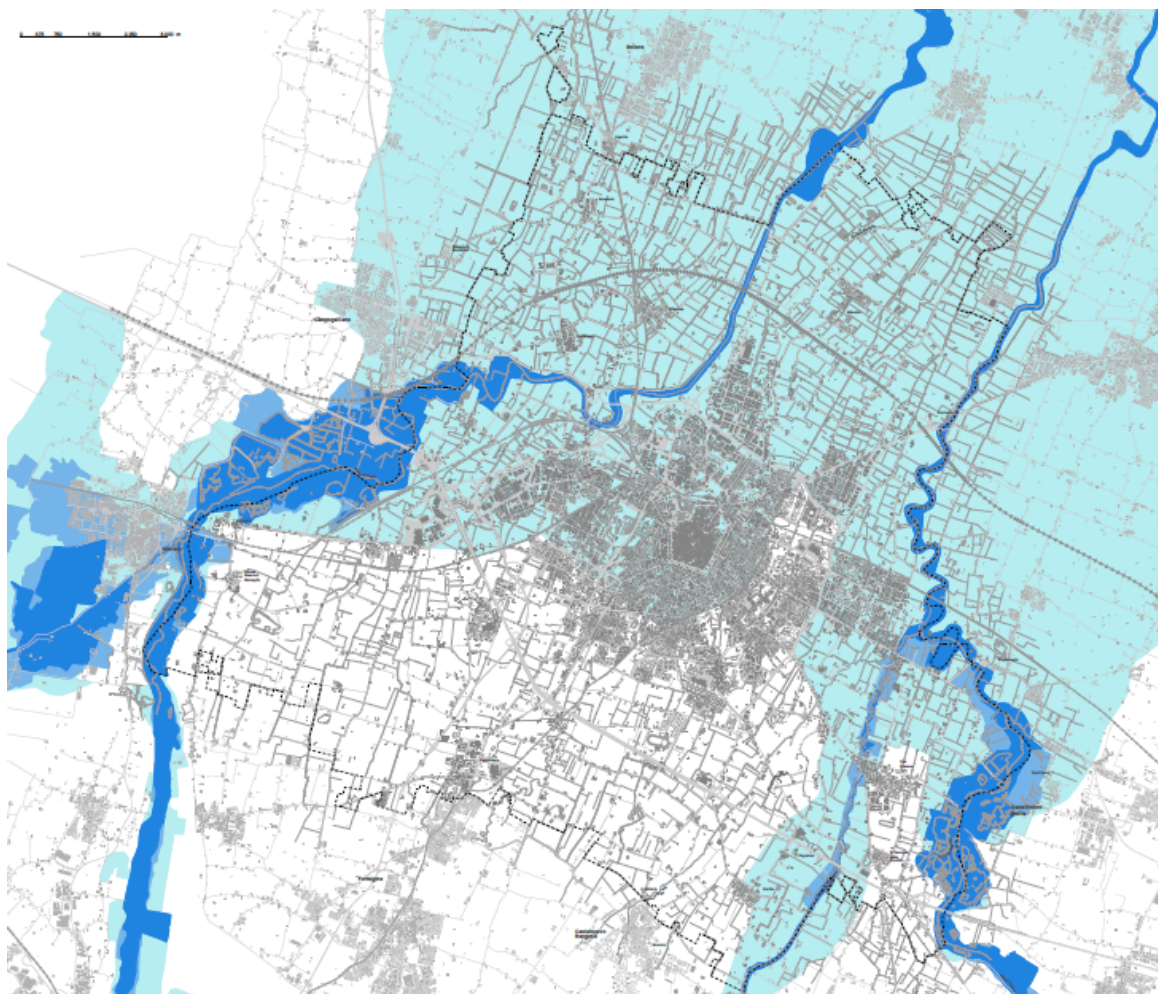


Figura 42 - Estratto tav. 43 - APSFR Fiume Secchia - Cerredolo (ITN008_ITCAREG08_APSFR_2019_RP_FD0017) - (Fonte: https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/sezioni/piano-di-gestione-del-rischio-alluvioni/piano-gestione-rischio-alluvioni-2021/documenti-1/tavole-pericolosita#_Toc46471097).

6.1 RETICOLO PRINCIPALE

Sulla base del quadro del PGRA, relativamente al reticolo fluviale naturale, il Comune di Modena è soggetto alle criticità idrauliche legate ai fiumi Secchia e Panaro e dal Torrente Tiepido. Un estratto della cartografia PGRA è mostrato in Figura 43 e Figura 44.

In linea generale, per lo scenario di piena di elevata e media probabilità (identificati nel PGRA con gli acronimi, rispettivamente, P1 e P2), le aree inondabili sono delimitate dalle opere arginali esistenti, che si assumono non essere soggette a collasso, e degli altri elementi di contenimento che compongono il confine del sistema difensivo. Lo scenario di piena di scarsa probabilità, che corrisponde ad un evento estremo (P3), è stato analizzato in riferimento alle zone potenzialmente allagabili a seguito di possibili rotture dei rilevati arginali, con o senza tracimazione, e le perimetrazioni delle rotte storiche.

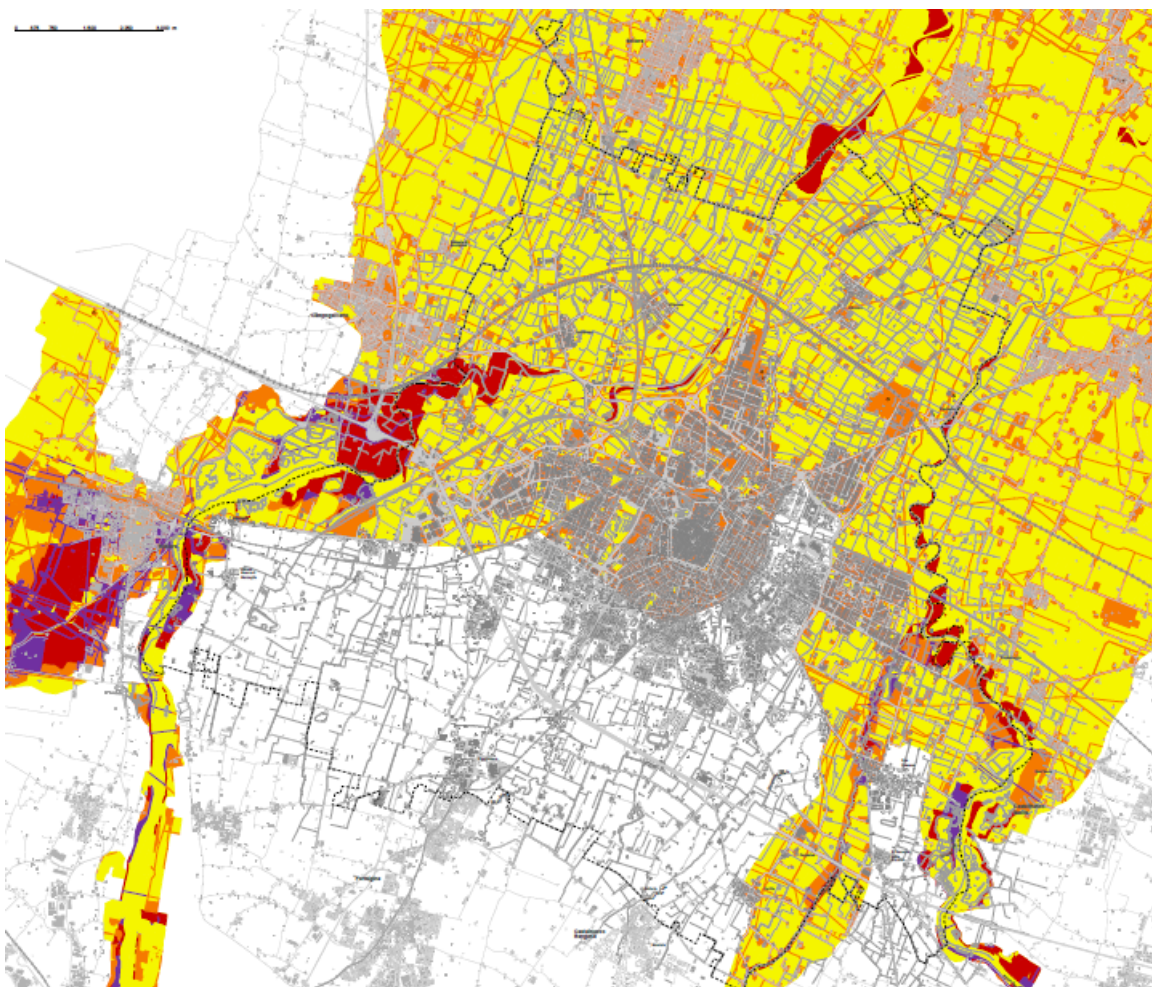


Legenda

Scenari di pericolosità

- P3 - H - Alluvioni frequenti**
(tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità)
- P2 - M - Alluvioni poco frequenti**
(tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità)
- P1 - L - Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi**
- perimetro comunale

Figura 43 - Estratto cartografia PGRA allegato alla presente relazione - Mappa della pericolosità di alluvioni e degli elementi potenzialmente esposti - Reticolo naturale principale e secondario.



Classi di rischio

Classi di rischio	puntuali	lineari	areali
R1 (rischio moderato o nullo)			
R2 (rischio medio)			
R3 (rischio elevato)			
R4 (rischio molto elevato)			

perimetro comunale

Reticolo naturale principale e secondario.

Il sistema che difende la pianura dalle inondazioni del Fiume Panaro è composto dalla cassa di espansione localizzata tra la l'Autostrada A1 e la via Emilia (parzialmente delimitata da rilevati arginali), da un'area di naturale espansione delle piene compresa tra la cassa di espansione e la confluenza del Torrente Tiepido, in sinistra Panaro, e dal sistema arginale maestro che si sviluppa con continuità su entrambe le sponde a valle della confluenza del Tiepido. La lunghezza complessiva degli argini che compongono tale sistema è di circa 135 km.

Il sistema arginale della cassa di espansione, che raggiunge anche i 10 m di altezza sul piano di campagna, si origina, sia in destra che in sinistra idraulica dalle quote dei piani di campagna le cui scarpate delimitano l'invaso nel primo tratto di monte.

La cassa di espansione del Fiume Panaro occupa una superficie di circa 430 ettari ed ha un volume di vaso di circa 35 milioni di metri cubi. E' sostanzialmente una cassa di espansione cosiddetta "in linea" (ovvero sviluppata longitudinalmente rispetto al tronco fluviale e soggetta ad vaso graduale anche per piene modeste), anche se presenta zone interne che si invasano solo al di sopra di certe soglie di livello. La regolazione dell'vaso avviene attraverso il manufatto moderatore, il cui compito è quello di limitare le portate fluviali a valle provocando così l'vaso a monte del manufatto di volumi idrici. Il manufatto moderatore è costituito da uno sbarramento con soglia di sfioro frontale e luci di fondo a geometria fissa, ma dotate di paratoie mobili, che permettono di variare le luci effettive di deflusso.

Il sistema arginale maestro del Fiume Panaro si sviluppa con continuità su entrambe le sponde a partire da poco a valle della cassa di espansione. In particolare, in destra idraulica ha origine circa 350 m a valle del manufatto moderatore, dopo l'immissione del diversivo Muzza, mentre in sinistra ha origine alla confluenza del Torrente Tiepido, risalendo lungo di esso fino al ponte della via Emilia in località Fossalta di Modena. Tra la cassa d'espansione e la confluenza del Torrente Tiepido vi è pertanto un'area "polmone" di espansione delle piene, delimitata in parte da scarpate naturali, in parte da rilevati stradali, in parte da rilevati arginali secondari. Gli argini maestri si sviluppano poi con continuità giungendo fino al Fiume Po, ove si raccordano con le sue arginature maestre. All'interno degli argini maestri il Fiume Panaro è sostanzialmente privo di significative aree golenali, se si eccettuano i primi 8 e gli ultimi 5 chilometri di asta arginata.

Una dettagliata descrizione del sistema difensivo del Panaro è riportata negli elaborati del PGRA (si veda <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/suolo-bacino/sezioni/piano-di-gestione-del-rischio-alluvioni/pgra-rer>). Secondo quanto riportato nel PGRA, tale sistema risulta adeguato, ovvero in quota, rispetto allo scenario di piena di media probabilità (P2). Il sistema risulta invece critico rispetto alla stabilità e resistenza strutturale. Le ragioni di detta fragilità sono:

- la presenza in tratti significativi di froldi, ovvero argini posto a diretto contatto con il flusso della corrente di un corso d'acqua, senza interposizione di golena;
- lenti sabbiose sulla fondazione dei rilevati;
- sagome arginali insufficienti.

A detti elementi di criticità si aggiungono, in base a recenti evidenze non considerate dal PGRA, potenziali situazioni di debolezza arginale che possono essere indotte da tane di animali. Sebbene detto rischio sia sempre stato presente, in tempi recenti si è osservata una maggiore proliferazione di animali che potrebbe aver indotto la moltiplicazione di tane anche di notevoli dimensioni.

Il PGRA rimarca che l'idoneità in quota del sistema arginale è subordinata a condizioni di buona manutenzione e che l'attuale capacità del tratto arginato è fortemente condizionata dallo stato di manutenzione della vegetazione dell'alveo e dalla sedimentazione sui piani golenali.

Procedendo lungo il Fiume Panaro da monte verso valle (Figura 43), la pericolosità idraulica fino all'altezza dell'autostrada è limitata ad un intorno dell'asta principale del fiume. A tali aree è associata la classe di pericolosità P3, corrispondente ad alluvioni relativamente frequenti, ovvero con tempo di ritorno 20-50 anni. Procedendo verso valle, nelle aree comprese fino a Via Emilia Est, le fasce fluviali a pericolosità P2 e P3, a causa della diminuzione del gradiente topografico, tendono progressivamente ad allargarsi. Le frazioni di San Donnino e San Damaso risultano ricadere parzialmente in zone a pericolosità idraulica P1. In questo tratto è collocata la cassa di espansione del Panaro, caratterizzata da pericolosità P3. A valle della via Emilia, ed in seguito alla confluenza del Tiepido nel Panaro, a tutti i territori compresi tra il Panaro e la tangenziale è associata una pericolosità P1. Procedendo verso nord, oltrepassata la tangenziale, tutti i territori sono caratterizzati da una pericolosità P1, ad eccezione delle aree golenali del Panaro con pericolosità P3. Anche in questo caso, alle aree è associato principalmente un rischio moderato o medio.

Relativamente al Torrente Tiepido, per l'intero tratto Comunale la sua asta principale è caratterizzata da una pericolosità P3, corrispondente cioè ad alluvioni frequenti. All'estremità sud del territorio comunale, il Tiepido mostra una fascia a pericolosità P1 di larghezza complessiva di circa 800 m. Tale fascia si allarga in corrispondenza di Portile, fino all'autostrada, ad un valore di circa 2300 m. Anche l'abitato di Paganine ricade nelle fasce a pericolosità P1. In corrispondenza di Portile, fino alla sua confluenza nel Panaro, il Torrente Tiepido mostra una fascia a pericolosità P2 di larghezza variabile tra 100 e 300 m. Superata l'autostrada, la fascia a pericolosità P1 si restringe progressivamente, fino ad assumere in corrispondenza dell'abitato di San Damaso una larghezza di

circa 1200 m. La parte ovest di tale frazione ricade in pericolosità P1. Procedendo verso valle, la fascia a pericolosità P1 si estende da sud della SP 623 fino alla tangenziale.

Alle suddette aree è associato un rischio moderato o nullo (R1) ed un rischio medio (R2), quest'ultimo principalmente in corrispondenza delle vie di comunicazione e dei centri abitati. Si ricorda che il rischio è ottenuto incrociando informazioni in merito alla probabilità di inondazione, che è bassa nelle aree innanzi descritte, con informazioni sull'esposizione, che è maggiore in corrispondenza dei centri abitati.

Il sistema che difende la pianura dalle inondazioni del Fiume Secchia è composto dalla cassa di espansione, localizzata tra la via Emilia e l'Autostrada A1 (completamente delimitata da rilevati arginali), da un'area di naturale espansione delle piene compresa tra la cassa di espansione e il Canale Calvetro, e dal sistema arginale maestro che si sviluppa con continuità su entrambe le sponde a valle dell'Autostrada A1, risalendo per breve tratto a monte di essa in destra idraulica. La lunghezza complessiva degli argini che compongono tale sistema è di circa 150 km.

L'area della cassa di espansione è compresa tra la briglia selettiva, localizzata qualche chilometro a monte della via Emilia, e il manufatto moderatore dei deflussi. Il vero e proprio sistema arginale della cassa di espansione, che raggiunge anche i 7-8 m di altezza sul piano di campagna, inizia a valle del ponte ferroviario della linea ferroviaria Milano - Bologna, dopo il quale è localizzata una briglia che realizza, in magra, un salto di alcuni metri. A monte del ponte ferroviario si sviluppa però in sinistra idraulica un sistema arginale di minori dimensioni che risale lungo il Torrente Tresinaro, a difesa del centro abitato di Rubiera dalle piene del Secchia.

La cassa di espansione occupa una superficie di circa 200 ettari ed ha un volume di invaso di circa 18 milioni di metri cubi. E' composta da una parte in linea, sempre impegnata dalle piene, ed una parte fuori linea, in derivazione in sinistra, attivata mediante sfioro laterale di geometria fissa ed impegnata solo per le piene superiori a valori di portata fluviale di soglia. La regolazione avviene attraverso il manufatto moderatore, costituito da uno sbarramento con soglia di sfioro frontale e luci di fondo a geometria fissa. Esiste però anche uno scarico di fondo per lo svuotamento della cassa laterale, che normalmente viene tenuto chiuso. Una dettagliata descrizione del sistema difensivo del Fiume Secchia è riportata negli elaborati PGRA I ciclo, ARS del Secchia.

Per quanto riguarda la pericolosità associata al Fiume Secchia (Figura 44), essa si limita all'intorno dell'asta principale, fino a circa all'altezza della Via Emilia. A Marzaglia, le fasce associate alla pericolosità idraulica del Secchia si estendono lateralmente all'asta per circa 800m – 1 km entro il territorio comunale di Modena. Piegando verso est, le fasce di pericolosità si allargano, fino a toccare Cittanova. A valle dell'autostrada, ed a valle di un breve tratto della linea ferroviaria che

funge da barriera, tutto il territorio comunale, compreso il centro storico è caratterizzato da una pericolosità P3, associata ad eventi estremi. A tali aree è associato un rischio medio (R2).

1.1.7 CRITICITÀ DEL RETICOLO IDRAULICO PRINCIPALE

Negli ultimi decenni la città di Modena e, più in generale, la fascia di pianura afferente al bacino del canale Naviglio, sono state ripetutamente interessate da eventi alluvionali, imputabili sia a rotte dell'argine destro del Fiume Secchia oppure dell'argine sinistro del Fiume Panaro, sia ad esondazioni del Canale Naviglio o dei canali della rete di scolo cittadina (si veda elenco successivo). Si possono citare come eventi più gravi che hanno interessato, anche solo parzialmente, il Comune di Modena, quelli verificatisi:

- nell'autunno del 1966. Nei giorni 4 e 5 Novembre del 1966 si determinarono condizioni climatiche estreme, che resero evidenti i diffusi e gravi problemi strutturali dell'assetto idrogeologico di tutto il Centro-Nord d'Italia. In particolare si verificò una rotta nel Fiume Secchia a Villanova di Modena e del Panaro in località Chiavica Nonantolana ed in corrispondenza della confluenza del Torrente Tiepido;
- nel settembre del 1972. Si verificò una rotta del Fiume Panaro tra Saliceto Panaro ed il ponte del Navicello, e diverse tracimazioni del Panaro e Secchia in più punti. Tra i Comuni esondati vi fu anche Modena. L'evento del 1972 fu anche quello in cui fu stimata la massima portata al colmo del Fiume Secchia in prossimità della via Emilia, con valore di circa 1900 m³/s a Sassuolo, a seguito di un evento pluviometrico breve e molto intenso. A seguito di tale evento venne realizzata la cassa di espansione sul Fiume Secchia, in funzione dal 1978, più volte completamente invasata, in particolare negli eventi di piena del 1999 e del 2009.
- nel settembre del 1973. Si verificarono cinque rotte arginali nel Fiume Panaro con tracimazioni estese complessivamente lungo 8.35 km di cui 4.60 km in destra e 3.75 km in sinistra, con l'allagamento di estese porzioni della pianura retrostante, tra cui i centri abitati di Bastiglia e Bomporto e il quartiere di Modena Est. L'evento del 1973 fu anche quello in cui fu stimata la massima portata al colmo nel Fiume Panaro in prossimità della via Emilia, con valore di circa 1400 m³/s a Spilamberto. A seguito degli eventi del 1972 e 1973 venne realizzata la cassa di espansione sul Panaro, in funzione dal 1982, più volte modificata con ampliamento dei volumi di invaso;
- nell'ottobre del 1990. A causa di eccezionali precipitazioni si verificarono allagamenti diffusi a causa soprattutto di problemi di rigurgito del sistema di drenaggio;
- nel gennaio 2014. Si verificò la rottura dell'argine destro del Fiume Secchia in località San Matteo, nello stesso tratto di una rotta del 1972, ma non nello stesso punto, con allagamento di un vasto territorio di pianura compreso tra il Secchia e il Panaro, che comprendeva diversi centri abitati fra i quali Bomporto. Anche il Fiume Panaro è stato interessato da un "modesto" evento di erosione interna dell'argine e relativo collasso

destro a Castelfranco Emilia, presso Via Tronco che, grazie al tempestivo intervento di un gruppo di tecnici, è stato riparato.

- Nel dicembre 2020 si è verificata una rottura dell'argine destro del Fiume Panaro in località Gaggio di Nonantola, poco a nord del confine con Modena.

Storicamente, sia gli argini del Secchia che del Panaro, nel tempo ed in seguito agli eventi di piena più rilevanti, sono stati progressivamente rialzati e ringrossati. Sono inoltre state realizzate le casse di espansione, anche esse più volte modificate ed ampliate.

Relativamente agli argini del Panaro, oltre al rischio di tracimazione, essi sono soggetti ad altre due tipologie di rischio: il rischio di sifonamento e sfiancamento e il rischio di erosione (in certi tratti, sono in frodo). Proprio recentemente, nel corso dell'evento di piena del 2014, si sono verificati segnali di fragilità (ad es. filtrazioni) che, in assenza di un pronto intervento, avrebbero potuto causare rotte arginali. Allo stesso tempo, nel tratto a monte della cassa di espansione si sono evidenziati processi di incisione dell'alveo che hanno portato al crollo, negli ultimi sessant'anni, di importanti opere di attraversamento e opere di protezione dall'erosione. A seguito di tali processi si è ridotta la capacità di espansione e laminazione delle piene nelle aree di pertinenza fluviale, a discapito dei tratti di valle.

Le proposte di adeguamento presentate dall'Autorità di Bacino puntano sul miglioramento della capacità di deflusso dell'alveo arginato e sul miglioramento della stabilità e resistenza strutturale del sistema arginale maestro. Inoltre, attività di manutenzione della vegetazione e dei piani golenali incidono fortemente sull'idoneità del sistema arginale. Altro aspetto fondamentale, in precedenza già menzionato, è quello legato agli animali con abitudini fossorie. Soltanto in limitati tratti si prevedono adeguamenti delle quote arginali: ormai, a seguito dei progressivi rialzi e ringrossi susseguitisi nel tempo, gli argini hanno raggiunto altezze sul piano di campagna anche di 10 metri e quindi non possono essere ulteriormente rialzati per raggiunte condizioni limite strutturali.

Per dettagli sulla valutazione, il monitoraggio e l'analisi delle misure del PGRA del primo ciclo così come le misure supplementari del secondo ciclo, si rimanda agli appositi elaborati (<https://pianoalluvioni.adbpo.it/progetto-di-aggiornamento-e-revisione-del-pgra/>).

Attualmente, per quanto riguarda gli interventi sul sistema difensivo del Panaro, sono in programma lavori per il contenimento della piena cinquantennale entro gli argini maestri, mediante ulteriori adeguamenti arginali, che prevedono sia rialzi in quota che allargamenti del corpo arginale.

Una criticità conseguente alle piene che si verificano nel Panaro, è legata al fatto che l'intera rete drenante del territorio Modenese è vincolata ai livelli idrici di tale fiume. Infatti, praticamente la

totalità della rete di Modena confluisce nel Canale Naviglio il quale, a Bomporto, mediante porte vinciane, scarica le proprie acque nel Fiume Panaro. In condizioni di piena del Panaro, sia il Canale Naviglio che il Torrente Tiepido vengono rigurgitati e possono generarsi allagamenti più o meno estesi.

Ad esempio, una zona critica legata al rigurgito del Torrente Tiepido è la Fossalta. Il centro di Modena invece risente dell'influenza del Canale Naviglio (quest'ultimo tombato in tutto il tratto Cittadino fino al depuratore principale di Modena). Per effetto del rigurgito del Naviglio, infatti, le fognature vanno in pressione generando insufficienze nella capacità ricettiva della rete. Ci si attende una mitigazione del rigurgito del Canale Naviglio in seguito alla realizzazione delle vasche di laminazione in località Prati di San Clemente, nell'area compresa tra il Cavo Minutara e il Cavo Argine, attualmente in fase di realizzazione.

Relativamente agli elaborati PGRA del Fiume Secchia, ed in particolare quelli legati all'ARS del I ciclo, essi evidenziano l'inadeguatezza di del sistema difensivo a monte di Ponte Alto rispetto allo scenario di piena di media probabilità (P2, tempo di ritorno di 100-200 anni), con possibilità di sormonto dei rilevati arginali sia a monte sia a valle della cassa di espansione. Esaminando le criticità evidenziate nello studio si osserva che:

- in sponda destra del Fiume Secchia, a valle del ponte della ferrovia Milano-Bologna, l'argine maestro può essere sormontato, situazione che comporterebbe esondazioni confinate da un terrazzo;
- l'argine maestro sinistro, che inizia dall'A22, può essere sormontato in due tratti: il primo in prossimità dell'A22, il secondo a monte di ponte Alto;
- in sponda destra, all'immissione del Rio Cittanova, il Fiume Secchia potrebbe rigurgitare risalendo il Rio Cittanova stesso, con possibile sormonto della sua arginatura e conseguenti allagamenti in direzione Est e Sud-Est;
- l'argine maestro destro può essere sormontato in tre tratti, due a monte dell'A1 e uno subito a monte di Ponte Alto.

Negli elaborati di PGRA, si sottolinea inoltre come l'argine destro del Rio Cittanova sia determinante per concorrere ad evitare l'allagamento della zona della città di Modena situata a tergo del primo tratto di argine maestro destro del Secchia. Infatti tale argine risale lungo la sponda destra del Rio Cittanova, ma l'effetto di rigurgito della piena di tempo di ritorno di 200 anni si prolunga maggiormente verso monte, richiedendo o un prolungamento della difesa o un dispositivo di controllo del flusso di rigurgito. Infine il rilevato nord del sistema viabilistico, che si sviluppa in destra idraulica a monte dell'immissione del Rio Cittanova, è determinante per contenere gli allagamenti che si verificano in destra del Secchia tra la cassa e l'immissione del Rio Cittanova, pur non essendo stato realizzato a tal scopo.

Attualmente sul Secchia, sono in fase di realizzazione gli adeguamenti arginali, sia in quota che allargamenti del corpo arginale, al fine di contenere la piena con tempo di ritorno ventennale con franco di 1 m. A valle della città sono stati realizzati tutti gli interventi previsti di adeguamento della quota della sommità arginale e potenziamento strutturale dei rilevati arginali. Tali interventi sulla cassa di espansione del Secchia sono attualmente in fase di valutazione di impatto ambientale.

Un'ulteriore mitigazione del rischio idraulico nei territori modenesi, inoltre, dovrebbe essere conseguente al completamento dei lavori sul diversivo Martiniana (Figura 45). Esso costituisce un canale di gronda per l'intercettazione delle acque provenienti dalla fascia pedecollinare e dall'alta pianura posta a sud della città, deviando le portate verso il Panaro e riducendo quelle del Canale Naviglio. Il Diversivo, infatti, raccoglierà le acque di piena dei canali Corlo, Formigine, del Cavo Cerca e degli scoli Passafugone, Fugone ed Archirola appartenenti al sottobacino centrale del canale Naviglio, facendoli confluire nel sistema Grizzaga-Tiepidi-Panaro. A tale proposito nel mese di febbraio 2021 è stata effettuata la verifica di funzionalità del Diversivo Martiniana (che si può annoverare tra le opere di valenza storica per la sicurezza idraulica della Città e del bacino del Canale Naviglio) sul nodo idraulico del Canale di Corlo, con esito positivo, e pertanto il livello di sicurezza idraulica per la frazione di Baggiovara e a valle per la Città di Modena e in generale per il bacino del Canale Naviglio si è sicuramente innalzato.

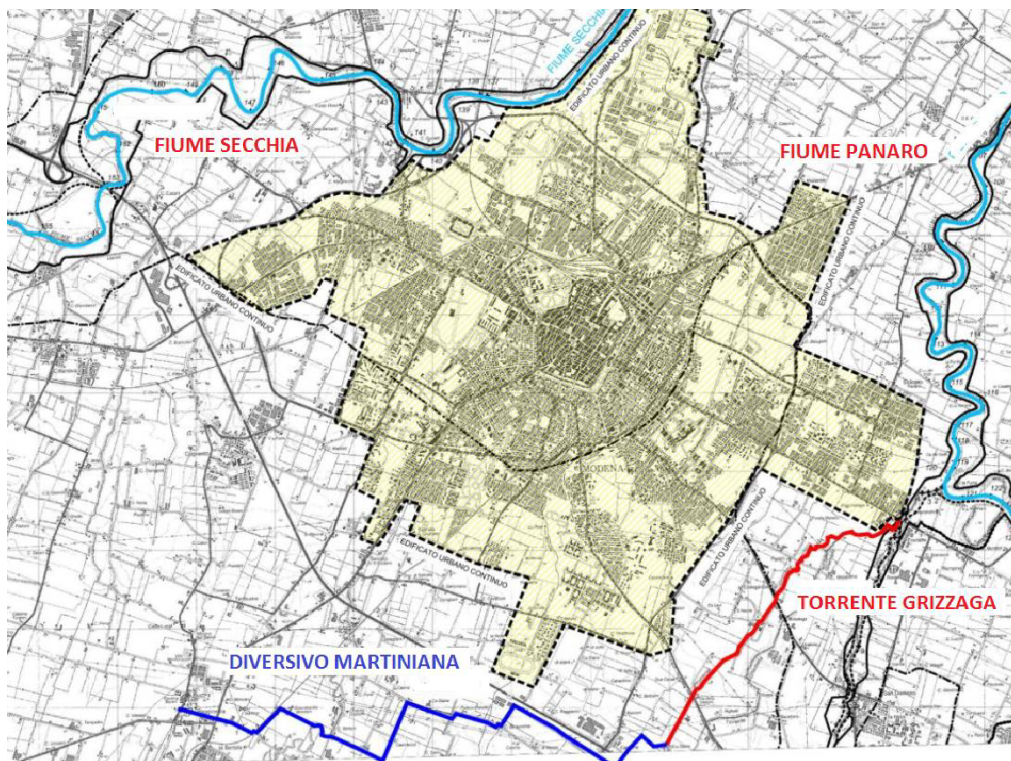


Figura 45 - Tracciato del Diversivo Martiniana (in blu). In rosso il Torrente Grizzaga, che accoglierà le acque di gronda del Diversivo e le recapiterà prima nel Tiepido e poi nel Panaro.

6.2 RETICOLO SECONDARIO

L'intera area comunale non presenta criticità idrauliche elevate legate ad insufficienza della rete secondaria. A seguito dei diversi interventi di sistemazione dei canali susseguitisi nel tempo il comune attualmente presenta un buon grado di sicurezza idraulica legata all'insufficienza della rete secondaria.

Relativamente alla sicurezza e la difesa idraulica dei canali artificiali gestiti dal Consorzio della Bonifica Burana, essa viene assicurata dalla gestione degli scaricatori di piena realizzati in corrispondenza delle intersezioni coi corsi d'acqua naturali. La Figura 46 mostra un estratto cartografico del *Piano di classifica degli Immobili per il riparto degli Oneri Consortili - anno 2015* – che mostra i suddetti scolmatori. Di seguito viene fornito un elenco di tali manufatti:

- Canale di San Pietro: oltre agli scolmatori di piena realizzati in corrispondenza delle intersezioni idrauliche con i vari torrenti naturali sono presenti degli ulteriori manufatti scaricatori realizzati in località Brodano (Vignola) e in località San Pellegrino (Spilamberto);

- 107

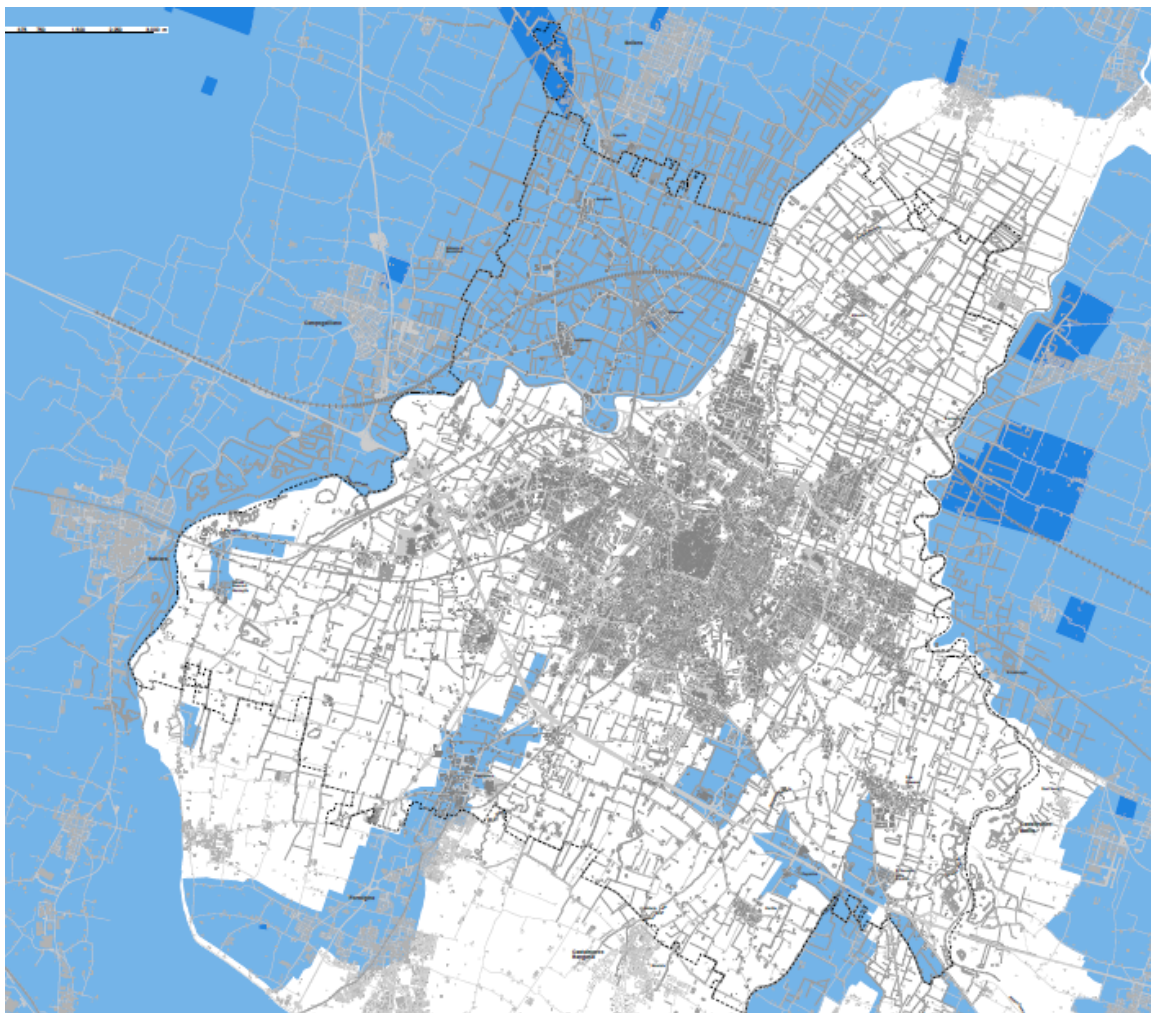
- Modena est. La laminazione delle portate a valle della ferrovia dovrebbe essere risolta grazie ai recenti lavori di ampliamento del Cavo Cazzola.
- Modena ovest, zona Madonnina. L'intervento ha riguardato la realizzazione di uno scolmatore sul Canal Bianco per scaricare le acque miste nel Canale dei Montanari alleggerendo il carico idraulico verso il centro del Comune.
- Modena sud (alcune criticità lungo Via Sassi e Via Tamburini). Queste criticità, assieme ad altre, si andranno a risolvere attraverso la realizzazione del Diversivo Martiniana. Attualmente esse sono state ridotte con l'entrata in funzione del nuovo Collettore di Levante.

La Figura 47 e la Figura 48 mostrano estratti cartografici delle elaborazioni PGRA relative alla pericolosità ed al rischio idraulico del reticolo di bonifica.

Nei territori compresi tra Secchia e Panaro, a sud di Modena, gli elaborati identificano a pericolosità P2 (corrispondente ad alluvioni poco frequenti associate a tempi di ritorno di 100-200 anni) alcune aree nell'intorno dei canali principali in gestione al Consorzio della Bonifica Burana. In particolare, una zona di Marzaglia, l'area a Baggiovara tra il Canale di Formigine e di Corlo, Vaciglio e Paganine (Canale di San Pietro), San Donnino (Canale Diamante). Modestissime aree minori, sono mappate a pericolosità P3 (corrispondete ad alluvioni frequenti associate a tempi di ritorno di 20-50 anni). Ove mappato, il rischio idraulico risulta moderato o nullo (R1), ad eccezione delle principali vie di comunicazione ed edifici, mappati a rischio medio (R2).

In sinistra Secchia, alla quasi totalità del territorio viene associata una pericolosità P2, ad eccezione di una piccola zona di Villanova mappata a pericolosità P3. Tutto il territorio risulta associato ad un rischio moderato o nullo (R1), ad eccezione delle principali vie di comunicazione ed edifici, associati a rischio medio (R2). Solamente alla modesta area nell'intorno di Villanova mappata a pericolosità P3, è associata ad un rischio elevato (R3).

Relativamente alla cartografia PGRA, si fa notare che essa si riferisce ad un quadro non perfettamente aggiornato. In alcune aree, pertanto, essa andrebbe riveduta, anche a seguito dei diversi interventi recentemente completati.

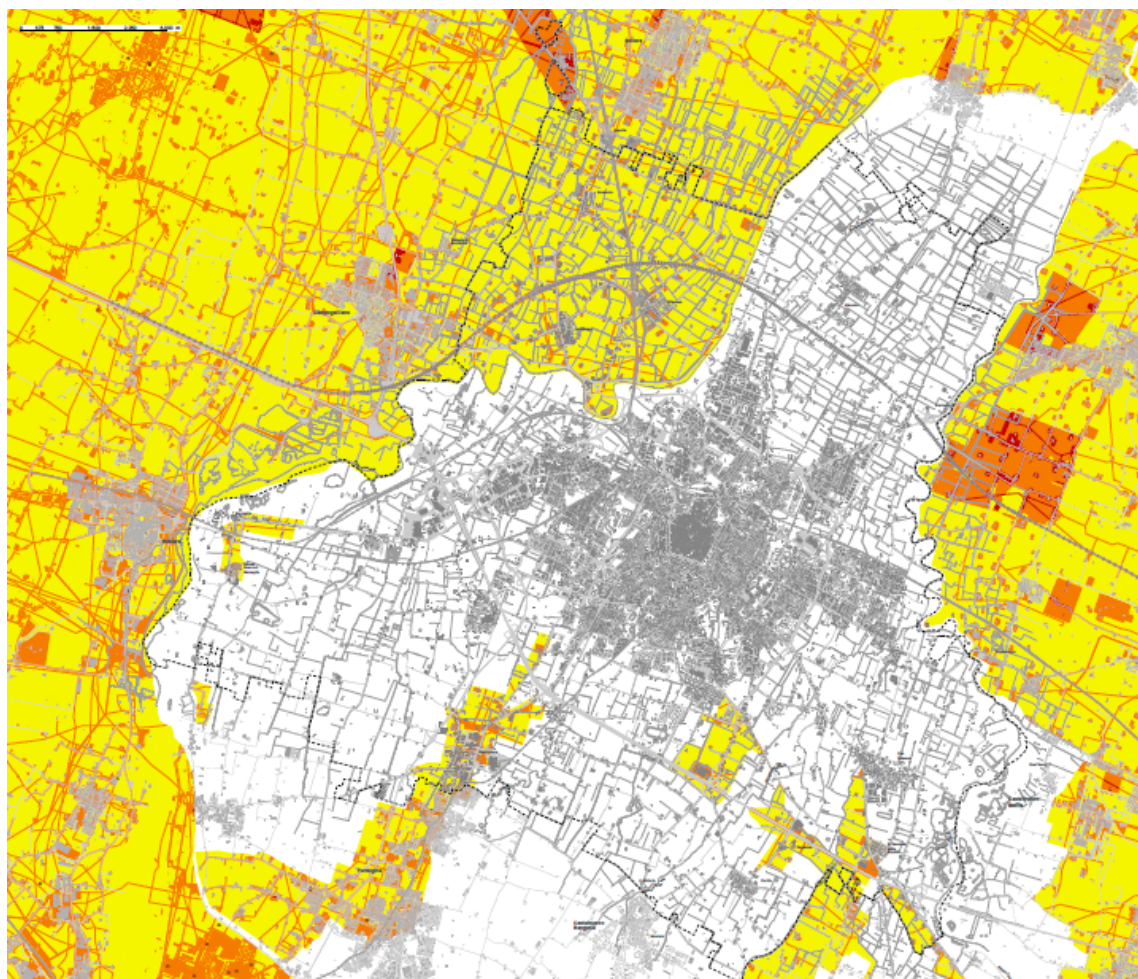


Legenda

Scenari di pericolosità

- P3 - H - Alluvioni frequenti**
(tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità)
- P2 - M - Alluvioni poco frequenti**
(tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità)
- perimetro comunale

Figura 47 - Estratto cartografico PGRA - Mappa della pericolosità di alluvioni e degli elementi potenzialmente esposti - Reticolo secondario di pianura.



Legenda

Classi di rischio

	puntuali	lineari	areali
R1 (rischio moderato o nullo)	●	—	■
R2 (rischio medio)	●	—	■
R3 (rischio elevato)	●	—	■
R4 (rischio molto elevato)	●	—	■

--- perimetro comunale

Figura 48- Estratto cartografico PGRA - Mappa del rischio di alluvioni - Reticolo secondario di pianura.

1.1.8 CRITICITÀ DEL RETICOLO IDRAULICO SECONDARIO

Come precedentemente accennato, tutta l'area Comunale non presenta criticità idrauliche significative legate al reticolo secondario.

Relativamente al reticolo di bonifica compreso tra Secchia e Panaro, una delle maggiori criticità è legata alla forte interconnessione tra reti fognarie e di bonifica: specialmente nel periodo irriguo - con rete di bonifica invasata, ed in concomitanza di eventi meteorici intensi, gli scaricatori delle reti fognarie entrano in funzione; tali apporti, che provengono da aree urbanizzate con elevato grado di impermeabilizzazione, possono determinare sovraccarico nei canali di bonifica con conseguente rischio di locali allagamenti.

Altre criticità idrauliche sono legate ad interventi antropici inadeguati, quali ad esempio l'inadeguatezza di attraversamenti e tombamenti di canali. Inoltre, non sempre i nuovi interventi, quali ad esempio nuove urbanizzazioni, vengono realizzati garantendo continuità idraulica della rete superficiale e l'invarianza idraulica. L'intero sistema idraulico (principale e secondario) è interconnesso ed integrato ad un reticolo minore estremamente capillare, di natura sia pubblica che privata, non gestito direttamente dai Consorzi di Bonifica. Senza tale reticolo minore non risulterebbe possibile esplicitare le funzionalità irrigue e di scolo. I nuovi interventi, se non adeguati, possono interrompere la continuità del reticolo secondario di bonifica, compromettendo l'interconnessione della rete.

Difficoltà nell'eseguire le operazioni di manutenzione sia ordinaria che straordinaria possono nascere dal non rispetto o dell'inadeguatezza delle fasce di rispetto. Ad esempio, a causa della vicinanza dei canali alla viabilità stradale, risultano spesso necessari interventi per garantire la stabilità della sezione del canale.

Problemi al deflusso possono inoltre nascere dalla inadeguata manutenzione/gestione di manufatti storici quali ad esempio vecchi mulini abbandonati, sottoposti a vincoli dalla Soprintendenza archeologia belle arti e paesaggio.

Per quanto riguarda i territori in sinistra Secchia gestiti dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale, non sono state segnalate particolari problematiche idrauliche. L'area infatti si trova a monte del bacino di scolo delle acque alte. E' stata solamente segnalata qualche difficoltà di tipo gestionale nel Cavo Pescarola e nella Fossetta Ganaceto, nella stagione irrigua, relativa alle chiaviche atte a mantenere il livello idrico nella rete. Infatti, in concomitanza di fenomeni temporaleschi intensi, tali manufatti hanno talvolta ostacolato il deflusso delle acque, generando criticità idrauliche di modestissima entità.

Relativamente alle aree urbane, le maggiori criticità idrauliche legate a canali e reticolo fognario sono dovute al fatto che l'intera rete drenante del territorio modenese confluisce nel Canale

Naviglio il quale, a Bomporto, mediante i portoni vinciani, scarica le proprie acque nel Panaro. L'intera rete, di fatto, risulta vincolata ai livelli idrici del Fiume Panaro. In sue condizioni di piena, il Canale Naviglio viene rigurgitato generando insufficienze nella capacità ricettiva della rete drenante del Comune. Tale problematica dovrebbe in parte essere mitigata attraverso la realizzazione delle casse di espansione del Naviglio nei Prati di San Clemente. Infine, anche il completamento dei lavori sul diversivo Martiniana dovrebbe ulteriormente ridurre il rischio idraulico del reticolo minore di scolo che attraversa Modena. Come già accennato, una sua verifica di funzionalità sul nodo idraulico del Canale di Corlo è avvenuta positivamente nel mese di febbraio 2021 comportando sicuramente un innalzamento della sicurezza idraulica del reticolo secondario per la frazione di Baggiovara e, in generale, per il bacino del Canale Naviglio.

7. CENNI SU RIGENERAZIONE URBANA, METABOLISMO URBANO E SVILUPPO SOSTENIBILE

Il governo del territorio, così come definito nella nuova legge urbanistica LR 24/2017, è guidato da principi ed obiettivi legati ai concetti di rigenerazione urbana, metabolismo urbano, sviluppo sostenibili, economia circolare. Misure legate ad esempio al *contenimento del consumo di suolo, a strategie di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici, alla rigenerazione dei territori urbanizzati e il miglioramento dell'efficienza nell'uso di energia e risorse fisiche, alla tutela ed alla valorizzazione del territorio nelle sue caratteristiche ambientali e paesaggistiche, alla conservazione della biodiversità* costituiscono parte fondamentale degli obiettivi e delle finalità della suddetta legge.

In tale contesto è stato sviluppato il presente capitolo, in cui vengono accennati alcuni strumenti, indicatori, soluzioni e casi pratici che possono essere di spunto per il raggiungimento dei suddetti obiettivi.

La Commissione Europea definisce le Nature based Solutions (NBS) come strumento utile a perseguire obiettivi quali l'incremento della sostenibilità dei sistemi urbani, il recupero degli ecosistemi degradati, l'attuazione di interventi adattivi e di mitigazione rispetto ai cambiamenti climatici e il miglioramento della gestione del rischio e l'implementazione della resilienza. Le Nature based Solutions sono anche azioni per proteggere, gestire o ristrutturare gli ecosistemi in un modo sostenibile, che forniscono vantaggi per il benessere umano e per la biodiversità (<https://www.reteclima.it/wp-content/uploads/UE-Nature-Based-Solutions.pdf>).

Le NBS consistono nell'aumento, miglioramento e valorizzazione di aree verdi, al fine di generare una serie di benefici e servizi ecosistemici quali, per esempio, miglioramento della qualità dell'aria (intercettando polveri ed altri inquinanti atmosferici), regolazione del microclima urbano, contenimento dell'isola di calore in città, regolazione dei flussi idrici meteorici, fornitura di opportunità di svago/ricreazione, miglioramento della qualità della vita, conservazione della biodiversità, assorbimento di gas climalteranti e molto altro ancora (https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/environment/nature-based-solutions_en).

In questo contesto si sono sviluppati molteplici progetti in varie città europee, fra i quali a titolo non esaustivo si citano CLEVER Cities, EdiCitNet, proGReg, URBiNAT, Connecting Nature, GrowGreen, UNALab, URBAN GreenUP, NATURVATION, Nature4Cities. Un'analisi dei risultati e degli impatti delle iniziative NBS a livello europeo aggiornata a dicembre 2020 è disponibile al seguente link

https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/research_by_area/documents/nbs_valorisationprojects_fullreport_web.pdf.

Applicazioni pratiche di NBS a livello Europeo ed Italiano possono essere visualizzati al seguente sito <https://naturvation.eu/atlas>.

Di particolare interesse è il progetto GrowGreen (<http://growgreenproject.eu/>) del quale l'Amministrazione Comunale di Modena è partner. GrowGreen mira a creare città resilienti ai cambiamenti climatici in particolare per quanto riguarda la gestione delle acque in ambito urbano, investendo in soluzioni naturali (NBS). L'obiettivo è quello di rendere la natura parte dell'ambiente di vita urbano, migliorando così la qualità della vita ed il metabolismo urbano. Spazi verdi e corsi d'acqua di alta qualità forniscono soluzioni innovative e stimolanti alle inondazioni, onde di calore, è siccità. L'obiettivo di GrowGreen è quello di stimolare l'incorporazione di NBS nella pianificazione, nello sviluppo e nella gestione delle città a lungo termine.

Il progetto si è concretizzato nel territorio modenese con due obiettivi, ovvero la gestione delle acque meteoriche e le ondate di calore. In particolare, per quanto riguarda la gestione delle acque è stata avviata una sperimentazione, in collaborazione con Hera, consistente nella realizzazione di un filtro drenante (Dry swale) sul Cavo Cazzola. Gli obiettivi dell'intervento sono:

- limitare la diffusione dell'inquinamento ambientale nell'alveo del Cavo Cazzola e nel reticolo idrografico delle acque superficiali di valle, mediante trattamento adeguato delle acque reflue immesse nello stesso Cavo;
- minimizzare i fenomeni di erosione superficiale dell'alveo (allo stato attuale si osservano fenomeni di erosione dell'alveo, cumuli di materiale sedimentato, avvallamenti e cedimenti del piede dell'argine);
- mantenere inalterati i requisiti di funzionalità idraulica del sistema fognario (capacità idraulica, doppio scolmatore, laminazione).

E' stata adottata una soluzione di canale inerbito con filtro drenante, assieme a sistema di grigliatura a pulizia automatica sulla soglia di sfioro dello scolmatore e alla posa di massi antierosione e applicazione di geocelle in PEAD. La Figura 49 mostra uno schema dell'intervento. Ulteriori dettagli sono forniti dai rapporti del progetto GrowGreen.

Un aspetto essenziale della realizzazione dell'intervento è la fase di monitoraggio che dovrà documentare l'efficacia dell'intervento e dovrà fornire supporto alla progettazione tecnica di interventi analoghi.

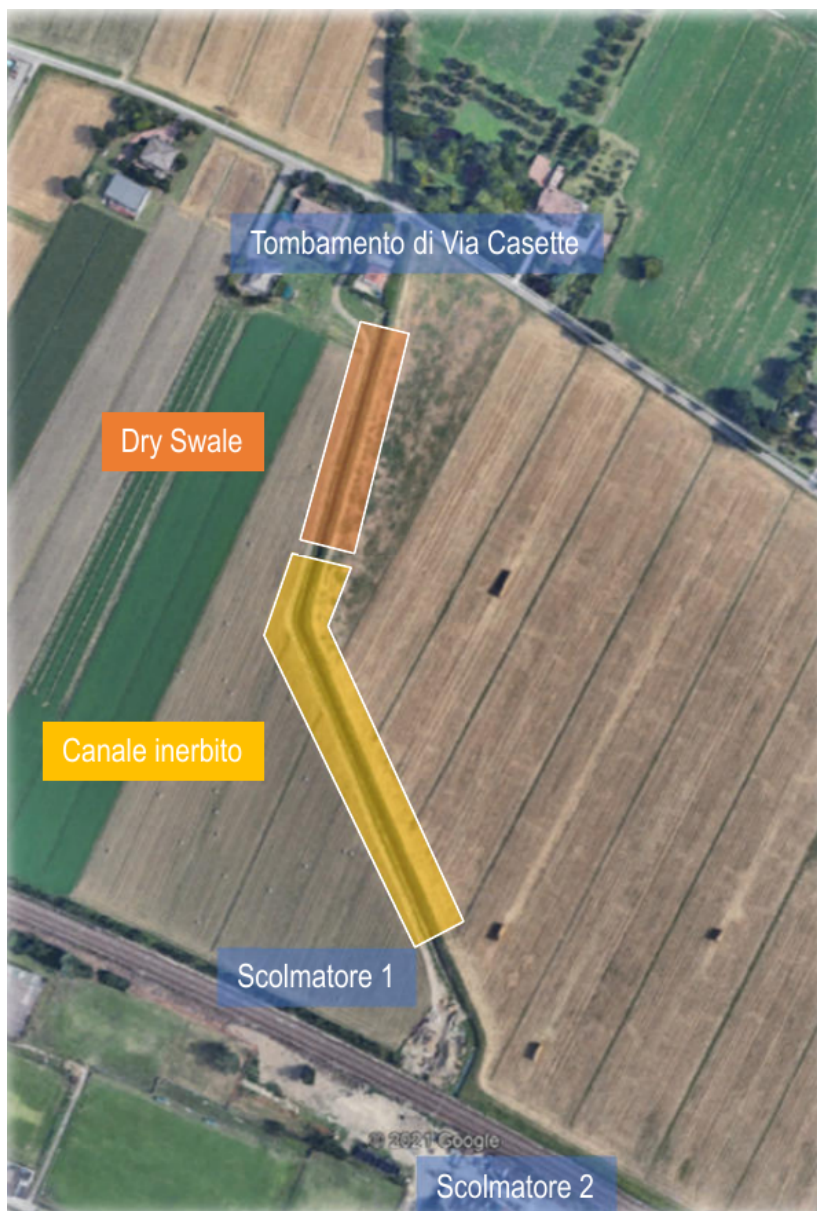


Figura 49- Schema della sistemazione del Cavo Cazzola (figura gentilmente fornita da Hera Spa).

Di seguito si presentano estratti del *Compendium of nature-based and 'grey' solutions*¹¹ sviluppato nell'ambito del progetto GrowGreen (<http://growgreenproject.eu/>). Il compendio illustra soluzioni NBS e "grigie" volte ad affrontare le questioni climatiche e idriche nelle città europee.

¹¹ <http://growgreenproject.eu/compendium-nature-based-grey-solutions/>

Esso è incentrato sulle sei sfide più comuni in tutte le città Europee e che possono essere affrontate adottando strategie NBS, ovvero: stress termico, inondazioni fluviali, inondazioni da acque superficiali (o piovane), inondazioni costiere, carenza idrica e scarsa qualità dell'acqua. Le soluzioni sono state individuate attraverso un esame dei database e delle raccolte esistenti, quali il catalogo delle misure di ritenzione naturale delle acque (NWRM, Natural Water Retention Measures)¹², Climate-ADAPT¹³, il portale danese sull'adattamento ai cambiamenti climatici¹⁴, e la bozza della libreria di opzioni di adattamento RESIN¹⁵, come anche varie relazioni e pubblicazioni scientifiche.

La Tabella 11 e la Tabella 12 riportano estratti del *Compendium of nature-based and 'grey' solutions* contenenti una serie di soluzioni individuate e i corrispondenti rischi climatici e idrici che possono fronteggiare. Per dettagli si rimanda alle schede tecniche presenti nel report in cui vengono illustrate le caratteristiche, i problemi o i pericoli a cui le varie soluzioni possono essere applicate e i co-benefici tipici di ognuna di esse. La Tabella 13, estratta anch'essa dal suddetto compendio, riporta una panoramica delle funzioni e dei co-benefici principali delle 36 soluzioni nature-based esaminate, alla luce dell'analisi della letteratura e del giudizio degli esperti.

¹² <http://nwrp.eu/measures-catalogue>

¹³ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/>

¹⁴ <https://en.klimatilpasning.dk/technologies/>

¹⁵ <https://resin-cities.eu/resources/library/>

Tabella 11 - Elenco di NBS e dei rischi climatici che possono fronteggiare (fonte: Tabella 1 del “Compendium of nature-based and ‘grey’ solutions” del progetto europeo GrowGreen <http://growgreenproject.eu/compendium-nature-based-grey-solutions/>).

Soluzioni nature-based	Riscaldamento	Inondazioni			Acqua	
		Fluviali	Acque superficiali	Costiere	Carenza	Qualità
						
1. Tetti verdi						
2. Sistemi di inverdimento verticale						
3. Bosco verticale						
4. Parchi (peri)urbani e altri spazi verdi						
5. Arredi urbani verdi						
6. Infrastrutture di trasporto lineare inverdenti						
7. Giardini urbani						
8. Ripristino e conservazione delle zone umide dell'entroterra						
9. Ripristino e conservazione delle piane alluvionali						
10. Ripristino dei fiumi per il controllo delle inondazioni						
11. Ripristino e riconnessione dei corsi d'acqua stagionali						
12. Ricostruzione del corso sinuoso						
13. Riconnessione di laghi residuali						
14. Rinaturalizzazione delle aree dei polder						
15. Ripristino di laghi						
16. Creazione di boschi paludosi e ripariali						
17. Riallineamento gestito						
18. Ripristino e conservazione delle zone umide costiere						
19. Costruzione e rinforzo di dune di sabbia						
20. Ripascimento di litorali e spiagge						
21. Sistemi di drenaggio sostenibili (SuDS)						
22. Raccolta della pioggia						
23. Superfici permeabili						
24. Bacini di infiltrazione						
25. Trincee di infiltrazione						
26. Pozzi perdenti						
27. Giardini pluviali						
28. Fossi vegetati						
29. Canali piantumati e rill						
30. Bacini di detenzione						
31. Stagni di ritenzione						
32. Sistemi geocellulari						
33. Fasce filtro						
34. Tetti d'acqua						
35. Sistemi di ricarica delle falde acquifere sotterranee						
36. Zone umide ricostruite						

Tabella 12 - Elenco di soluzioni grigie e dei rischi climatici che possono fronteggiare (fonte: Tabella 2 del “Compendium of nature-based and ‘grey’ solutions” del progetto europeo GrowGreen <http://growgreenproject.eu/compendium-nature-based-grey-solutions/>).

Soluzioni grigie	Riscaldamento	Inondazioni			Acqua	
		Fluviali	Acque superficiali	Costiere	Carenza	Qualità
						
1. Raffrescamento passivo degli edifici						
2. Tetti freddi o bianchi						
3. Facciate fredde						
4. Pavimentazioni fredde						
5. Fontane rinfrescanti						
6. Argini						
7. Muri anti-inondazione						
8. Barriere longitudinali (dighe)						
9. Barriere temporanee e smontabili						
10. Alveo di piena						
11. Compartimentazione						
12. Barriere o paratie per onde di tempesta						
13. Pennelli, frangiflutti e scogliere artificiali						
14. Moli rialzati						
15. Muri per moli e palancolati						
16. Chiuse e stazioni di pompaggio						
17. Impermeabilizzazione esterna						
18. Impermeabilizzazione interna						
19. Case galleggianti e anfibia						
20. Strade galleggianti o rialzate						
21. Rialzo dei terreni costieri						
22. Miglioramento dei sistemi di drenaggio e aumento della capacità delle condutture						
23. Regolatori di flusso						
24. Regolazione intelligente del sistema fognario						
25. Canali di controllo delle inondazioni						
26. Accumulo superficiale di acqua						
27. Accumulo sotterraneo di acqua						
28. Intercettatori di riflusso						
29. Pozzi di emungimento con valvola di ritegno						
31. Sistemi di riciclaggio di acque grigie						
32. Desalinizzazione						

Tabella 13 - Benefici delle NBS (fonte: Tabella 3 del “Compendium of nature-based and ‘grey’ solutions” del progetto europeo GrowGreen <http://growgreenproject.eu/compendium-nature-based-grey-solutions/>).

	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								
	Beneficiario																								

Un aspetto ancora in corso di studio è quello relativo alla progettazione tecnica delle NBS, le cui prestazioni dipendono fortemente dal contesto di applicazione. A questo fine ed in attesa di linee guida di dettaglio, diverse città italiane hanno adottato dei Regolamenti di Sostenibilità ambientale che permettono di stimare qualitativamente i benefici offerti dalle NBS. A

completamento del capitolo si ritiene quindi utile riportare alcuni indicatori adottati nei regolamenti edilizi comunali in alcune realtà italiane al fine di quantificare l'effetto dell'intervento edilizio rispetto alla permeabilità del suolo e del verde.

Procedura R.I.E. (Riduzione dell'Impatto Edilizio)

Adottata dal Comune di Bolzano con deliberazione del Consiglio Comunale n. 11 del 10.02.2004 - Procedura R.I.E.¹⁶. L'indice deve essere rispettato ai sensi dell'art. 19 del Regolamento Edilizio Comunale per le nuove costruzioni e le ristrutturazioni di edifici esistenti e per gli interventi di qualsiasi tipo su terreni e/o edifici esistenti che interessano le superfici esterne esposte alle precipitazioni (coperture, terrazze, strutture esterne, cortili, spazi verdi, aree con pavimentazioni, ecc).

Il R.I.E. è un indice numerico di qualità ambientale che indica l'effetto dell'intervento edilizio rispetto alla permeabilità del suolo e del verde. Nel caso di misure edilizie che comportano un'impermeabilizzazione di grandi superfici, è necessario creare un equilibrio ecologico attraverso tetti verdi, tecnologie ingegneristico-biologiche e attraverso il rinverdimento e la piantumazione.

Per limitare il più possibile l'impermeabilizzazione del suolo, è stato introdotto un indice di riduzione dell'impatto edilizio. Esso fornisce informazioni sul grado di sigillatura della superficie. È un valore numerico che descrive la qualità dell'intervento di costruzione per quanto riguarda la permeabilità del suolo e delle aree verdi.

Il calcolo del R.I.E. è basato sulla seguente formula:

$$RIE = \frac{\sum_{i=1}^n S_{Vi} \frac{1}{\Psi_i} + (Se)}{\sum_{i=1}^n S_{Vi} + \sum_{j=1}^m S_{ij} \Psi_j}$$

dove:

RIE = Indice di riduzione dell'impatto edilizio

¹⁶

http://www.comune.bolzano.it/urb_context02.jsp%3FID_LINK%3D512%26page%3D10%26area%3D74%26id_context%3D4663

S_{vi} = i-esima superficie permeabile, impermeabile o sigillata trattata a verde

S_{ij} = j-esima superficie permeabile, impermeabile o sigillata non trattata a verde

ψ_i = i-esimo coefficiente di deflusso

ψ_j = j-esimo coefficiente di deflusso

S_e = Superfici equivalenti alberature

Indice di riduzione impatto climatico (R.I.C.)

Il Comune di Milano ha realizzato un'importante esperienza per la riduzione dell'impatto dell'urbanizzazione sul clima. Il Documento tecnico del Comune di Milano per l'attuazione della disciplina di cui all'Art. 10 "Sostenibilità ambientale e resilienza urbana" delle Norme d'attuazione del Piano delle Regole del Piano di Governo del Territorio, contiene la metodologia di calcolo per la minimizzazione delle emissioni di carbonio e per il raggiungimento dell'Indice di riduzione di impatto climatico "R.I.C." ¹⁷. Il PGD è stato approvato il 14 ottobre 2019 dal Consiglio Comunale di Milano, i fogli di calcolo a disposizione per il calcolo dell'indice R.I.C. sono stati approvati con determina n° 797/2020 del 05/02/2020.

La disciplina contenuta nell'articolo 10 si applica a:

- tutti gli interventi ricadenti nel territorio comunale nonché agli ambiti disciplinati da norma transitoria, limitatamente a quelli per i quali i piani attuativi non siano ancora stati adottati alla data di entrata in vigore della variante al PGT;
- alla realizzazione di nuovi edifici per servizi di iniziativa pubblica diretta o ceduti all'Amministrazione attraverso scomputo degli oneri di urbanizzazione, nonché alla realizzazione di nuovi edifici per i servizi e le attrezzature, siano essi pubblici o privati di uso pubblico o di interesse generale.

I progetti devono necessariamente raggiungere un R.I.C. minimo; esso è un valore numerico da identificare per ogni intervento, ovvero un requisito minimo che va garantito utilizzando, in forma alternativa o composta, le superfici verdi e permeabili. Fermo restando una quota minima di superficie permeabile richiesta dal Regolamento Edilizio e computata nel calcolo del RIC, l'attuazione degli interventi dovrà prevedere soluzioni atte a migliorare la qualità ambientale e la capacità di adattamento.

¹⁷ <https://www.comune.milano.it/aree-tematiche/urbanistica-ed-edilizia/pgt-approvato-e-vigente-milano-2030/sostenibilita-ambientale-e-resilienza-urbana>

Il Documento tecnico riporta: “[...] Come indicato al comma 4 dell’articolo 10 delle Norme di Attuazione del Piano delle Regole, il RIC è definito dal rapporto tra superfici verdi, di seguito definite, e Superficie territoriale dell’intervento. Per gli interventi su edifici esistenti il calcolo del RIC dovrà essere ricondotto al rapporto tra superfici verdi e la superficie fondiaria/area di pertinenza dell’intervento. Come indicato nell’articolo 10, comma 4, lettera b., nella sommatoria delle superfici verdi da considerare per il calcolo del RIC non sono da computare le eventuali dotazioni territoriali esistenti

$$RIC = \frac{\sum (\text{Superfici verdi} \times \text{coefficiente di ponderazione})}{\text{superficie territoriale}}$$

Ai fini del calcolo del RIC ogni tipologia di superficie verde, prevista dall’articolo 10, comma 4 delle Norme di Attuazione del Piano delle Regole, andrà moltiplicata per un coefficiente di ponderazione, assegnato dal PGT in base alle caratteristiche ecologiche e di permeabilità specifiche di ciascuna tipologia di superficie.

I criteri alla base dell’attribuzione dei fattori di ponderazione alle diverse tipologie di superfici sono riconducibili a:

- capacità di evapotraspirazione;
- capacità di fissazione delle polveri con effetto di riduzione delle polveri sospese;
- capacità di captazione e deflusso delle acque;
- capacità di favorire la biodiversità.

I coefficienti di ponderazione sono riportati al comma 4, lettera b. dell’articolo 10 delle Norme di Attuazione del Piano delle Regole. [...]”. Nel Capitolo 4 del Documento tecnico, sono riportati i valori dei suddetti coefficienti e le relative caratteristiche, affinché le superfici verdi, permeabili e semipermeabili di ciascun intervento edilizio/urbanistico possano essere adeguatamente progettate e conseguentemente computate nel calcolo del RIC.

Al momento attuale le risultanze del progetto GrowGreen costituiscono una utile informazione per valutare le soluzioni che meglio possono supportare il miglioramento del metabolismo urbano di Modena, tenendo conto dei risultati delle sperimentazioni in corso.

8. SINTESI DELLE CRITICITÀ E DELLE INDICAZIONI A SUPPORTO DELLA PIANIFICAZIONE

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva contenente le criticità emerse, una loro breve descrizione, l'Ente ed il sistema idraulico interessato, ed alcune soluzioni possibili emerse durante gli incontri con diversi soggetti.

Sistema idrico/Ente di riferimento	Titolo e descrizione criticità	Possibili soluzioni
Consorzio della Bonifica Burana	Forte interconnessione tra rete di bonifica idraulica e rete fognaria. Ciò determina forti impatti sia a livello quantitativo che qualitativo sulle acque. Al verificarsi di eventi meteorici intensi gli scaricatori delle reti fognarie possono entrare in funzione deviando parte del deflusso nei canali di bonifica provocando sovraccarico nei canali di bonifica stessi con conseguente rischio di locali allagamenti. La qualità dell'acqua scaricata nei canali di bonifica attraverso scaricatori di piena è spesso compromessa. Ciò implica il peggioramento della qualità dell'acqua nei canali riceventi, che risulta pure impattata da diversi scarichi abusivi puntuali legati sia ad attività produttive che ad abitazioni civili. La compromissione della qualità dell'acqua si riflette anche sulle caratteristiche dei sedimenti e successivamente fanghi di dragaggio estratti dai canali. Soprattutto nella stagione irrigua, le problematiche relative alla qualità delle acque è una delle criticità maggiori per l'intera rete di bonifica del Consorzio della Bonifica Burana.	Il diversivo Martiniana dovrebbe limitare tale problematica. Maggior controllo sugli scarichi non autorizzati e quindi non censiti. La risoluzione definitiva del problema si otterrebbe mediante realizzazione di una rete di fognatura separata, che tuttavia è un intervento che richiederebbe un forte impiego di risorse.
	Gli Enti a diverso titolo interessati evidenziano difficoltà nella gestione della rete drenante legate alla definizione delle competenze. Tale aspetto risulta dipendere dalla forte interconnessione delle vie d'acqua che attraversano il Comune. Vi sono difficoltà inoltre nella gestione dei canali e manufatti	Definizione collegiale delle competenze gestionali relative a ciascun ramo di rete.

	storici, quali ad esempio vecchi mulini abbandonati, sottoposti a vincoli architettonici e archeologici.	
	Assetto del reticolo idrografico e nuove urbanizzazioni. L'intero sistema idraulico (principale e secondario) è interconnesso ed integrato ad un reticolo minore estremamente capillare, di natura sia pubblica che privata, non gestito direttamente dai consorzi di bonifica. La funzionalità di detto reticolo minore è essenziale per assicurare le funzionalità irrigue e di scolo. Interventi antropici non adeguati (nuove urbanizzazioni, tombamenti, etc.) possono incidere su tale sistema idraulico minore con modalità non sempre controllabili ed assoggettabili a verifiche ed autorizzazioni. Elementi di criticità della rete sono inoltre rappresentati dalla difficoltà di eseguire le operazioni di manutenzione sia ordinaria che straordinaria a causa del non rispetto, non chiarezza o inadeguatezza delle fasce di rispetto dei canali.	Maggior coordinamento dei diversi Enti in fase di pianificazione. La salvaguardia delle fasce di transito e di rispetto idraulico dai canali possono mitigare tali criticità.
Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale	Lievi criticità idrauliche. A seguito di fenomeni temporaleschi intensi, soprattutto nella stagione irrigua a rete invasata, possono verificarsi insufficienze nella rete e limitate esondazioni.	La separazione tra reti di scolo ed irrigazione potrebbe mitigare il rischio.
Settore fognario-	Forte interconnessione tra rete di bonifica	La separazione delle reti,

depurativo (HERA S.p.A.)	idraulica e rete fognaria. Analogamente a quanto accade per il reticolo di bonifica, il fatto che vi sia una fortissima interazione tra rete di bonifica e rete fognaria rappresenta una criticità anche per il sistema di fognatura e soprattutto di depurazione. Infatti, a causa della commistione delle acque in ingresso al depuratore principale di Modena a volte vengono veicolate in depurazione acque eccessivamente diluite che incidono negativamente sull'efficienza del processo. Tale aspetto è maggiormente evidente nei periodi estivi, quando la rete di bonifica è invasata e quindi maggiori sono i volumi idrici che si riversano nella rete di drenaggio urbano. L'eccesso di volume in arrivo al depuratore di Modena non eccede la capacità di trattamento del depuratore.	così come la realizzazione di canali di gronda (quali ad esempio il Diversivo Martiniana) che intercettano e deviano le acque dei bacini di monte verso il reticolo idrografico superficiale, potrebbero mitigare tali criticità.
	Soprattutto a seguito dell'espansione urbanistica che ha caratterizzato il dopoguerra, diversi canali sono scomparsi dalle mappe catastali. La gestione di queste strutture, costituita per la maggior parte da canali tombati datati, talvolta con la presenza di edifici sovrastanti, è resa difficoltosa dal fatto che attualmente non risultano ben definiti i limiti tra gestione pubblica e privata e quindi non sono chiare le competenze. Deve essere inoltre considerato che le modalità operative in centro storico possono talvolta rivelarsi complesse, anche per l'assenza di servitù ed anche perché i canali sono sottoposti a vincoli di natura architettonica e culturale. Criticità del reticolo idraulico nel centro storico sono legate, ad esempio, alla stabilità strutturale dei canali e quindi, anche degli edifici posti al di sopra di essi.	Per mitigare la criticità sarebbe necessario operare in collaborazione con gli enti interessati per definire la posizione delle reti, definirne la proprietà nonché le competenze e le modalità di intervento, di gestione e di riqualificazione

	Criticità acque di prima pioggia. Soprattutto nei periodi estivi, in seguito ad eventi di precipitazione brevi ed intensi, gli scaricatori entrano in funzione sversando nel corpo idrico ricettore acque non trattate. Ciò può comportare problematiche sulla qualità delle acque superficiali. Tale criticità, a causa della forte interconnessione tra reti di bonifica e reti di scolo, incide non solo sul reticolo naturale principale ma anche sulla qualità dei canali di Bonifica. La gestione delle acque di prima pioggia oggi viene eseguita principalmente attraverso vasche di prima pioggia. Tali manufatti, interrati, spesso sono di difficile manutenzione. Inoltre, l'esperienza ha dimostrato come sia necessario tenerne traccia con soluzioni efficienti, al fine di poterle programmare le operazioni di pulizia e manutenzione straordinaria.	Approfondimenti riguardanti il censimento delle vasche di laminazione e la loro gestione potrebbero mitigare le problematiche legate alle acque di prima pioggia. E' inoltre opportuno valutare interventi alternativi, in accordo ai recenti orientamenti suggeriti dalla ricerca nazionale ed internazionali di settore. Interventi diffusi sul territorio, quali ad esempio la dispersione delle acque meteoriche tramite trincee drenanti (nel rispetto delle norme vigenti), l'utilizzo di tetti verdi, oppure il riutilizzo delle acque meteoriche potrebbero costituire un'opportunità di mitigazione delle suddette criticità.
	Caratteristiche strutturali della rete di drenaggio urbano. La rete di canali cittadini, formata a volte anche da vecchie cloache, presenta a volte criticità strutturali nella sezione dovute all'età, all'ambiente corrosivo, alle sottopressioni delle acque di falda. I canali principali che corrono all'interno della città hanno sezioni molto ampie, essendo dimensionate per il trasferimento a valle delle portate provenienti dagli estesi bacini di scolo posti a sud della città stessa. Detti canali presentano inoltre pendenze di fondo modeste. Tali caratteristiche idrauliche rendono difficoltoso, in tempo secco, il deflusso delle	

	esigue portate nere, che avviene con velocità molto basse, favorendo il conseguente deposito di sedimenti putrescibili misti a materiali di natura terrosa o lapidea provenienti dai bacini pedecollinari. Tali depositi, oltre a problemi igienico-sanitari soprattutto nel periodo di magra estiva, possono creare problemi di interrimento progressivo dei canali e comprometterne l'efficienza idraulica, con possibile aggravio del rischio idraulico.	
Sistema acquedottistico (HERA S.p.A. ed AIMAG)	Caratteristiche chimiche delle acque. L'elevata presenza di nitrati nella falda acquifera risulta il principale elemento antropico che influisce sullo scadimento qualitativo delle acque sotterranee, interferendo sull'utilizzo della risorsa ai fini acquedottistici	Un approfondimento della conoscenza dei principali sistemi idrogeologici, un continuo monitoraggio quali-quantitativo della falda acquifera associato al monitoraggio dei corsi d'acqua superficiali, permetterebbe di effettuare una lettura complessiva dell'ambiente idrico e, attraverso l'uso della modellistica, di valutare l'evoluzione dei fenomeni anche in politiche di risanamento intraprese, al fine di ricalibrare le azioni da adottare. Delimitazione delle aree di rispetto adottando il metodo cronologico in sostituzione del criterio geometrico. La mitigazione della problematica richiede interventi drastici, sia strutturali che di

		risanamento locale, con possibili tempi di esecuzione e di risposta molto lunghi.
	Saturazione della rete dal punto di vista delle pressioni e risorsa idrica. Future massicce urbanizzazioni implicherebbero la realizzazione di interventi significativi per poter garantire l'approvvigionamento idrico appropriato. La zona ad ovest del Fiume Secchia (Lesignana, Villanova, Ganaceto) è servita da un'unica tubazione che attraversa il Secchia stesso.	Interventi di adeguamento strutturale della rete.
Sicurezza idraulica	Criticità idrauliche nel reticolo naturale	Le proposte di

del territorio	principale. Secondo la definizione del PGRA, il Comune di Modena è interessato da due aree a rischio potenziale significativo di alluvione (APSR), quelle relative ai fiumi e Secchia e Panaro. Relativamente agli argini del Panaro, oltre al rischio di tracimazione, essi sono soggetti ad altre due tipologie di rischio: il rischio di sifonamento e sfiancamento e il rischio di erosione (in certi tratti, sono praticamente in frodo). Proprio recentemente, nel corso dell'evento di piena del 2014, si sono verificati segnali di fragilità (ad es. filtrazioni) che, in assenza di un pronto intervento, avrebbero potuto causare ulteriori ed importanti rotte arginali. Allo stesso tempo, nel tratto a monte della cassa di espansione, si sono evidenziati processi di incisione dell'alveo che hanno portato al crollo, negli ultimi sessant'anni, di importanti opere di attraversamento e opere di protezione dall'erosione. A seguito di tali processi si è ridotta la capacità di espansione e laminazione delle piene nelle aree di pertinenza fluviale, a discapito dei tratti di valle. Soltanto in limitati tratti si possono prevedere adeguamenti delle quote arginali: ormai, a seguito dei progressivi rialzi e ringrossi susseguitisi nel tempo, gli argini hanno raggiunto altezze sul piano di campagna anche di 10 metri e quindi non possono essere ulteriormente rialzati per raggiunte condizioni limite strutturali. Relativamente agli elaborati PGRA del Fiume Secchia, ed in particolare quelli legati all'ARS, essi evidenziano l'inadeguatezza del sistema difensivo a monte di Ponte Alto rispetto allo scenario di piena di media probabilità (P2, tempo di ritorno di 100-200 anni), con possibilità di sormonto dei rilevati arginali sia a monte che a valle della cassa di espansione.	adeguamento presentate dall'Autorità di Bacino puntano sul miglioramento della capacità di deflusso dell'alveo arginato e sul miglioramento della stabilità e resistenza strutturale del sistema arginale maestro. Inoltre, attività di manutenzione della vegetazione e dei piani golenali incidono fortemente sull'idoneità del sistema arginale. Altro aspetto fondamentale, inoltre, è quello legato agli animali con abitudini fossorie. Attualmente sul Secchia, sono in fase di realizzazione gli adeguamenti arginali, sia in quota che allargamenti del corpo arginale, al fine di contenere la piena ventennale con franco di 1 m. Relativamente alla cartografia PGRA, sia relativa al reticolo naturale principale che secondario, si fa notare che essa si riferisce ad un quadro non perfettamente aggiornato. In alcune aree, pertanto, essa andrebbe rivisitata, anche a seguito dei diversi interventi recentemente completati.
	Criticità nel reticolo secondario di bonifica e/o sistema di drenaggio urbano. L'intera	E' attesa la mitigazione del rigurgito del Canale

area comunale non presenta criticità idrauliche elevate legate ad insufficienza della rete secondaria. A seguito dei diversi interventi di sistemazione dei canali susseguitisi nel tempo il comune attualmente presenta un buon grado di sicurezza idraulica legata all'insufficienza della rete secondaria. Una criticità conseguente alle piene che si verificano nel Panaro, è legata al fatto che l'intera rete drenante del territorio modenese è vincolata ai livelli idrici di tale fiume. Infatti, praticamente la totalità della rete di Modena confluisce nel Canale Naviglio il quale, a Bomporto, mediante porte vinciane, scarica le proprie acque nel Fiume Panaro. In condizioni di piena del Panaro, sia il Canale Naviglio che il Torrente Tiepido vengono rigurgitati e possono generarsi allagamenti più o meno estesi. Relativamente al reticolo di bonifica compreso tra Secchia e Panaro, una delle maggiori criticità è legata alla forte interconnessione tra reti fognarie e di bonifica: specialmente nel periodo irriguo - con rete di bonifica invasata - ed in concomitanza di eventi meteorici intensi, gli scaricatori delle reti fognarie entrano in funzione; tali apporti, che provengono da aree urbanizzate con elevato grado di impermeabilizzazione, possono determinare sovraccarico nei canali di bonifica con conseguente rischio di locali allagamenti. Altre criticità idrauliche sono legate ad interventi antropici inadeguati, quali ad esempio l'inadeguatezza di attraversamenti e tombamenti di canali. Inoltre, non sempre i nuovi interventi, quali ad esempio nuove urbanizzazioni, vengono realizzati garantendo continuità idraulica della rete superficiale e l'invarianza idraulica. Difficoltà nell'eseguire le operazioni di manutenzione sia ordinaria che straordinaria

Naviglio in seguito alla realizzazione delle vasche di laminazione in località Prati di San Clemente, nell'area compresa tra il Cavo Minutara e il Cavo Argine, attualmente in fase di realizzazione. Un'ulteriore mitigazione del rischio idraulico nei territori Modenesi, inoltre, dovrebbe essere conseguente al completamento dei lavori sul Diversivo Martiniana. Questo è un canale di gronda per l'intercettazione delle acque meteoriche provenienti dalla fascia pedecollinare e dall'alta pianura posta a sud della città, il quale indurrà riduzione delle portate di piena del Canale Naviglio. Di recente, nel mese di febbraio 2021 è stata effettuata la verifica di funzionalità del Diversivo Martiniana sul nodo idraulico del Canale di Corlo, con esito positive. Pertanto il livello di sicurezza idraulica per la frazione di Baggiovara e a valle per la Città e, in generale per il bacino del Canale Naviglio, si è sicuramente innalzato. Diversi lavori eseguiti negli anni nelle zone di Modena ovest ed est (tra i più

	possono nascere dal non rispetto delle fasce di transito e di rispetto idraulico. Ad esempio, a causa della vicinanza dei canali alla viabilità stradale, risultano spesso necessari interventi per garantire la stabilità della sezione del canale. Problemi al deflusso possono inoltre nascere dalla inadeguata manutenzione/gestione di manufatti storici quali ad esempio vecchi mulini abbandonati, sottoposti a vincoli dalla Soprintendenza archeologia belle arti e paesaggio.	recenti si citano quelli sul Cavo Cazzola, Canal Bianco, Nuovo Collettore di Levante) hanno mitigato il rischio idraulico del Comune relativo al reticolo di drenaggio urbano.
--	---	---

Bibliografia

Agenzia regionale per la protezione ambientale ARPAE.

La Qualità delle acque sotterranee in provincia di Modena anni 2013-2015

(https://www.arpae.it/dettaglio_documento.asp?id=6621&idlivello=112)

Report sulle acque superficiali e sotterranee in provincia di Modena anno 2010-2012

(https://www.arpae.it/dettaglio_documento.asp?id=6525&idlivello=112)

Agenzia Territoriale dell'Emilia Romagna per i Servizi Idrici e Rifiuti ATERSIR

Accordo di collaborazione scientifica ai sensi dell'art. 15 L. 241/90 per la realizzazione di attività di interesse comune riguardante la definizione delle aree di salvaguardia per le captazioni di acque sotterranee in Comune di Modena e verifica delle aree di riserva

(<http://www.atersir.it/atti-documenti/accordo-di-collaborazione-scientifica-la-realizzazione-di-attivita-di-interesse-comune-riguardante>)

Autorità di Bacino del Fiume Po

Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni - IV A. Area a rischio significativo di alluvione ARS Distrettuali 2. Schede monografiche Fiume Panaro dalla cassa di espansione alla confluenza in Po.

(http://www.adbpo.it/PDGA_Documenti_Piano/PGRA2015/Sezione_A/Relazioni/Parte_4A/Schede_ARS_Distrettuali/20_Panaro.pdf)

Linee generali di assetto idrogeologico e quadro degli interventi bacino del Panaro

(<http://www.adbpo.it/PAI/3%20-%20Linee%20generali%20di%20assetto%20idraulico%20e%20idrogeologico/3.4%20-%20Elaborato%20Emilia-Romagna/Panaro.pdf>)

Linee generali di assetto idrogeologico e quadro degli interventi bacino del Secchia.

(<http://www.adbpo.it/PAI/3%20-%20Linee%20generali%20di%20assetto%20idraulico%20e%20idrogeologico/3.4%20-%20Elaborato%20Emilia-Romagna/Secchia.pdf>)

Consorzio della Bonifica Burana.

Piano di classifica degli Immobili per il riparto degli Oneri Consortili - anno 2015.

(<http://www.consorzioburana.it/servizi/Menu/dinamica.aspx?idSezione=616&idArea=21285&idCat=21285&ID=21285&TipoElemento=area>).

Istituto Superiore di Sanità

Linee guida per la valutazione e gestione del rischio nella filiera delle acque destinate al consumo umano secondo il modello Water Safety Plan - Rapporti Istisan 14/21
(https://www.iss.it/documents/20126/45616/14_21_web.pdf/68c7940a-acd9-3569-fe07-af3fac298a79?t=1581095415282)

Piano d'Ambito della Provincia di Modena redatto dall'ex ATO 4 2007 – 2024.

(<http://www.atersir.it/atti-documenti/piano-dambito-della-provincia-di-modena-ex-ato-4>)

Piano di tutela delle acque della Regione Emilia Romagna

(<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/acque/temi/piano-di-tutela-delle-acque>)

Tesi di Laurea “Computer-aided district metered areas design for application of advanced leak detection techniques” di Federica Giansanti, Anno Accademico 2014-2015, Scuola di Ingegneria e Architettura, Dipartimento DICAM, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna.

Tesi di laurea “L’uso del GIS e della simulazione numerica nella distrettualizzazione della rete di distribuzione idrica di Modena, finalizzato al monitoraggio delle perdite ed alla determinazione delle zone di vulnerabilità” di Yos Zorzi, Anno Accademico 2000-2001, Facoltà di Ingegneria, Dipartimento DISTART, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna.

Bologna, novembre 2021

Responsabile scientifico

Prof. Alberto Montanari