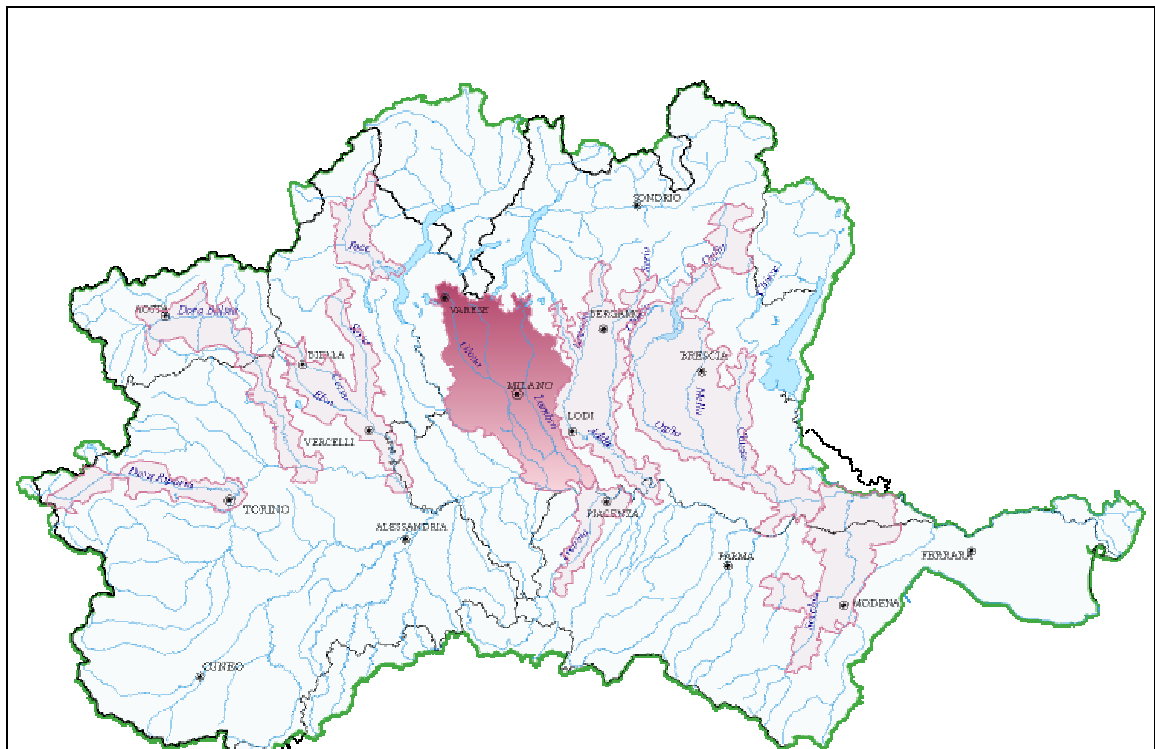




AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME PO

Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona.



Attività 5.3.1-5.4.1: Valutazione delle condizioni attuali di sicurezza del sistema difensivo e definizione dell'assetto di progetto del sistema fluviale

Prodotto 5.3.1-5.4.1./1: Relazione generale

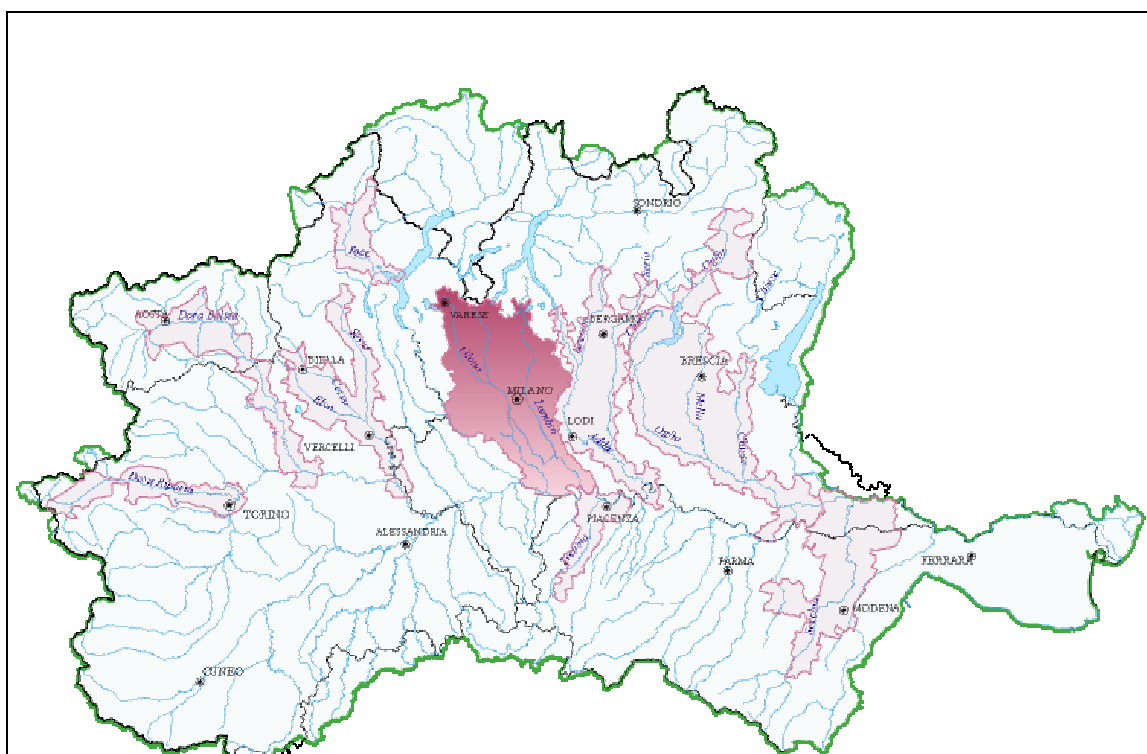
Elaborato 5.3.1-5.4.1./1/1R: Relazione generale sulle condizioni attuali di sicurezza e sul funzionamento complessivo del reticolo

Tipo di documento: [R] + Relazione	Data redazione: Settembre 2004	Versione: 00
Ditta:  C. LOTTI & ASSOCIATI SOCIETÀ DI INGEGNERIA S.p.A. ROMA	Realizzata da: Ing. Saverio Baccini Ing. Giorgio Visentini	Responsabile del progetto: Ing. Giorgio Visentini



AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME PO

Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona.



Attività 5.3.1-5.4.1: Valutazione delle condizioni attuali di sicurezza del sistema difensivo e definizione dell'assetto di progetto del sistema fluviale

Prodotto 5.3.1-5.4.1./1: Relazione generale

Elaborato 5.3.1-5.4.1./1/1R: Relazione generale sulle condizioni attuali di sicurezza e sul funzionamento complessivo del reticolo

**STUDIO FATTIBILITÀ DELLA SISTEMAZIONE IDRAULICA DEI CORSI
D'ACQUA NATURALI E ARTIFICIALI ALL'INTERNO DELL'AMBITO
IDROGRAFICO DI PIANURA LAMBRO - OLONA**

**RELAZIONE GENERALE SULLE CONDIZIONI ATTUALI DI
SICUREZZA E SUL FUNZIONAMENTO COMPLESSIVO DEL
RETICOLO**

N° PROGETTO: 88.A.001			N°. ELABORATO: 5.3.1-5.4.1./1/1R		
0	Settembre 2004	Emissione			
1					
2					
3					
4					
<i>revisione</i>	<i>data</i>	<i>descrizione</i>	<i>redatto</i>	<i>verificato</i>	<i>approvato</i>

INDICE

1. OGGETTO E FINALITÀ DELLO STUDIO.....	1
2. ASSETTO ATTUALE DEL RETICOLO	5
2.1 PREMESSE	5
2.2 CRITERI GENERALI DI VALUTAZIONE	6
2.3 CARATTERISTICHE FUNZIONALI E CONDIZIONI ATTUALI DI CRITICITÀ DEL RETICOLO	7
2.3.1 <i>Descrizione e criticità generali del reticolo</i>	7
2.3.2 <i>Caratteristiche dimensionali e funzionali del reticolo e livelli di criticità</i>	9
2.4 RETE DI MONITORAGGIO ESISTENTE	21
2.4.1 <i>Regione Lombardia</i>	22
2.4.2 <i>Provincia di Milano</i>	22
2.4.3 <i>Comune di Milano</i>	23
2.4.4 <i>A.R.P.A.</i>	24
3. ASSETTO DI PROGETTO.....	32
3.1 OBIETTIVI DEGLI INTERVENTI.....	32
3.2 INTERVENTI PER IL CONSEGUIMENTO DELL'ASSETTO DI PROGETTO	34
3.2.1 <i>Generalità</i>	34
3.2.2 <i>Reticolo Nord Milano</i>	37
3.2.3 <i>Reticolo Sud Milano</i>	39
3.3 INTEGRAZIONI PROPOSTE ALLA RETE DI MONITORAGGIO	43

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Reticolo di studio	3
Figura 2 – Localizzazione delle principali condizioni di criticità	10
Figura 3 – Schema funzionale del reticolo di studio nelle condizioni attuali per gli eventi di piena di riferimento	14
Figura 4 - Schema rete Comune di Milano afferente al sistema sud-est Milano (Vettabbia, Redefossi)	16
Figura 5 – Rete di monitoraggio esistente	30
Figura 6 – Schema funzionale del reticolo di studio nell'assetto di progetto per gli eventi di piena di riferimento	36
Figura 7 – Integrazioni proposte alla rete di monitoraggio esistente	45

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Corsi d'acqua facenti parte del reticolo di studio.....	1
Tabella 2 – Caratteristiche delle stazioni di monitoraggio	25

ALLEGATI

Tav. 1 – Localizzazione degli interventi strategici proposti per l'assetto di progetto del reticolo
--

1. OGGETTO E FINALITÀ DELLO STUDIO

Lo studio si riferisce all'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona e prende in considerazione il reticolo dei corsi d'acqua naturali ed artificiali che ricadono all'interno di detto ambito, per gli aspetti che concernono le funzioni di convogliamento e smaltimento degli afflussi meteorici nelle condizioni di piena.

La finalità dello studio è la definizione dell'assetto di progetto di tale reticolo, estremamente articolato e interconnesso, atto a garantire il conseguimento di condizioni di sicurezza adeguate all'elevato grado di urbanizzazione dell'intero territorio che fa capo all'area metropolitana milanese.

I corsi d'acqua interessati dalle valutazioni idrauliche e dalle indicazioni di intervento del progetto sono indicati nella tabella 1 e rappresentati schematicamente nella figura 1:

Tabella 1 - Corsi d'acqua facenti parte del reticolo di studio

Corso d'acqua	Da	A	km
A. CORSI D'ACQUA PRINCIPALI			
Fiume Lambro	Merone	Confluenza in Po	120
Fiume Olona	Induno Olona	Rho	61
B. RETICOLO IDROGRAFICO NORD MILANO E SUD MILANO			
Torrente Trobbia	Cambiago	Confluenza in Molgora	15
Torrente Molgora	Caravaggio (Lomagna)	Confluenza nel Canale Muzza	32
Naviglio Martesana	Adda	Confl. con il Seveso (Milano)	36

Corso d'acqua	Da	A	km
Torrente Seveso	Fino Mornasco (Ponte A9)	Inizio tratto tombinato Milano	41
Torrente Garbogera	S.S. 527	Inizio tratto tombinato Milano	15
Torrente Pudiga	Confluenza Cislara-Lombra	Inizio tratto tombinato Milano	12
Torrente Nirone	Canale Villoresi	Baranzate (confluenza nel Guisa)	5
Torrente Guisa	S. Damiano	Inizio tratto tombinato Milano	15
Torrente Lura	Lomazzo	Immissione nel fiume Olona	25
Torrente Bozzente	Mozzate	Inizio tratto tombinato Rho	20
Deviatore Redefossi	S. Donato	Confluenza in Lambro	3
Cavo Redefossi	S. Donato	Confluenza in Lambro	7
Roggia Vettabbia	Uscita fognatura di Milano	Confluenza nel Cavo Redefossi	15
Torrente Lambro Merid.Le	Conca Fallata	Confluenza in Lambro	46
Roggia Olona Inferiore	Pontelungo	Confluenza in Po	32
C. RAMI ARTIFICIALI			
C.S.N.O.	Fiume Seveso	Fiume Ticino	34
Ramo Olona	Rho – Presa Olona 1	C.S.N.O. (Vighignolo)	4
Deviatore Olona	C.S.N.O. (Vighignolo)	Conca Fallata	15

Per la definizione della valutazione delle condizioni attuali di sicurezza del sistema difensivo e dell'assetto di progetto sono state elaborate relazioni specifiche per ogni singolo corpo idrico.

Per i corsi d'acqua del *gruppo A – Corsi d'acqua principali* era stato già definito, prima che avesse inizio il presente studio, un assetto di progetto nell'ambito del PAI e per essi si disponeva quindi di una delimitazione delle fasce fluviali. Per questi corsi d'acqua è stato analizzato l'assetto di progetto definito dalle fasce in parola mediante nuove e più dettagliate indagini di campo, analisi conoscitive e studi idraulici, ed è stato rideterminato l'assetto stesso, ridefinendo tanto gli interventi di adeguamento necessari, quanto, ove opportuno, le fasce fluviali.

Per i corsi d'acqua del *gruppo B – Reticolo idrografico Nord Milano e Sud Milano*, che non erano compresi nel PSFF e nel PAI, sono stati elaborati studi idrologici ed idraulici, accompagnati da indagini di campo ed analisi conoscitive, allo scopo di valutare le loro condizioni attuali di funzionamento in caso di piena, sia a livello di singola asta che di reticolo interconnesso. In funzione dei risultati ottenuti è stato definito, per ciascuno dei corsi d'acqua in parola, un assetto di progetto, attraverso la delimitazione delle fasce fluviali e l'individuazione di interventi di adeguamento, in grado di assicurare un sufficiente grado di contenimento delle piene.

Per le canalizzazioni, infine, di cui al *gruppo C – Rami artificiali*, sono state esaminate le rispettive condizioni di funzionamento nell'assetto attuale, in rapporto alle linee di sistemazione definite per la rete idrografica naturale di cui ai gruppi precedenti, e sono state individuati interventi di adeguamento e/o di carattere gestionale da realizzare, tenendo anche conto dei progetti in corso di attuazione.

Figura 1 - Reticolo di Studio (Tavola 1 di 2)

LEGENDA

Corsi d'acqua naturali

Rami artificiali

Tratti tombinati non oggetto di studi specifici

Altri corsi d'acqua

Comune di Milano

OSNAGO Toponimi dei comuni

VARESE Toponimi delle province

Nodi Idraulici

Inizio del tratto di studio

Scala di rappresentazione 1 : 175000

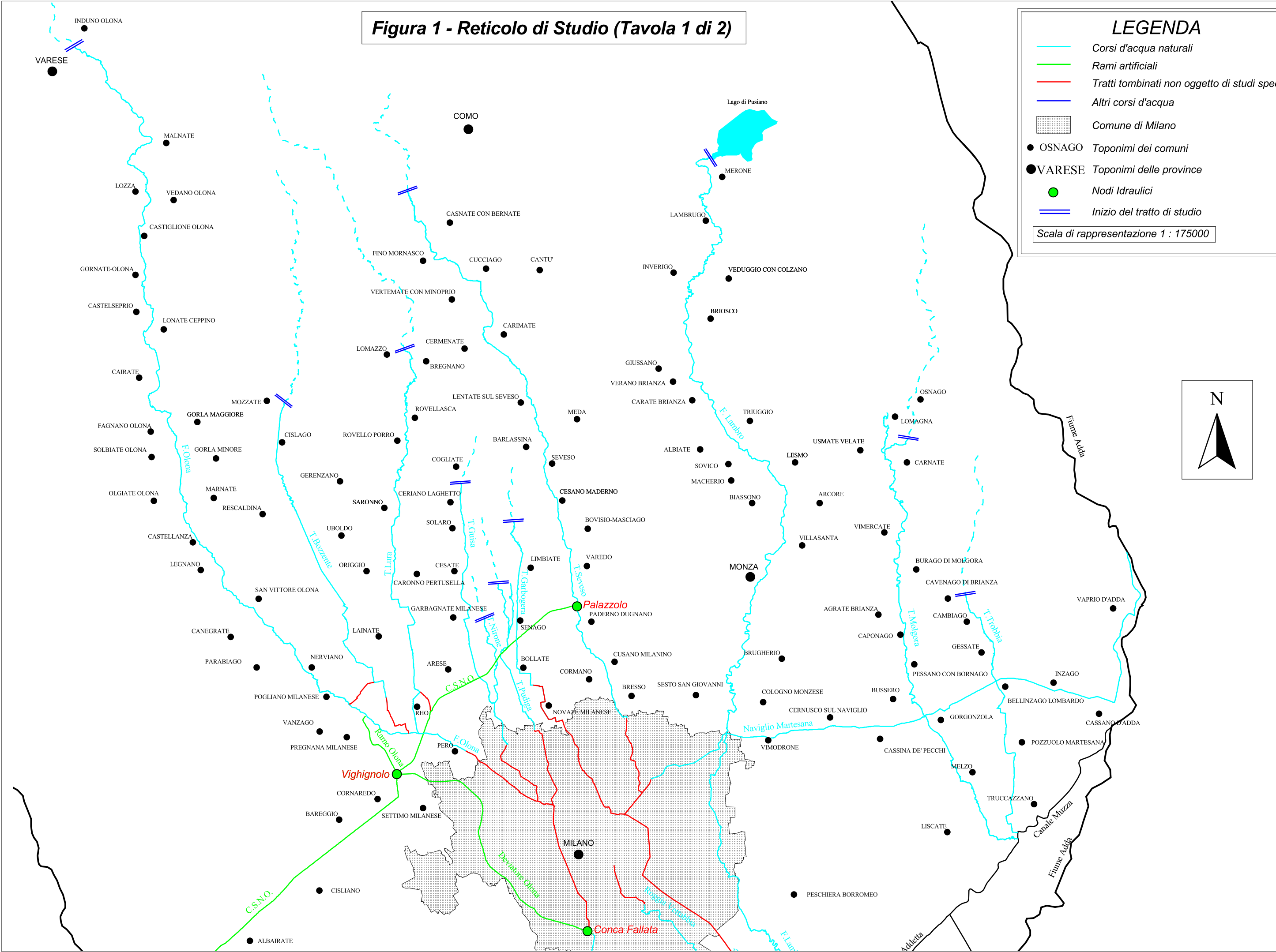
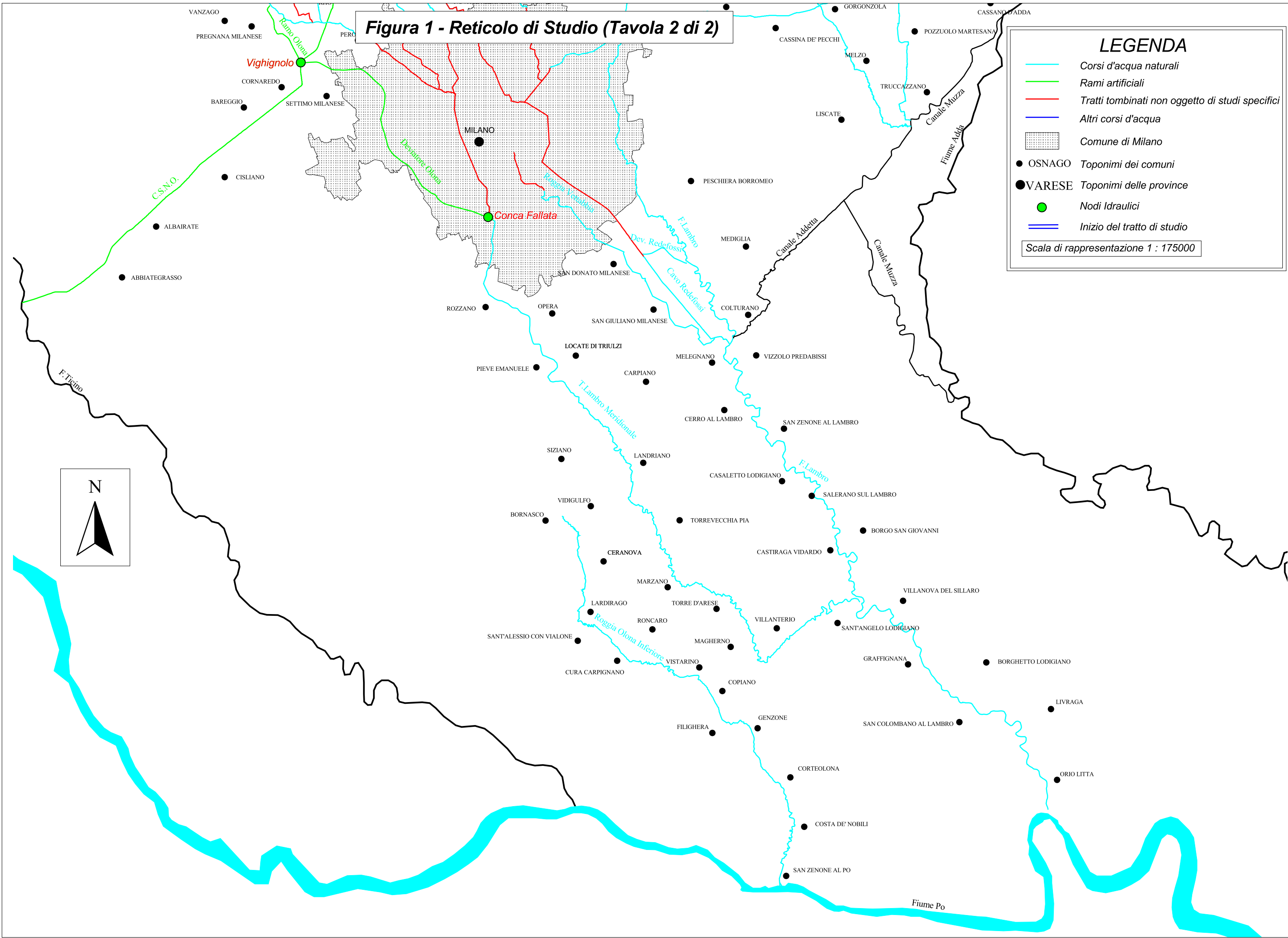


Figura 1 - Reticolo di Studio (Tavola 2 di 2)

LEGENDA

- Corsi d'acqua naturali
- Rami artificiali
- Tratti tombinati non oggetto di studi specifici
- Altri corsi d'acqua
- Comune di Milano
- OSNAGO Toponimi dei comuni
- VARESE Toponimi delle province
- Nodi Idraulici
- Inizio del tratto di studio

Scala di rappresentazione 1 : 175000



2. ASSETTO ATTUALE DEL RETICOLO

2.1 PREMESSE

La valutazione delle condizioni attuali di funzionamento del reticolo di studio nelle condizioni di piena si basa sull'insieme delle analoghe valutazioni già effettuate, a livello di singola asta fluviale, nell'ambito dell'*Attività 5.3.1 – 5.4.1: Valutazione delle condizioni attuali di sicurezza del sistema difensivo e definizione dell'assetto di progetto del sistema fluviale*.

Le valutazioni presentate negli elaborati a carattere monografico relativi ai singoli corsi d'acqua erano a loro volta basate sull'interpretazione e la valutazione sintetica ed intersettoriale dei dati e delle informazioni ricavati dalle indagini di campo e dalle analisi conoscitive condotte nella prima fase dello studio, ed in particolare nelle *Attività 5.1.4 - Catasto delle opere idrauliche; 5.1.5 – Stato della pianificazione urbana e territoriale; 5.1.6 – Quadro dei vincoli; 5.2 – Analisi idrologica e idraulica*.

Le condizioni di funzionamento attuale del reticolo di studio nelle condizioni di piena, di seguito esposte, costituiscono il fondamento della successiva definizione dell'assetto di progetto del reticolo stesso.

2.2 CRITERI GENERALI DI VALUTAZIONE

La valutazione delle condizioni attuali di funzionamento del reticolo nelle condizioni di piena è stata effettuata analizzando, così come è stato fatto a livello di singola asta fluviale, i diversi fattori che concorrono a determinare condizioni di criticità all'interno del reticolo stesso, fra i quali principalmente:

- i fenomeni di esondazione connessi alla capacità di deflusso degli alvei e dei ricettori finali;
- le condizioni di protezione fornite dalle opere idrauliche presenti lungo i corsi d'acqua del reticolo (opere in alveo trasversali, longitudinali ed argini) e gli effetti prodotti dalle opere di interconnessione e regolazione;
- la compatibilità delle opere interferenti (ponti);
- le interazioni delle esondazioni con il sistema territoriale coinvolto, per gli aspetti legati agli insediamenti, alle infrastrutture ed alle attività produttive (domanda e grado di sicurezza della regione fluviale).

Per ciascuno di questi fattori sono stati individuati uno o più parametri atti a consentire lo sviluppo di una procedura oggettiva di valutazione, finalizzata a determinare l'adeguatezza e/o la compatibilità del fattore stesso nei confronti della sicurezza idraulica.

L'analisi è stata già sviluppata, come si è detto, per singoli corsi d'acqua; viene nei capitoli seguenti presentata una sintesi generale delle condizioni attuali di funzionamento complessivo dell'intero reticolo nelle condizioni di piena.

La valutazione delle condizioni attuali di funzionamento del reticolo e delle singole aste fluviali ha preso in esame i diversi fattori sopra enunciati e fondamentalmente la domanda di sicurezza ed il grado di sicurezza della regione fluviale.

Il grado di sicurezza è classificato come dalla tabella seguente:

Domanda di sicurezza	Inondabilità per assegnato tempo di ritorno (TR)		
	TR ≤ 10 anni	10 anni < TR ≤ 100 anni	TR > 100 anni
moderata TR ≤ 10 anni	~ adeguato	+ elevato	++ molto elevato
media 10 anni < TR ≤ 100 anni	- insufficiente	~ adeguato	+ elevato
elevata TR > 100 anni	-- molto insufficiente	- insufficiente	~ adeguato

nella quale la domanda di sicurezza moderata, media o elevata si riferisce a un uso del suolo rispettivamente agricolo estensivo o a verde, agricolo di pregio, urbanizzato e/o produttivo.

2.3 CARATTERISTICHE FUNZIONALI E CONDIZIONI ATTUALI DI CRITICITÀ DEL RETICOLO

2.3.1 Descrizione e criticità generali del reticolo

Il reticolo di studio, schematicamente rappresentato nella precedente figura 1, può ricondursi sostanzialmente ad un unico sistema fluviale naturale e artificiale facente capo a sud di Milano al fiume Lambro. Il reticolo drena la parte centrale di un ampio territorio compreso tra le prealpi ed il Po, delimitato ad est dal fiume Adda e ad ovest dal fiume Ticino.

Da un punto di vista funzionale possono essere distinti al suo interno due sottosistemi: Nord e Sud Milano.

Il sistema Nord è costituito dal reticolo che si sviluppa a monte del nodo di Conca Fallata (confluenza di Olona, Lambro Meridionale e Deviatore Olona) e dal fiume Lambro a monte della confluenza del Deviatore Redefossi.

Il sistema Sud è costituito dal reticolo che confluisce nel Lambro a valle di detta confluenza: Lambro Meridionale, Torrenti Molgora e Trobbia tramite la derivazione del Canale Muzza nel Canale Addetta.

Di tale sistema Sud può considerarsi anche far parte, se pur direttamente confluyente in Po, la Roggia Olona.

Al sistema Nord appartengono quindi da Est verso Ovest i corpi idrici Seveso, Garbogera¹, Pudiga, Nirone e Guisa; il fiume Olona con i suoi affluenti Lura e Bozzente; il ramo Seveso sino a Vighignolo del CSNO; il Ramo Olona ed il Deviatore Olona; il tratto iniziale del Lambro Meridionale.

Il sistema Sud comprende invece i corpi d'acqua del Seveso e Garbogera confluenti nel Cavo Redefossi tramite il Naviglio Martesana; il Cavo Redefossi con il confluyente Vettabia ed il Deviatore Redefossi; il Lambro a valle della confluenza del Deviatore Redefossi; il Molgora ed il Trobbia; la Roggia Olona.

I corsi d'acqua artificiali (CSNO, Ramo e Deviatore Olona, Deviatore Redefossi) sono stati realizzati, in tempi abbastanza recenti, per scolmare le portate di piena eccedenti dei corsi d'acqua naturali e dei sistemi tombinati della città e per difendere così dai maggiori rischi di inondazione principalmente, ma non solo, il territorio urbano di Milano.

¹ Seveso e Garbogera sia per i tronchi derivati al CSNO, sia per i tronchi sino all'imbocco della Tombinatura di Milano

Milano, infatti, nel corso della sua storia ha operato in modo da convogliare verso la città gran parte delle acque dei corsi d'acqua che provenivano da nord, per utilizzarle a scopo irriguo o difensivo o come vie di trasporto. In tal modo Milano è diventato un complesso nodo idraulico.

Come si è detto infatti, molti dei corsi d'acqua sopra indicati, con la sola eccezione del fiume Lambro, che scorre sempre all'aperto ad Est della città, attraversano il territorio urbano milanese percorrendo un articolato sistema di alvei coperti e di tombinature, che comprendono anche il sistema dei Navigli, e che costituiscono il naturale recapito di tutti gli scarichi fognari cittadini. Esiste infatti all'interno del territorio comunale di Milano una stretta interconnessione tra i due sistemi, idrografico e fognario, con molteplici punti di interconnessione distribuiti su di un territorio assai vasto.

Lo sviluppo degli insediamenti civili ed industriali ha prodotto nuove reti di fognatura ed insieme alle mutate condizioni di uso del suolo, un aumento del volume delle acque riversate nei fiumi e nei torrenti ed una riduzione dei tempi di corrivazione, dando luogo così a sensibili incrementi dei volumi e dei colmi di piena.

Questa situazione ulteriormente aggravata dallo sviluppo nel tempo di opere interferenti inadeguate al deflusso ha determinato, vaste e frequenti esondazioni dei principali corsi d'acqua (Seveso, Olona,, Lura, Cavo Redefossi) e conseguenti allagamenti di aree fortemente urbanizzate, che hanno spesso comportato gravi danni e forti disagi alla popolazione residente, accompagnati da lunghe interruzioni del traffico e dei servizi di trasporto pubblico.

Il sistema di difesa principale di canali artificiali, con riferimento a quanto indicato in Figura 1, è costituito da:

- il Canale Scolmatore di Nord Ovest (C.S.N.O.), completato nel 1980 ad opera della Provincia di Milano, che mediante i suoi due tronchi denominati rispettivamente "Ramo Seveso" e "Ramo Olona" raccoglie, a monte di Milano, nel nodo di Vighignolo, parte delle portate di piena del Seveso, dei torrenti delle Groane (Garbogera, Pudiga, Nirone e Guisa), del fiume Olona e dei suoi affluenti (Lura e Bozzente) per recapitarle nel Deviatore Olona e nel fiume Ticino
- il Deviatore Olona realizzato dal Comune di Milano per derivare al nodo di Vighignolo le prime e più inquinate scolmature provenienti dal "Ramo Seveso" e dal "Ramo Olona" del C.S.N.O. e recapitarle nel colatore Lambro Meridionale, salvaguardando così il fiume Ticino
- il Deviatore Redefossi realizzato dal Comune di Milano nel 1976 a salvaguardia del territorio dei comuni di San Donato e San Giuliano Milanese, che raccoglie parte delle portate di piena del Cavo Redefossi, prima che queste raggiungano il territorio dei comuni sopra ricordati, e le convoglia direttamente nel fiume Lambro Settentrionale.

Tale sistema di difesa ha contribuito significativamente al contenimento del fenomeno delle esondazioni nell'area urbana milanese, che ha visto ridotte in frequenza ed intensità, ma non eliminate, le periodiche inondazioni che la colpivano. Si tratta quindi di interventi

non ancora sufficienti per garantire un grado di sicurezza accettabile per un'area urbana di queste dimensioni e di questa importanza.

Occorre inoltre far presente che il reticolo idrografico Lambro-Olona presenta notevoli specificità di assetto che ne fanno un caso unico nel bacino del Po. In estrema sintesi le maggiori peculiarità possono essere così riassunte:

- i corsi d'acqua oggetto di studio nella zona a nord di Milano, presentano tutti indistintamente una conformazione consolidata con capacità di deflusso progressivamente decrescente da monte verso valle. Tutti i corsi d'acqua dell'ambito, convergendo sulla zona urbana di Milano e dell'hinterland, trovano alvei che, per diversi chilometri (10 ÷ 15), hanno capacità di smaltimento inadeguata alle esigenze con tempo di ritorno anche modesto. Tali limitazioni al deflusso derivano da una consolidata conformazione d'alveo che si è venuta sviluppando nei secoli sino ad oggi e che consiste nell'insieme dei vincoli posti dalla ridotta dimensione dell'alveo, dalla successione ininterrotta di ponti e dalla discontinuità del sistema difensivo nell'attraversamento delle zone urbanizzate.
- i contributi del sistema di allontanamento delle acque dai centri urbani di fatto da soli risultano in grado di saturare il sistema "naturale".

Solo a valle di Conca Fallata e della confluenza del Cavo Redefossi nel Lambro Settentrionale il reticolo di studio riprende le caratteristiche di una normale rete idrografica di scolo naturale, che con andamenti unicursali spesso meandriformi si svolge in terreni prevalentemente agricoli, pur attraversando anche agglomerati urbani.

2.3.2 Caratteristiche dimensionali e funzionali del reticolo e livelli di criticità

2.3.2.1 Generalità

La descrizione delle due parti nelle quali si è schematicamente suddiviso il reticolo, Nord e Sud di Milano, non corrisponde, in effetti, ad una reale suddivisione fisica del reticolo, che possiede una sua continuità idraulica e strutturale grazie al reticolo sotterraneo, che attraversa l'area urbana di Milano, e che rappresenta una sorta di bocca tarata, che limita fortemente le portate in transito al suo interno.

Non influenti sulla funzionalità del reticolo nel complesso appaiono solamente la Roggia Olona ed i torrenti Molgora e Trobbia, questi ultimi se non si considerano parte del reticolo anche il tronco superiore del Canale Muzza ed il Canale Addetta.

Nei paragrafi che seguono vengono sinteticamente descritte le caratteristiche idrauliche e funzionali del reticolo e vengono poi evidenziate le sue principali condizioni di criticità (vedi figura 2).

Figura 2 - Localizzazione delle principali condizioni di criticità (Tavola 1 di 2)

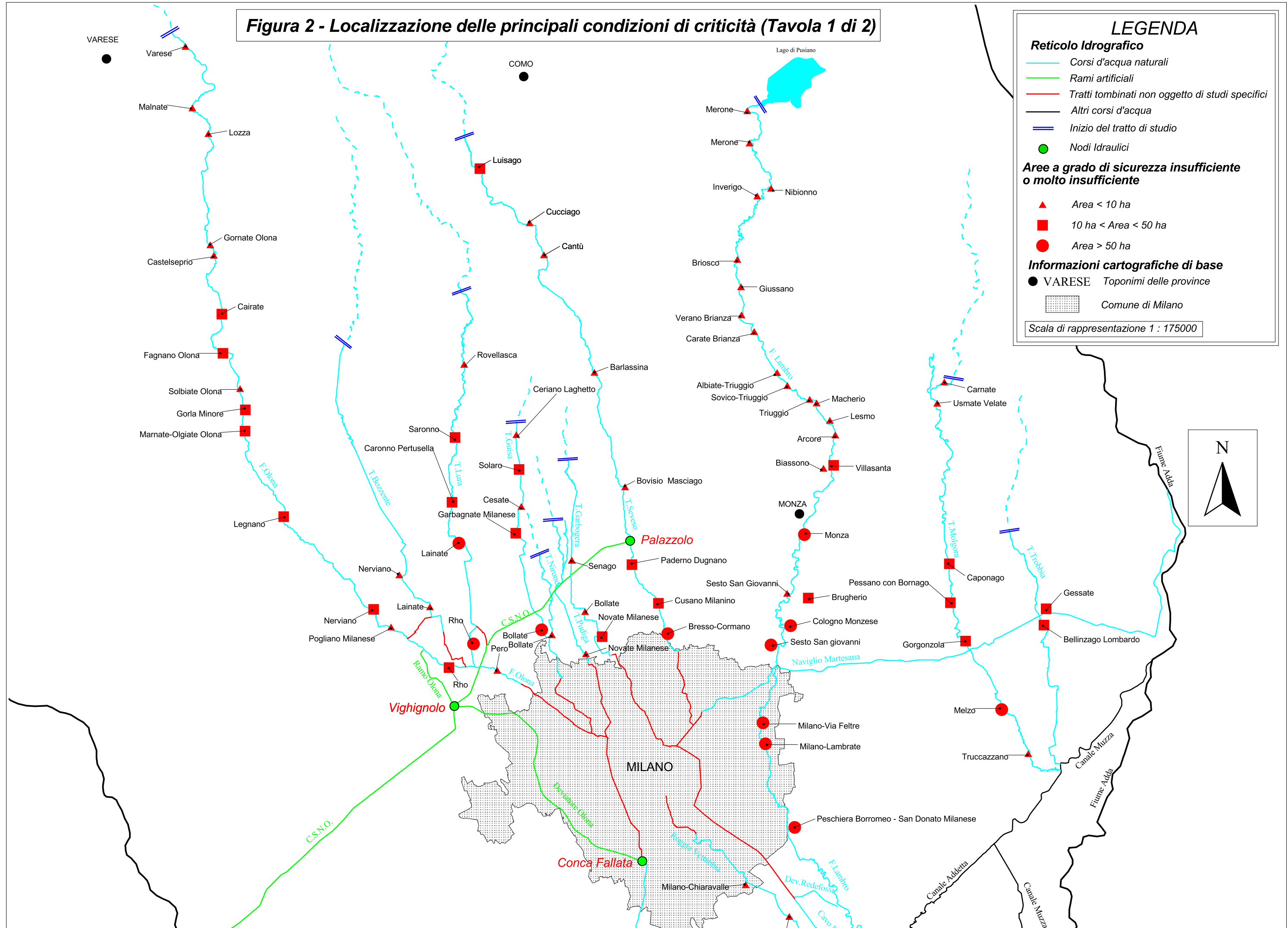
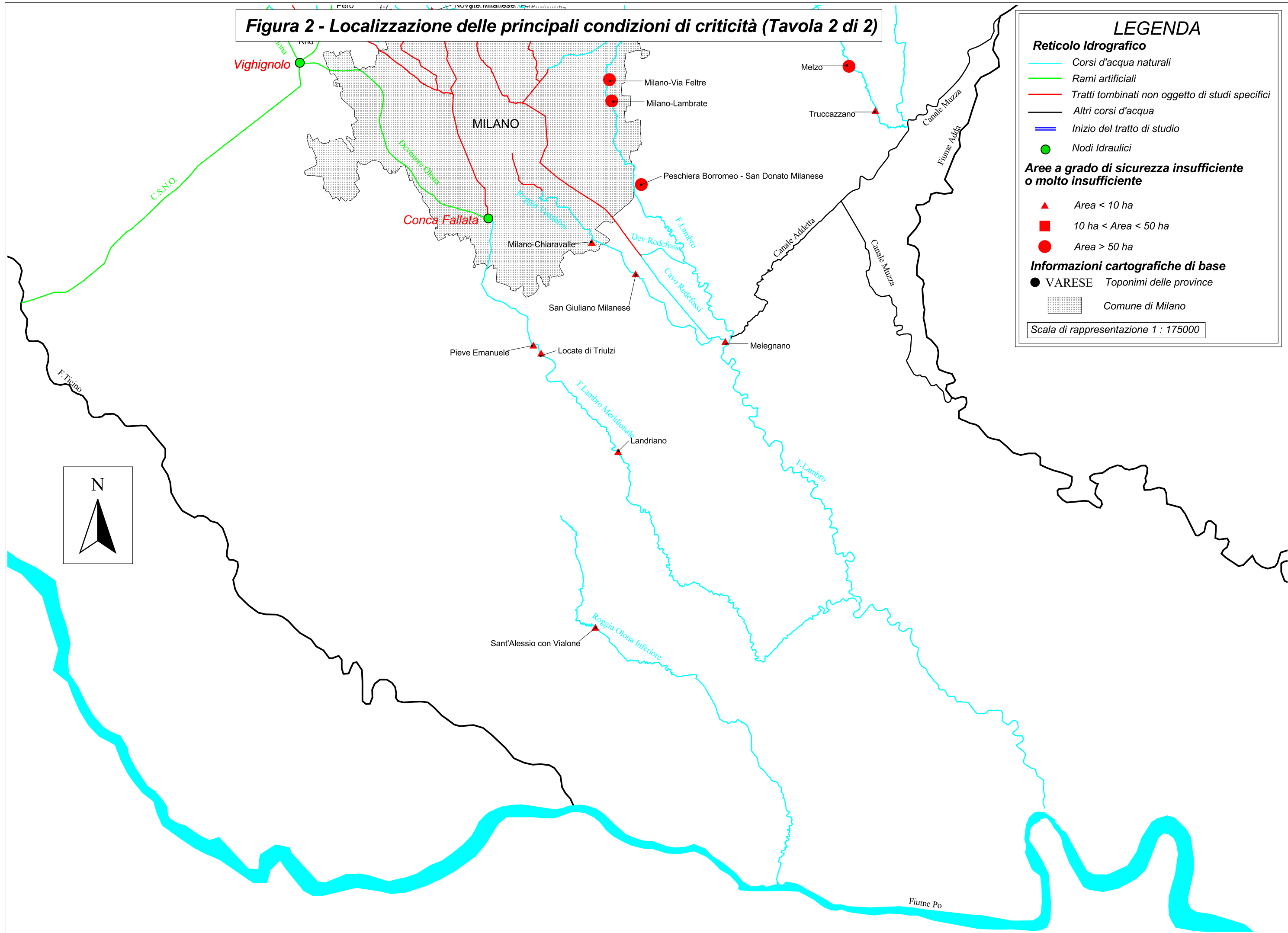


Figura 2 - Localizzazione delle principali condizioni di criticità (Tavola 2 di 2)



2.3.2.2 Il reticolo Nord Milano

Come si è detto, sono stati analizzati i singoli corsi d'acqua e via via che si procedeva nello studio, dal Seveso e dal Lambro rispettivamente verso Est e verso Sud sino a Vighignolo ed a Conca Fallata ed infine al Po, si è tenuto conto in successione dei risultati parziali dell'analisi per i sub-sistemi che si andavano definendo.

Il quadro complessivo che si ricava dall'analisi del sistema Seveso, Groane, Olona può così essere sintetizzato:

1. i ricettori finali del sistema (tratti tombinati all'interno di Milano) hanno capacità di deflusso largamente insufficiente per la piena di riferimento ($T_R = 100$ anni), e spesso anche per la piena decennale, anche tenendo conto delle "scolmature" dei deflussi di piena operate dal C.S.N.O. e dal Deviatore Olona rispettivamente verso il Ticino ed il Lambro Meridionale. Questa insufficienza, che nel caso del Seveso, ad esempio, è della seguente entità:
 - portata per $T_R = 100$ anni in arrivo all'imbocco del tratto tombato di Via A. Moro: $140 \text{ m}^3/\text{s}$ con scolmo di $30 \text{ m}^3/\text{s}$ nel C.S.N.O. e $110 \text{ m}^3/\text{s}$ con scolmo di $60 \text{ m}^3/\text{s}$ nel C.S.N.O.
 - portata massima compatibile con il tratto tombato del Seveso all'interno di Milano: $30 \div 40 \text{ m}^3/\text{s}$
 rappresenta la principale causa dei dannosi e frequenti allagamenti che si verificano in aree urbane nei tratti terminali dei corsi d'acqua in parola
2. il raddoppio della capacità di trasporto del Ramo Seveso del C.S.N.O. da 30 a $60 \text{ m}^3/\text{s}$ (come deciso nell'Accordo di Programma del 1999 ed attualmente in corso per i primi 3 km circa), non è in grado di assicurare la difesa dalle inondazioni della città di Milano, come si può osservare dall'esempio del Seveso sopra riportato
3. nei tratti più a monte dei corsi d'acqua del sistema analizzato si verificano ulteriori esondazioni ed allagamenti, spesso in aree urbanizzate, che sono da ascrivere all'insufficienza delle sezioni di deflusso di diversi tratti fluviali (tombinati e non) e di molti ponti
4. il C.S.N.O. è in grado di convogliare (con annullamento dei franchi) la portata in transito relativa all'evento di riferimento per tutto il tratto iniziale e centrale, dalla presa sul Seveso fino all'intersezione con il Naviglio Grande, salvo alcuni sporadici allagamenti localizzati, soprattutto lungo il Ramo Seveso, in corrispondenza di alcuni attraversamenti insufficienti. Lungo il tratto terminale, invece, la capacità di deflusso del canale risulta spesso inferiore alla portata di riferimento, per cui lungo questo tronco si hanno degli allagamenti abbastanza ampi
5. la regolazione delle paratoie a Vighignolo è operata in modo tale che attualmente al massimo $10 \text{ m}^3/\text{s}$ vengono derivati verso il Deviatore Olona, a fronte di una capacità di trasporto della parte rivestita del canale di almeno $55 \text{ m}^3/\text{s}$; il Deviatore Olona non presenta quindi attualmente alcuna situazione di criticità

6. la botte a sifone di Conca Fallata (dove giunge al termine del proprio corso il Deviatore Olona) ha una capacità massima di trasporto di circa $66 \text{ m}^3/\text{s}$, inferiore alla portata che attualmente viene recapitata² ($110 \text{ m}^3/\text{s}$ di cui $50 \text{ m}^3/\text{s}$ dal Deviatore Olona e $60 \text{ m}^3/\text{s}$ dal fiume Olona, a valle dello scaricatore del Lambro Meridionale).

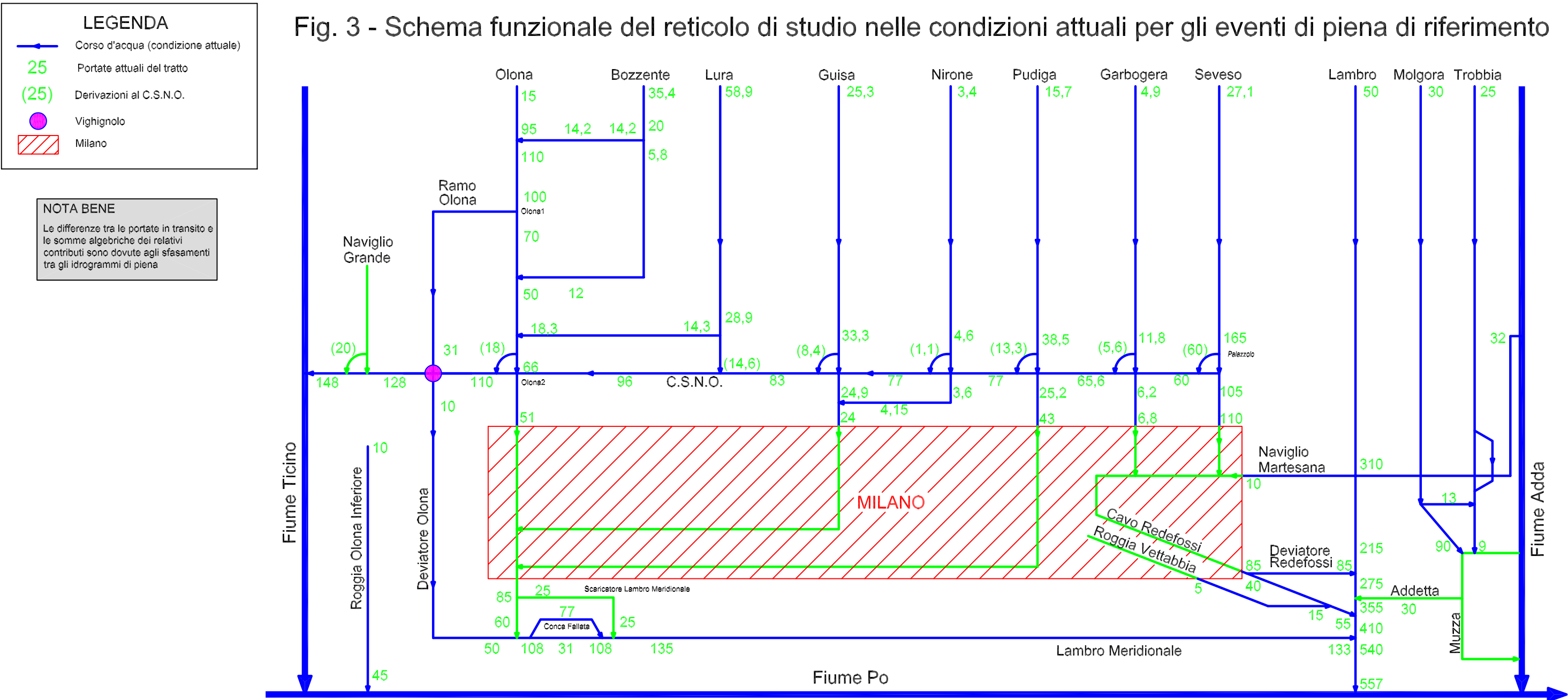
Lo schema funzionale e la nota descrittiva contenute in figura 3, illustrano le connessioni del sistema in esame ed indicano le portate di piena per l'evento di riferimento in transito nei vari tronchi e nei nodi.

Per quanto attiene infine al tratto di fiume Lambro che va da Merone alla confluenza del Deviatore Redefossi, il quadro complessivo che si ricava dall'analisi idraulica eseguita può essere così sintetizzato:

1. l'alveo del Lambro, per tutta la lunghezza del tratto di studio, ha una capacità di deflusso insufficiente al trasporto della piena di riferimento ($T_R = 200$ anni) e, per lunghi tratti, l'officiosità idraulica è compatibile solo con portate con $T_R = 10$ anni, quando non addirittura inferiori. Pertanto le criticità attuali del corso d'acqua sono legate ai continui e ampi allagamenti di cui è responsabile, in aree intensamente urbanizzate, e pertanto caratterizzate da grado di sicurezza insufficiente e per lunghi tratti anche molto insufficiente
2. sono particolarmente rilevanti le situazioni di criticità che si verificano quando il fiume Lambro attraversa i centri urbani di Monza e di Milano, sia per l'importanza dei centri interessati, sia anche perché in questi casi si hanno delle gravissime insufficienze nell'officiosità idraulica dell'alveo nello stato attuale, con portate compatibili all'ordine di $90 \text{ m}^3/\text{sec}$ e piene ($T_R=200$) dell'ordine di $300 \text{ m}^3/\text{sec}$. Pertanto si determinano allagamenti molto ampi e diffusi (l'allagamento, per la piena di riferimento, occupa un'area intorno al corso d'acqua ampia circa 800 m a Monza e che arriva a superare in alcuni punti i 2 km a Milano)
3. accanto a queste particolari situazioni di criticità non si possono trascurare i grossi allagamenti che interessano i comuni compresi tra Monza e Milano (Cologno Monzese, Brugherio e Sesto San Giovanni) e quelli subito a valle di Milano (Peschiera Borromeo, San Giuliano Milanese e San Donato Milanese)
4. è da rilevare anche la notevole criticità rappresentata dal nodo idraulico di Cascina Gobba, laddove il Lambro sottopassa il Naviglio della Martesana. Le opere idrauliche che regolano infatti il deflusso del Lambro al di sotto del ponte canale della Martesana sono insufficienti a garantire il regolare transito della portata di piena, tanto che per la piena di riferimento ($T_R= 200$ anni) il ponte canale della Martesana è a rischio di tracimazione da parte delle acque del Lambro.

² Il raddoppio della botte è attualmente in corso

Fig. 3 - Schema funzionale del reticolo di studio nelle condizioni attuali per gli eventi di piena di riferimento



Nel 1999 è stato siglato (tra Autorità di Bacino del Fiume Po, Magistrato per il Po, Regione Lombardia, Provincia di Milano e Comune di Milano) l'Accordo di Programma con il quale è stata riconosciuta l'insufficienza del reticolo naturale dei corsi d'acqua del Nord Milano a convogliare le portate in transito senza arrecare danno al territorio circostante, e si è deciso di raddoppiare la capacità idraulica del Ramo Seveso del C.S.N.O., dalla presa dal torrente Seveso sino a Vighignolo; allo stato attuale sono stati avviati i lavori per il raddoppio del I lotto, comprendente i primi 2,9 km del Canale, dalla presa del torrente Seveso fino all'intersezione con il torrente Garbogera.

Trattandosi di un corso d'acqua artificiale, il C.S.N.O. non è alimentato da un bacino proprio, ma dagli scolmi dei corsi d'acqua di volta in volta intercettati. Nell'ipotesi assunta che il raddoppio del I lotto sia già realizzato, le portate al colmo nella condizione attuale per l'evento di riferimento (TR= 100 anni) variano come di seguito descritto.

Dal Seveso vengono derivati 60 m³/s, che si mantengono costanti fino a quando non vengono scaricati nel C.S.N.O. i contributi dei vari corsi d'acqua intercettati. L'analisi idraulica condotta ha mostrato che gli idrogrammi di piena dei vari corsi d'acqua che confluiscono nel C.S.N.O. sono praticamente, ma non esattamente in fase, pertanto le portate massime derivate non si sommano esattamente con quelle in transito lungo il C.S.N.O. La seguente tabella riporta singolarmente questi contributi e la portata in transito nel C.S.N.O.; le differenze tra la somma algebrica delle portate derivate e la portata in transito si giustifica alla luce degli sfasamenti cui si è accennato.

Contributi idrici e portate in transito lungo il tronco n° 3 del C.S.N.O. (Ramo Seveso)

Corso d'acqua	Progr. [m]	Q max derivata [m³/s]	Q in transito [m³/s]
Torrente Seveso	0.000	60	60
Torrente Garbogera	3.790	5,6	66
Torrente Pudiga	4.810	13,3	77
Torrente Nirone	5.328	1,1	77
Torrente Guisa	6.581	8,4	83
Torrente Lura	9.834	14,6	96
Fiume Olona (Olona-2)	11.042	18,0	110
Ramo Olona	13.566	31,0	138
Deviatore Olona	13.770	-10	128

Per quanto attiene al Deviatore Olona le paratoie all'imbocco sono normalmente tenute chiuse durante eventi paragonabili a quello di riferimento (TR= 100 anni), pertanto la portata derivata verso Conca Fallata dovrebbe essere nulla; l'analisi idraulica, però, ha mostrato che per l'evento centenario, la corrente in transito nel nodo di Vighignolo è in grado di trascinare le paratoie all'imbocco del Deviatore Olona, pertanto una piccola aliquota di portata (circa 10 m³/s) "sfugge" attraverso il Deviatore Olona, e quindi alla fine del Ramo Seveso la portata nel C.S.N.O. assume il valore di circa 128 m³/s.

Lungo il tratto successivo del C.S.N.O. non vi sono altri apporti consistenti. Lungo questo tratto, però, il canale attraversa il Naviglio Grande, la cui regolazione è operata in modo tale che non venga scaricata nessuna portata nel C.S.N.O. quando questo è in piena; nella modellazione idraulica, però, si è ipotizzato, a vantaggio di sicurezza, che le paratoie della derivazione dal Naviglio Grande nel C.S.N.O. possano essere traccimate, ed è stato quindi considerato un apporto costante di circa 20 m³/s nel C.S.N.O. da parte del Naviglio Grande. Pertanto la portata in transito nel C.S.N.O. a valle del Naviglio Grande risulta di 148 m³/s, valore che viene recapitato nel fiume Ticino.

2.3.2.3 Il reticolo Sud Milano

Anche per questa parte del reticolo sono stati analizzati i singoli corsi d'acqua ovviamente in funzione di quanto analizzato ed influente nel reticolo Nord e complessivamente sino al Po. Il reticolo Sud Milano comprende i seguenti sistemi e/o corsi d'acqua:

Il sistema Sud-Est Milano

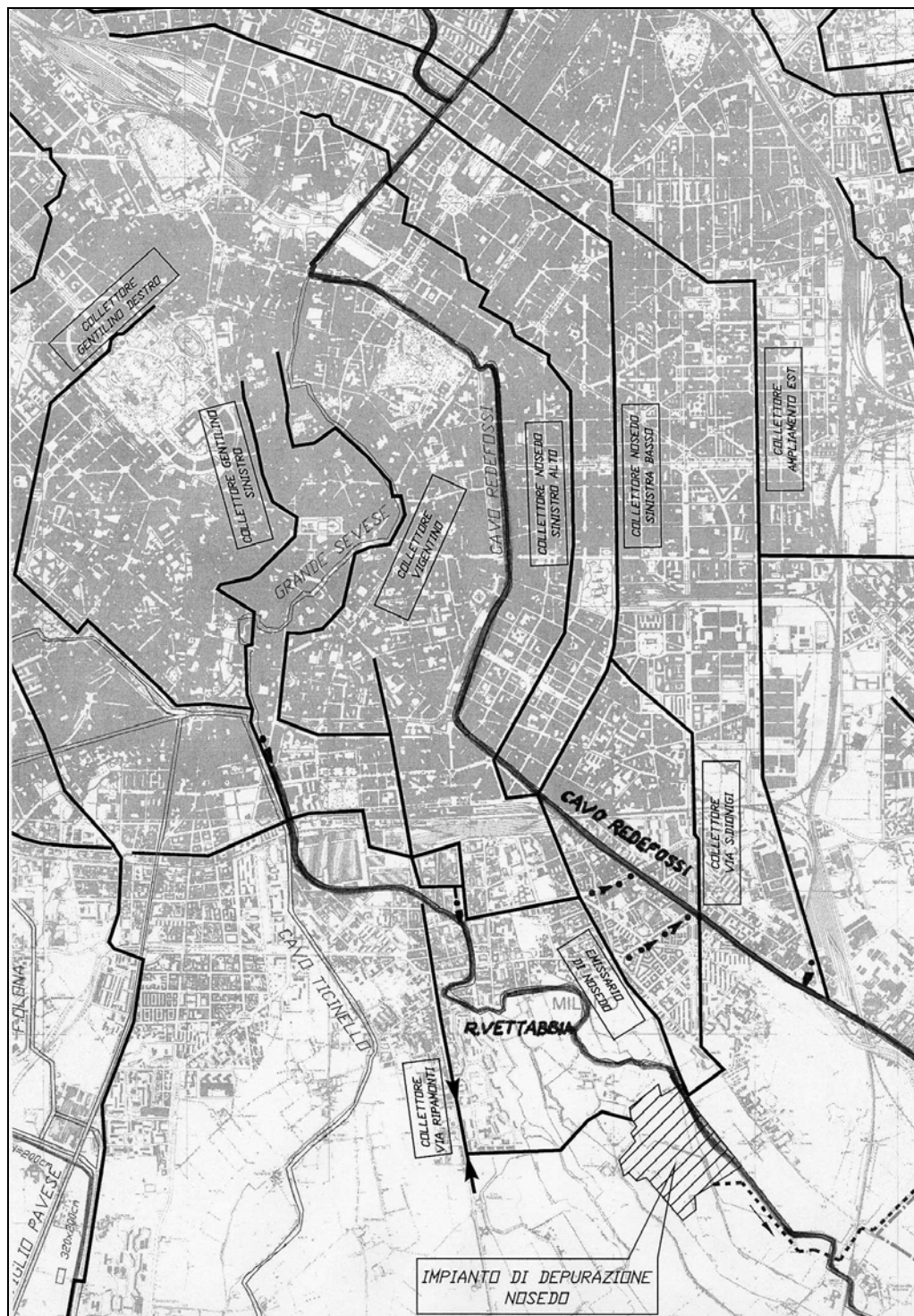
Si caratterizza per il fatto che buona parte dei corsi d'acqua che lo compongono hanno origine "antropica" (il Cavo Redefossi ed il Deviatore Redefossi sono canali artificiali scavati dall'uomo) e la quasi totalità dei deflussi di piena si originano dalle reti di drenaggio urbano. Pur essendo posto infatti a sud della cintura urbana milanese ed attraversando una porzione di territorio che presenta, nonostante lo sviluppo urbanistico senza paragoni in Lombardia degli ultimi 50 anni, ancora spazi agricoli tra i vari centri abitati, il reticolo sud-est Milano risulta caratterizzato dal seguente assetto idraulico:

- la roggia Vettabbia (posta ad ovest) raccoglie i deflussi del centro storico di Milano (sistema collettori Gentilino) che a valle vengono tuttavia ripartiti sul Cavo Redefossi. La roggia non presenta più collegamenti consistenti con i corsi d'acqua a nord di Milano. Nel suo corso la roggia presenta tratti ove l'antropizzazione ha già relegato la stessa in ambiti non più ampliabili (es. frazioni ad ovest del comune di San Giuliano Milanese)
- il cavo Redefossi (tombinato non solo in tutto il tratto urbano di Milano, ma anche in tutto il tratto in attraversamento al comune di San Donato Milanese) raccoglie i deflussi della restante zona est di Milano mediante diversi sistemi di collettori (Nosedo e Ampliamento Est). Il cavo ancora oggi costituisce il recapito del torrente Seveso, del torrente Garbogera e del Naviglio della Martesana. Risulta immediatamente evidente il fatto che il limite al deflusso imposto dai restringimenti alle porte di Milano a Seveso e Garbogera di fatto relega tali apporti a frazioni non determinanti del deflusso a sud. Infatti a fronte di portate centennali da tali corsi d'acqua stimate in oltre 150 m³/s alle porte nord di Milano, la portata centennale al termine dei tratti tombati a sud si mantiene dello stesso ordine di grandezza nonostante gli apporti dell'intera zona urbana
- il Deviatore Redefossi contribuisce ad alleggerire il carico sul Cavo Redefossi e ad evitare il ripetersi di allagamenti nella zona urbana di San Giuliano Milanese. Il deviatore costituisce l'ultima modifica sostanziale al reticolo sud-est Milano eseguita nel tempo
- la capacità idraulica totale del sistema sud-est Milano è appena sufficiente al drenaggio delle acque meteoriche urbane della città di Milano che ammontano a oltre 100 m³/s per eventi che non superano i 2 anni di tempo di ritorno.

Si tratta di un assetto idraulico nel quale i deflussi sono generati dal sistema fognario della città e nel quale i valori delle portate sono limitati dalla capacità della rete fognaria di drenare il bacino urbano verso i recapiti individuati, come indicato nella figura 4. Tale caratteristica di fatto porta anche a comprendere il motivo della sostanziale invarianza della portata all'aumentare del tempo di ritorno (da 32 a 40 m³/s nel cavo Redefossi, da 77 a 87

m^3/s nel Deviatore Redefossi e da 13 a $24 \text{ m}^3/\text{s}$ nella roggia Vettabbia) da 10 a 500 anni.

Figura 4 - Schema rete Comune di Milano afferente al sistema sud-est Milano (Vettabbia, Redefossi)



L'analisi idraulica ha tenuto conto della grande complessità di questa porzione del reticolo

con una modellazione idrologico – idraulica comprendente anche le tratte terminali delle reti di drenaggio urbano. La modellazione così condotta è stata tarata sulla base delle informazioni reperite presso gli uffici del Comune di Milano in quanto non risulta disponibile una modellazione della rete fognaria comunale ed un rilievo dettagliato dei corsi d’acqua nei tratti tombinati.

Il quadro complessivo che si ricava dall'analisi idrologico – idraulica del sistema Sud – Est Milano può così essere sintetizzato:

- i corsi d’acqua oggetto dello studio (Roggia Vettabbia, Cavo Redefossi e Deviatore Redefossi) sono generalmente dotati di una sufficiente capacità di deflusso nei confronti della piena di riferimento (evento con $T_R = 100$ anni);
- lungo ciascuno dei tre corsi d’acqua si verificano sporadici allagamenti, che interessano normalmente aree piuttosto limitate e a moderata domanda di sicurezza; occorre però rilevare che le portate convogliate dai tre corsi d’acqua sono al limite della capacità idraulica dei rispettivi alvei;
- il ricettore finale dei tre corsi d’acqua in questione è il fiume Lambro, del quale è ben nota (anche dalle risultanze del presente studio di fattibilità) la critica situazione in termini di deficit tra capacità di trasporto del corso d’acqua e portate convogliate.

Lo schema funzionale di figura 3 illustra le connessioni del sistema in esame ed indica le portate di piena per l'evento di riferimento in transito nei vari tronchi e nei nodi.

Il sistema Molgora, Trobbia, Martesana

Si caratterizza per il fatto che ha una connessione ed una influenza limitata sul reticolo di studio che fa capo al fiume Lambro.

Il Molgora ed il Trobbia, infatti, sono due corsi d’acqua naturali che si immettono nel Canale Muzza che recapita nell’Adda (cfr. figura 1). Le acque del Canale Muzza poi, una volta raggiunto il nodo di Paullo situato 8,5 km più a valle della confluenza del Molgora, possono venire deviate parzialmente nel Canale Addetta (attualmente fino a un massimo di $40 \text{ m}^3/\text{s}$) che le recapita poi nel fiume Lambro, in prossimità di Melegnano.

Il Naviglio Martesana, infine, è un canale artificiale per irrigazione che deriva dall'Adda, interseca lungo il suo corso dapprima il Trobbia ed il suo scolmatore, poi il Molgora, ed infine il fiume Lambro, tra Cologno Monzese e Milano, ed entra poi in Milano.

A seguito però degli studi effettuati nell’ambito del presente studio è stato deciso di evitare, per il futuro, la miscelazione delle acque del Trobbia con quelle del Naviglio della Martesana, al fine di rispettare la qualità delle acque del Naviglio, destinate ad uso irriguo, e per non sovraccaricare con le piene del Trobbia altri corsi d’acqua (Molgora e Lambro) che allo stato attuale sono già in crisi. La necessità di eliminare lo scarico delle piene del Trobbia nel Naviglio Martesana è stata ribadita anche, di recente, nel *Master Plan Navigli* della Regione Lombardia.

Il quadro complessivo che si ricava dall'analisi idrologico – idraulica del sistema Molgora, Trobbia, Martesana può così essere sintetizzato:

- il Molgora nei confronti della piena di riferimento ($T_R = 100$ anni) possiede una sufficiente capacità di deflusso nella parte iniziale del tratto di studio (eccezion fatta per alcune esondazioni nei comuni di Carnate e Usmate provocate dall'inadeguatezza di alcuni ponti), ma nella sua parte terminale, da Agrate Brianza alla confluenza nel Muzza, si verificano vasti allagamenti per la insufficiente officiosità dell'alveo e l'inadeguatezza della maggior parte dei ponti presenti;
- anche il Trobbia ha una sufficiente capacità di deflusso nella parte iniziale del tratto in studio, e va soggetto a frequenti allagamenti nella parte terminale, a partire dal comune di Gessate e soprattutto nel comune di Bellinzago Lombardo;
- meritano di essere menzionate le criticità in corrispondenza dei due attraversamenti con il Naviglio della Martesana, quello lungo il Trobbia e quello lungo il suo scolmatore di Bellinzago: il primo funziona in pressione, il secondo viene addirittura tracimato dalla corrente. Anche il Canale Villoresi, che attraversa il Trobbia, viene tracimato dalla corrente;
- per ragioni analoghe a quelle indicate per il Molgora, occorre limitare il più possibile le portate massime scaricabili dal Trobbia nei suoi ricettori finali (il canale Muzza e il torrente Molgora);
- il Naviglio della Martesana non presenta situazioni di criticità; questo dipende dall'assunzione fatta sulla futura eliminazione dello scarico del Trobbia (di cui si dirà meglio nel seguito), e quindi in definitiva la sicurezza idraulica del Naviglio risulta una conseguenza dell'assetto di progetto previsto per il Trobbia, ma anche per il fiume Lambro e per il Molgora, come verrà meglio precisato nel successivo capitolo 3.

Il Lambro Meridionale

Il torrente Lambro Meridionale rappresenta l'ideale prosecuzione del fiume Olona a valle del Naviglio Grande³, del quale raccoglieva, prima appunto del collegamento con l'Olona, gli esuberi, regolati dalle paratoie di San Cristoforo.

Il Lambro Meridionale scorre a cielo aperto dall'origine fino a Viale Famagosta, dove imbocca una tombinatura lunga circa 800 m, che ha termine dopo l'attraversamento dell'autostrada A7 Milano - Genova; quindi il torrente prosegue verso Conca Fallata e, prima di ricevere la confluenza del Deviatore Olona, una parte delle portate vengono deviate nello Scaricatore Lambro Meridionale, che confluisce nuovamente nel Lambro Meridionale a valle della botte a sifone di Conca Fallata.

Il Lambro Meridionale prosegue quindi verso sud in un alveo che è stato oggetto in passato (1961) di intensi lavori di sistemazione, i cui effetti sono molto evidenti soprattutto fino alla traversa di Gnignano, in cui l'alveo è stato rettificato per molti tratti, mentre da Gnignano fino alla confluenza nel Lambro (che avviene a Sant'Angelo Lodigiano) il torrente ha mantenuto un aspetto più tipico di un corso d'acqua di pianura, con andamento irregolare e meandriforme.

Lungo il suo corso vi sono diverse opere di intercettazione e derivazione delle portate,

³ L'Olona attraversa il Naviglio Grande con un sifone

alcune a scopo irriguo, che generano una fitta rete di rogge e colatori che interessano quasi tutta l'ultima parte del suo bacino, altre a scopo idroelettrico (Quinto Stampi, Gnignano).

La confluenza del torrente Lambro Meridionale nel fiume Lambro avviene a Sant'Angelo Lodigiano, dopo un percorso di circa 50 km.

Non tutta l'asta del torrente Lambro Meridionale è oggetto del presente studio, ma solo quella parte che va dallo sbocco del sifone di Conca Fallata a Milano fino alla confluenza nel fiume Lambro, per una lunghezza di circa 46 km.

Gli studi e le analisi idrauliche condotte hanno evidenziato, per il torrente Lambro Meridionale, una sufficiente capacità di deflusso nei confronti della piena di riferimento (evento con $T_R = 100$ anni), e anche laddove si verificano degli allagamenti, questi interessano zone con domanda di sicurezza moderata, ed hanno un benefico effetto di laminazione sull'onda di piena.

Si rilevano solo due casi in cui risultano allagate delle aree a elevata domanda di sicurezza: una con grado di sicurezza insufficiente ed una seconda con grado di sicurezza molto insufficiente. Entrambe le aree tuttavia risultano di modesta estensione. Per quanto riguarda gli attraversamenti, solo un ponte risulta non compatibile con la piena di riferimento.

Il tratto sud del Lambro (dal Deviatore Redefossi al Po)

Il tratto di fiume Lambro che va dalla confluenza del Deviatore Redefossi alla confluenza in Po si svolge interamente in pianura ed in territori prevalentemente adibiti ad uso agricolo. In questo tratto il fiume scorre con pendenze modeste in un alveo caratterizzato dall'alternarsi di tratti rettilinei e di tratti meandrici, contenuto in alcune zone da terrazzamenti naturali e in altre da arginature artificiali che ne impediscono di fatto l'espansione nelle aree circostanti; comunque nella maggior parte del suo percorso meridionale, il Lambro è contenuto in un alveo di massima piena ampio e profondo, che solo in brevi tratti diventa poco profondo con vaste aree di espansione laterale. Un affluente importante del Lambro in questo tratto è il Cavo Redefossi, attraverso il quale vengono restituite in Lambro, in destra, poco a monte di Melegnano, le portate residue provenienti dal bacino del Seveso e del Garbogera (dopo "scolmatura" nel C.S.N.O. ed attraversamento in sotterraneo dell'area urbana milanese), nonché quelle del Naviglio della Martesana, della Roggia Vettabbia e di una gran parte del bacino urbano milanese (anch'esse dopo "scolmatura" nel Deviatore Redefossi).

Il Lambro successivamente, a S. Angelo Lodigiano e sempre in destra idrografica, riceve, attraverso il Lambro Meridionale, i contributi dell'Oloni, con i suoi affluenti Bozzente, Lura, Guisa e Pudiga (anche questi dopo "scolmatura" nel C.S.N.O. ed attraversamento in sotterraneo dell'area urbana milanese), nonché quelli della restante parte del bacino urbano milanese e dell'hinterland a sud-ovest del capoluogo.

Il Lambro, infine, raggiunge il Po nel quale sfocia a Orio Litta. Lungo il suo corso il Lambro riceve anche le portate di esubero del Trobbia e del Molgora, attraverso lo sfioratore del Naviglio della Martesana ed il sistema Muzza – Colatore Addetta.

Gli studi e le analisi condotte hanno evidenziato, come il tratto sud del Lambro, dalla confluenza del Deviatore Redefossi al Po, sia mediamente in grado di contenere la portata di piena di riferimento (evento $T_R = 200$ anni); gli allagamenti che si verificano, infatti, sono in tutti i casi limitati ad aree di piccola estensione, e soprattutto hanno luogo in aree interne ai meandri o sono contenuti dai terrazzamenti naturali che costeggiano il corso d'acqua lungo quasi tutto il suo percorso. Le aree allagabili sono quindi di tipo naturale e non urbanizzate ad eccezione di una piccola area, sita in comune di Melegnano, a valle del ponte della SS9 in sponda destra. Lungo tutto il tratto studiato non si hanno particolari vincoli imposti dall'urbanizzazione. Praticamente tutti i ponti sono idraulicamente sufficienti per il passaggio di portate di piena di riferimento, solo un ponte stradale, una passerella pedonale ed un ponte canale risultano inadeguati (non rispettano il franco di sicurezza di 1 m), ma con funzionamento a pelo libero.

La Roggia Olona Inferiore

Originariamente costituiva la naturale prosecuzione del fiume Olona fino al Po; a seguito dei lavori effettuati sul fiume Olona, che ne hanno comportato la deviazione ed il convogliamento nel torrente Lambro Meridionale, la Roggia Olona Inferiore ha oggi origine nei pressi dell'attraversamento della linea ferroviaria Milano – Genova, tra Lacchiarella e Siziano, ove con il nome di Roggia Olona o Olonetta è alimentata dalle colature del sistema irriguo del Consorzio Villorosi, e da alcuni recapiti fognari del sud Milanese. Il suo bacino idrografico interessa quasi esclusivamente la Provincia di Pavia, tranne una piccola parte del bacino a Nord che ricade nel Comune di Lacchiarella, nella Provincia di Milano.

La Roggia Olona Inferiore presenta ancora, a differenza dei corsi d'acqua milanesi, una forte componente naturale; infatti si snoda con ampi meandri solcando la pianura circondata da lievi terrazzamenti fino a sfociare direttamente in Po a S. Zenone al Po, e ha prevalentemente funzioni irrigue e di colatore; nella parte settentrionale è caratterizzato da una elevata complessità idraulica legata soprattutto alla presenza di numerose rogge e corsi d'acqua minori, aventi principalmente la funzione di adduzione delle acque irrigue per le campagne circostanti.

Lungo il corso d'acqua ci sono numerose traverse per la derivazione di rogge irrigue ed un manufatto importante costituito dallo scolmatore delle piene verso il Po a protezione dell'abitato di San Zenone al Po. Esso è costituito da uno sfioratore laterale e da una paratoia posta sul corso d'acqua a monte dell'abitato. La paratoia, che in condizioni normali è aperta per lasciare passare circa 1/3 della portata, in condizioni di piena viene chiusa, per far defluire l'intera onda di piena direttamente verso il Po. L'abitato di San Zenone è stato completamente arginato per proteggerlo dalle piene del Po, ed a valle dell'abitato un'ulteriore paratoia posta sulla Roggia Olona Inferiore evita il rigurgito causato dalle piene del Po.

Non tutta l'asta della Roggia Olona Inferiore è oggetto del presente studio, ma solo quella parte che va da Pontelungo fino alla confluenza nel fiume Po, e che ha una lunghezza di circa 32 km.

Gli studi e le analisi condotte hanno evidenziato che solo nella parte centrale del suo corso l'alveo della Roggia Olona Inferiore ha una capacità di deflusso sufficiente a contenere la piena relativa all'evento di riferimento (evento con $T_R = 100$ anni), mentre lungo la restante parte del corso d'acqua si verificano delle esondazioni abbastanza ampie e, soprattutto nella parte terminale, continue.

A fronte di ciò, occorre però rilevare che i territori attraversati dalla Roggia sono prevalentemente ad uso agricolo o destinati a verde, pertanto gli allagamenti interessano generalmente aree a domanda di sicurezza moderata, infatti il grado di sicurezza risulta molto elevato praticamente lungo tutta la lunghezza del tratto di studio, eccezion fatta per una piccola area, appena a valle di Lardirago, destinata a servizi, dove il grado di sicurezza risulta essere molto insufficiente.

2.4 RETE DI MONITORAGGIO ESISTENTE

Come già esposto, il reticolo di studio è caratterizzato dalla stretta connessione con l'elevato livello di urbanizzazione delle aree attraversate dai corsi d'acqua; alla luce delle problematiche legate alle frequenti e ampie esondazioni e ai conseguenti danni sul territorio, è stata pertanto già predisposta una rete di monitoraggio delle principali grandezze idrologiche, con l'obiettivo prioritario di avere un adeguato preavviso sull'arrivo degli eventi di piena e sulla loro entità, ed essere così in grado di effettuare le opportune manovre sugli organi di controllo e regolazione (laddove disponibili) e/o essere in grado di mettere in sicurezza il territorio stesso e le persone.

La rete di monitoraggio attuale è stata installata, e viene amministrata, dai vari enti competenti a diverso titolo nella gestione delle risorse idriche e coinvolti nella salvaguardia del territorio; in questo paragrafo verrà data una descrizione, quantitativa e qualitativa, della strumentazione esistente, la cui consistenza è stata appurata attraverso colloqui con i tecnici e i dirigenti dei vari enti, mentre nel capitolo successivo, quando si parlerà dell'assetto di progetto previsto nel presente studio di fattibilità, per i corsi d'acqua oggetto dello studio, si darà conto delle integrazioni che si intendono apportare alla rete esistente, soprattutto in relazione ai principali interventi previsti.

Gli enti principalmente coinvolti sono la Regione Lombardia, la Provincia di Milano e il Comune di Milano. L'ex Magistrato per il Po, oggi A.I.Po (Agenzia Interregionale per il Po), si occupa di monitorare il fiume Po e i suoi principali affluenti, e non dispone di strumentazione lungo i corsi d'acqua oggetto del presente studio. Infine, è molto attiva per il monitoraggio dei corsi d'acqua del reticolo di studio anche l'A.R.P.A. (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente), anche se generalmente la sua strumentazione controlla principalmente le caratteristiche ambientali e qualitative.

È da rilevare che i diversi enti citati gestiscono in maniera autonoma gli strumenti, con scarsa coordinazione tra di loro; un maggiore coordinamento sarebbe utilissimo, sia perché attraverso un adeguato scambio di informazioni sarebbe possibile aumentare notevolmente il livello di sicurezza idraulica sul territorio, sia per evitare ridondanza nella

strumentazione di controllo, con conseguente dispendio di risorse ed energie. Un esempio di quest'aspetto si ha al nodo idraulico di Palazzolo a Paderno Dugnano, dove parte delle portate del torrente Seveso vengono deviate verso il C.S.N.O. (che proprio a Palazzolo ha origine), e dove la Provincia di Milano, la Regione Lombardia e il comune di Milano hanno installato ciascuno un proprio idrometro. Se non altro, in questo caso si verifica anche una delle poche eccezioni in merito allo scambio di informazioni, almeno tra Provincia e Comune.

Infine, un ulteriore aspetto da segnalare è il fatto che la gestione della rete di monitoraggio non è sempre legata alla gestione dei singoli corsi d'acqua (o di tratti di corsi d'acqua), nel senso che lungo un corso d'acqua è possibile che vi siano degli strumenti di monitoraggio gestiti da enti diversi da quello che gestisce il corso d'acqua.

Nel seguito sono descritti i sistemi di monitoraggio presenti nel reticolo; le caratteristiche delle singole stazioni sono riportate nella Tabella 2, mentre la loro localizzazione è riportata nella Figura 5, dove gli strumenti sono classificati secondo l'ente gestore, specificando con opportuna simbologia se si tratta di un idrometro o di una stazione meteorologica / pluviometrica.

2.4.1 Regione Lombardia

La Regione Lombardia gestisce una fitta rete di monitoraggio attraverso *l'Unità Operativa – Sviluppo del centro funzionale regionale per il monitoraggio dei rischi della Protezione Civile*.

La Protezione Civile gestisce una rete di teletrasmissione dati (che nel futuro passerà sotto le competenze e la gestione dell'A.R.P.A.) che include strumentazione di varia natura (pluviometri, stazioni meteorologiche, idrometri), secondo quanto indicato nella Figura 5 e nella Tabella 2.

I dati rilevati dalle stazioni vengono trasmessi alla *Centrale Operativa* presso gli uffici della Protezione Civile, in via Fara 26 a Milano, dove, dopo aver analizzato i dati e individuata una certa situazione di rischio in una determinata sezione idraulica, vengono contattati via fax i comuni interessati, che si attivano per predisporre le misure di difesa necessarie a mettere in sicurezza il territorio e le persone.

2.4.2 Provincia di Milano

La Provincia di Milano gestisce tramite il proprio Ufficio Tecnico i canali artificiali all'interno del reticolo di studio, e cioè C.S.N.O., Ramo Olona, Deviatore Olona e Deviatore Redefossi; inoltre è anche responsabile della manovra di tutti gli organi di regolazione e controllo delle portate localizzati in corrispondenza delle immissioni dai corsi d'acqua afferenti ai suddetti canali artificiali.

Il sistema di monitoraggio della Provincia è costituito da una serie di misuratori di livello (del tipo a ultrasuoni), ubicati secondo quanto indicato nella Figura 5. I dati di livello misurati continuamente dagli strumenti (alcuni alimentati direttamente dalla rete elettrica dell'E.N.E.L., altri muniti di un sistema di alimentazione con pannelli solari) vengono inviati in tempo reale alla *Centrale Operativa* presso gli uffici della Provincia, in Corso di Porta Vittoria 27 a Milano. Presso la centrale operativa, utilizzando uno specifico software (iFIX della INTELLUTIONS DYNAMICS) tutti i dati inviati dai misuratori di livello vengono registrati, ed è possibile calcolare (tramite le opportune scale di portata) le portate in transito lungo ogni corso d'acqua in corrispondenza della sezione ove è localizzato il misuratore; inoltre, ed è questo l'aspetto più importante, avendo impostato le opportune e specifiche soglie di allarme in ogni sezione monitorata, vengono inviati gli allarmi ai guardiani e ai tecnici della Provincia che, una volta allertati possono intervenire in loco per la regolazione manuale delle paratoie. Tutto il sistema di trasmissione dati e di invio allarmi viene gestito tramite rete GSM; in particolare gli allarmi agli operatori vengono inviati, per garantire un adeguato livello di sicurezza, su un doppio canale, tramite SMS e messaggio vocale.

Oltre a quelli già esistenti, sono previsti, e verranno installati a breve, altri due idrometri lungo il C.S.N.O., a Senago, alla fine del tratto già raddoppiato e a Rho, a monte della presa *Olona2* (1); questi due ulteriori strumenti sono considerati già come facenti parte della rete di monitoraggio esistente.

2.4.3 Comune di Milano

Il Comune di Milano gestisce essenzialmente il sistema fognario di Milano e la sua stretta interconnessione con la rete dei corsi d'acqua tombinati; per la cura dei corsi d'acqua di propria competenza si avvale della collaborazione della società *Metropolitana Milanese S.p.A.* alla quale, in quanto gestore del Servizio Idrico Integrato, sono stati assegnati compiti di programmazione e controllo degli interventi finanziati dal Comune.

La rete di monitoraggio è essenzialmente costituita dai seguenti due sistemi:

1. sistema di monitoraggio sul torrente Seveso, costituito da tre stazioni di telecontrollo, equipaggiate con misuratori di livello a ultrasuoni, localizzate nelle sezioni di Palazzolo, di via Ornato (poco a valle dell'imbocco della tombinatura) e di via Valfurla
2. sistema pluviometrico, costituito da 16 stazioni (in parte meccaniche e in parte munite di dispositivo di telecontrollo) ubicate lungo i collettori e i corsi d'acqua

Inoltre esiste anche un sistema di teleasservimento per manovra a distanza di alcune paratoie ubicate lungo i collettori (8 stazioni).

Il principale obiettivo del comune di Milano è quello di tenere sotto stretta osservazione la propagazione delle piene lungo il torrente Seveso; i dati provenienti dai tre idrometri installati vengono trasmessi in tempo reale alla *Centrale Operativa* presso gli uffici della Metropolitana Milanese in via del Vecchio Politecnico a Milano, e una volta rilevata una

soglia di allarme è possibile intervenire manualmente alle paratoie di Palazzolo (d'intesa con i tecnici della Provincia) e alle paratoie installate poco a valle dell'imbocco della tombinatura milanese.

2.4.4 A.R.P.A.

L'A.R.P.A. Lombardia sta predisponendo, in accordo con la Regione, la rete regionale di rilevamento qualitativo e quantitativo delle acque superficiali e sotterranee, coordinando i programmi di monitoraggio.

Inoltre, dal primo gennaio 2004, tra i servizi svolti dall'A.R.P.A. Lombardia si è inserita anche la Meteorologia; attraverso l'istituzione del *Centro Unico per la Meteorologia*, all'interno del Settore Aria si realizza un processo che ha portato all'unificazione delle attività nel campo della meteorologia a livello regionale. Tale struttura si occupa di tutte le attività inerenti il monitoraggio, la diffusione dei dati e la previsione nel campo della meteorologia, della nivologia e dell'idrologia a livello regionale. Inoltre, nel quadro del trasferimento ad A.R.P.A. delle funzioni proprie del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale da parte della Regione Lombardia, viene attribuito al nuovo centro anche la funzione di Servizio Meteorologico Regionale, entrando a far parte, come tale, del sistema regionale di Protezione Civile.

Le funzioni principali del Centro – quella di monitoraggio e quella di previsione – vengono svolte in coordinamento tra la sede di Milano e quella di Bormio, dove rimangono le funzioni nivologiche e di previsione del rischio valanghe.

In conseguenza quindi di queste nuove funzioni, l'A.R.P.A. ha affiancato alla rete (denominata “*Shake up*”) delle proprie centraline meteorologiche altre reti di monitoraggio (prevalentemente meteorologiche e pluviometriche), precedentemente gestite da altri enti:

- stazioni pluviometriche meccaniche, trasferite dal S.I.M.I. (Servizio Idrografico e Mareografico Italiano)
- rete di monitoraggio trasferita dall'E.R.S.A.F. (Ente Regionale Sviluppo Agricolo e Forestale).

Tabella 2 – Caratteristiche delle stazioni di monitoraggio

N°	Corso d'acqua	Tipologia Strumento ⁴											Localizzazione	Ente Gestore	Note
		I	P	T	Ts	Pa	Iv	Dv	Ur	R _{sd}	R _{sg}	Bf			
1	C.S.N.O.	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vighignolo (Cornaredo)	Provincia	A monte della paratoia
2	C.S.N.O.	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Senago	Provincia	
3	C.S.N.O.	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Arese	Provincia	
4	C.S.N.O.	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Albairate	Provincia	Presa Scamozza
5	C.S.N.O.	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cascina Poscallone (Albairate)	Provincia	Intersezione con Naviglio Grande
6	C.S.N.O.	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rho	Provincia	A valle della presa <i>Olona2</i>
7	C.S.N.O.	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Senago	Provincia	Fine del tratto raddoppiato (di prossima installazione)
8	C.S.N.O.	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rho	Provincia	A monte della presa <i>Olona2</i> (di prossima installazione)
9	T. Seveso	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Palazzolo (Paderno Dugnano)	Provincia	Tre idrometri, uno a monte della paratoia sul Seveso, uno a valle e uno all'imbocco del C.S.N.O.
10	T. Seveso	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cesano Maderno	Provincia	
11	T. Seveso	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Lentate sul Seveso	Provincia	

⁴ LEGENDA

I	Idrometro	Ts	Temperatura suolo	Dv	Direzione del vento	Rsd	Radiazione solare diretta
P	Pluviometro	Pa	Pressione dell'aria al suolo	Iv	Intensità del vento	Rsg	Radiazione solare globale
T	Temperatura dell'aria	Iv	Intensità del vento	Ur	Umidità relativa	Bf	Bagnatura fogliare

N°	Corso d'acqua	Tipologia Strumento ⁴											Localizzazione	Ente Gestore	Note
		I	P	T	Ts	Pa	Iv	Dv	Ur	R _{sd}	R _{sg}	Bf			
12	Deviatore Olona	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vighignolo (Cornaredo)	Provincia	All'imbocco del canale
13	Deviatore Olona	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Conca Fallata (Milano)	Provincia	
14	F. Olona	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Olgiate Olona	Provincia	
15	F. Olona	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Passirana (Rho)	Provincia	Presa <i>Olona1</i>
16	F. Olona	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rho	Provincia	Confluenza t. Lura
17	F. Olona	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rho	Provincia	Presa <i>Olona2</i>
18	T. Lura	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rho	Provincia	Due idrometri
19	T. Lambro Meridionale	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Villanterio	Provincia	
20	T. Seveso	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cantù Asnago	Regione	
21	T. Seveso	-	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	Villageno (lago di Como)	Regione	
22	T. Seveso	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Milano (Via Fara)	Regione	
23	T. Seveso	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Palazzolo (Paderno Dugnano)	Regione	
24	F. Lambro	-	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	Lambrugo	Regione	
25	F. Lambro	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Costa Masnaga	Regione	
26	F. Lambro	×	×	×	-	×	-	-	-	-	-	-	Molteno (Bevera di Molteno)	Regione	
27	F. Lambro	×	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	Milano (Via Feltre)	Regione	
28	F. Lambro	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Peregallo	Regione	
29	F. Olona	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Castellanza	Regione	
30	F. Olona	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	Ponte Vedano (Castiglione O.)	Regione	
31	F. Olona	-	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	Varese	Regione	
32	F. Olona	-	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	Busto Arsizio	Regione	
33	T. Bozzente	-	×	×	-	×	-	-	-	-	-	-	Lurago Marinone	Regione	
34	T. Bozzente	×	×	×	-	×	×	×	-	-	-	-	Lainate	Regione	

N°	Corso d'acqua	Tipologia Strumento ⁴											Localizzazione	Ente Gestore	Note
		I	P	T	Ts	Pa	Iv	Dv	Ur	R _{sd}	R _{sg}	Bf			
35	T. Molgora	-	×	×	-	×	-	-	-	-	-	-	Osnago	Regione	
36	T. Lura	-	×	×	-	×	-	-	-	-	-	-	Olgiate Comasco	Regione	
37	T. Guisa	-	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	Misinto	Regione	
38	F. Adda	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	Lodi	Regione	
39	T. Seveso	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Palazzolo (Paderno Dugnano)	Comune	
40	T. Seveso	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Milano (Via Ornato)	Comune	
41	T. Seveso	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Milano (Via Valfurla)	Comune	
42	F. Lambro	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Segrate (Milano – Ronchettino)	Comune	
43	F. Lambro	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Milano (Monluè)	Comune	
44	F. Lambro	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Milano (Crescenzago)	Comune	
45	T. Seveso	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Milano (Bruzzano)	Comune	Tombinatura milanese
46	T. Seveso	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cusano Milanino	Comune	
47	F. Olona	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Milano (Sacco)	Comune	Tombinatura milanese
48	F. Olona	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Milano (Gattamelata)	Comune	Tombinatura milanese
49	Deviatore Olona	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Milano (Ronchetto sul Naviglio)	Comune	
50	Deviatore Olona	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Milano (Baggio)	Comune	
51	T. Guisa	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Garbagnate	Comune	
52	T. Guisa	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Milano (Pareto)	Comune	Tombinatura milanese
53	T. Garbogera	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Milano (Monviso)	Comune	Tombinatura milanese
54	Roggia Vettabbia	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Milano (Marino)	Comune	Tombinatura milanese
55	Roggia Vettabbia	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Milano (Vignola)	Comune	Tombinatura milanese
56	Roggia Vettabbia	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Milano (Nosedo)	Comune	

N°	Corso d'acqua	Tipologia Strumento ⁴											Localizzazione	Ente Gestore	Note
		I	P	T	Ts	Pa	Iv	Dv	Ur	R _{sd}	R _{sg}	Bf			
57	Naviglio Martesana	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Milano (Sondrio)	Comune	Tombinatura milanese
58	F. Lambro	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Asso	A.R.P.A.	Rete S.I.M.I.
59	F. Lambro	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Carate Brianza	A.R.P.A.	Rete S.I.M.I.
60	F. Lambro	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Costa Masnaga	A.R.P.A.	Rete S.I.M.I.
61	F. Lambro	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Melegnano	A.R.P.A.	Rete S.I.M.I.
62	F. Olona	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Varese	A.R.P.A.	Rete S.I.M.I.
63	F. Olona	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Gallarate	A.R.P.A.	Rete S.I.M.I.
64	F. Olona	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Busto Arsizio	A.R.P.A.	Rete S.I.M.I.
65	T. Seveso	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Como	A.R.P.A.	Rete S.I.M.I.
66	T. Lura	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Saronno	A.R.P.A.	Rete S.I.M.I.
67	F. Adda	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Codogno	A.R.P.A.	Rete S.I.M.I.
68	F. Adda	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Crema	A.R.P.A.	Rete S.I.M.I.
69	F. Adda	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Lecco	A.R.P.A.	Rete S.I.M.I.
70	F. Adda	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Lodi	A.R.P.A.	Rete S.I.M.I.
71	F. Adda	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Treviglio	A.R.P.A.	Rete S.I.M.I.
72	F. Ticino	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Beregardo	A.R.P.A.	Rete S.I.M.I.
73	F. Ticino	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Marcallo	A.R.P.A.	Rete S.I.M.I.
74	F. Lambro	-	×	×	-	×	×	×	×	-	×	-	Civate	A.R.P.A.	Rete Shake up
75	F. Lambro	-	×	×	-	×	×	×	×	-	×	-	Milano (Linate)	A.R.P.A.	Rete Shake up
76	T. Seveso	-	×	×	-	×	×	×	×	-	×	-	Vertemate	A.R.P.A.	Rete Shake up
77	T. Seveso	-	×	×	-	×	×	×	×	-	×	-	Como (Villa Gallia)	A.R.P.A.	Rete Shake up
78	T. Seveso	-	×	×	×	×	×	×	×	-	×	-	Milano (Parco Nord Milano)	A.R.P.A.	Rete Shake up
79	F. Ticino	-	×	-	-	×	×	×	×	-	×	-	Motta Visconti	A.R.P.A.	Rete Shake up

N°	Corso d'acqua	Tipologia Strumento ⁴											Localizzazione	Ente Gestore	Note
		I	P	T	Ts	Pa	Iv	Dv	Ur	R _{sd}	R _{sg}	Bf			
80	F. Lambro	-	×	×	×	-	×	×	×	×	-	-	Casatenovo	A.R.P.A.	Rete E.R.S.A.F.
81	F. Lambro	-	×	×	×	-	×	×	×	×	-	×	Milano (Parco Lambro)	A.R.P.A.	Rete E.R.S.A.F.
82	F. Lambro	-	×	×	-	-	-	-	×	-	-	-	Milano (Segrate)	A.R.P.A.	Rete E.R.S.A.F.
83	F. Lambro	-	×	×	×	-	×	×	×	×	-	×	San Colombano al Lambro	A.R.P.A.	Rete E.R.S.A.F.
84	F. Lambro	-	×	×	×	-	×	×	×	×	-	-	Sant'Angelo Lodigiano	A.R.P.A.	Rete E.R.S.A.F.
85	F. Olona	-	×	×	-	×	×	×	×	-	×	-	Milano (Brera)	A.R.P.A.	Rete E.R.S.A.F.
86	T. Seveso	-	×	×	×	-	×	×	×	×	×	-	Casinate con Bernate (Minoprio)	A.R.P.A.	Rete E.R.S.A.F.
87	T. Lambro Meridionale	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	-	Landriano	A.R.P.A.	Rete E.R.S.A.F.
88	Roggia Olona Inferiore	-	×	×	×	-	×	×	×	×	-	×	Certosa di Pavia	A.R.P.A.	Rete E.R.S.A.F.
89	F. Adda	-	×	×	-	-	×	×	×	-	×	-	Lodi	A.R.P.A.	Rete E.R.S.A.F.
90	F. Adda	-	×	×	×	-	×	×	×	-	-	-	Rivolta d'Adda	A.R.P.A.	Rete E.R.S.A.F.
91	F. Adda	-	×	×	×	-	×	×	×	×	-	-	Codogno (Itas)	A.R.P.A.	Rete E.R.S.A.F.
92	F. Ticino	-	×	×	×	-	×	×	×	×	-	-	Boffalora	A.R.P.A.	Rete E.R.S.A.F.

Figura 5 - Rete di monitoraggio esistente (Tavola 1 di 2)

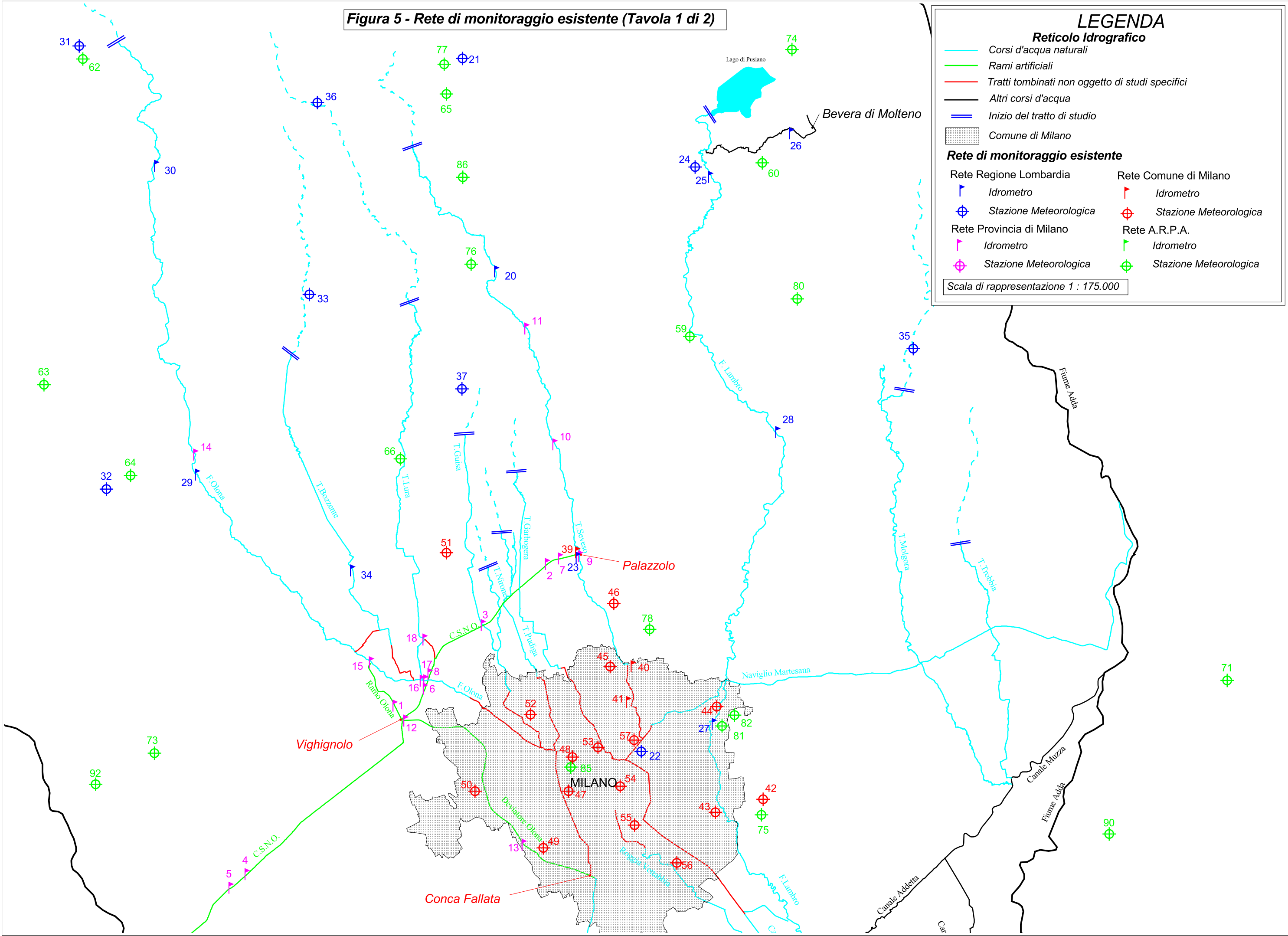
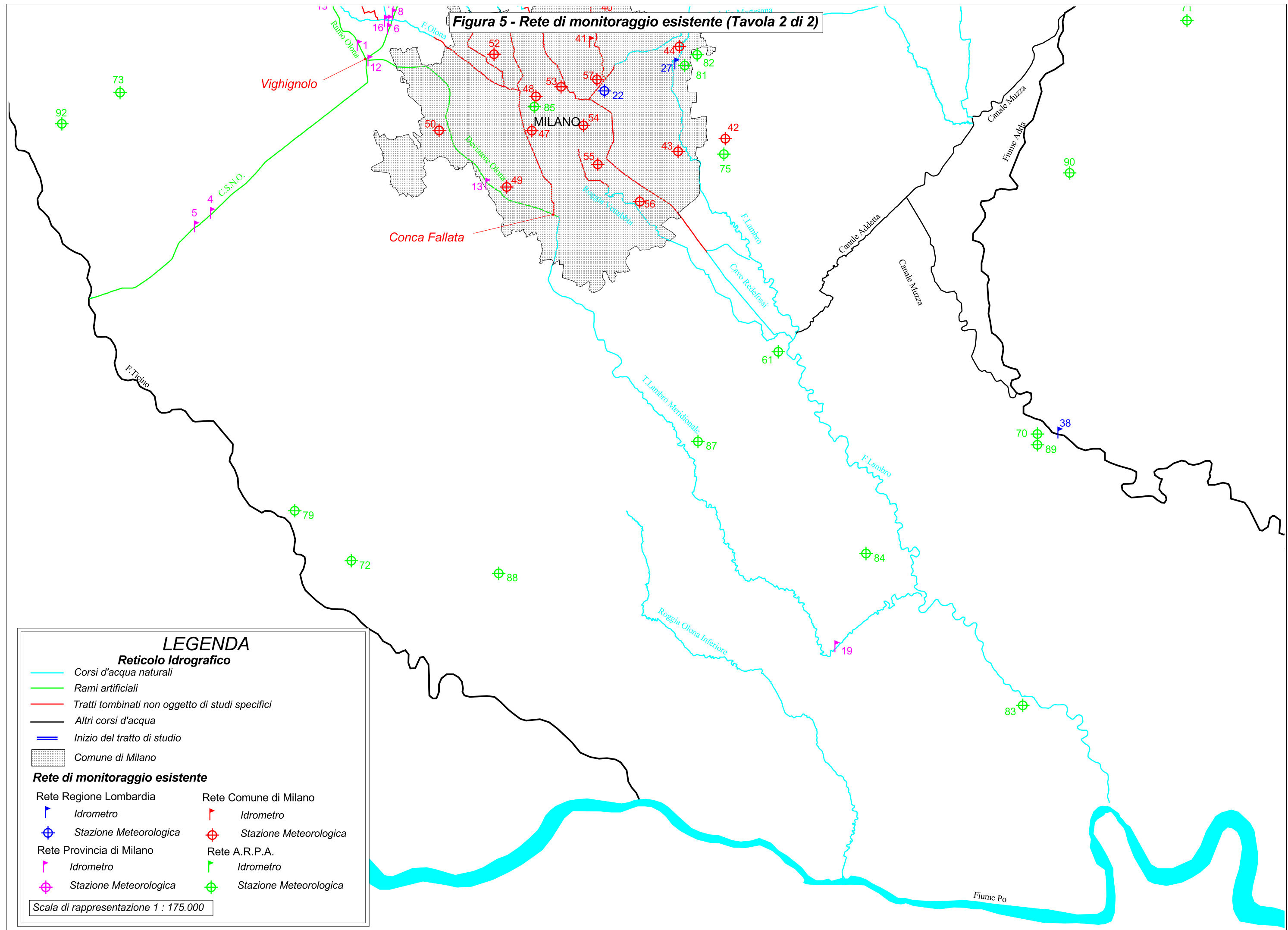


Figura 5 - Rete di monitoraggio esistente (Tavola 2 di 2)



3. ASSETTO DI PROGETTO

3.1 OBIETTIVI DEGLI INTERVENTI

A partire dalla conoscenza dell'assetto attuale dei corsi d'acqua ed in funzione degli obiettivi di contenimento del rischio idraulico entro i valori di compatibilità assegnati dal PAI, è stato definito l'assetto di progetto del sistema idrografico di studio.

Per i fiumi Lambro ed Olona, per i quali nel PAI erano state delimitate le fasce fluviali ed era stato indicato l'assetto generale di progetto da conseguire, sono stati verificati gli assetti di progetto già delineati nel PAI ⁵, ed ove necessario sono stati opportunamente modificati ed integrati, allo scopo di difendere convenientemente dalle periodiche e frequenti

⁵ Alla luce anche dei seguenti progetti che, come richiesto dalle Specifiche, sono stati esaminati e presi in carico nell'ambito del presente studio:

Progetto preliminare di sistemazione idraulica del Fiume Lambro a monte di Villasanta e delimitazione delle fasce di esondazione redatto dalla Regione Lombardia nel 1998

Lavori di sistemazione delle opere idrauliche del Lambro settentrionale nel tronco compreso tra il ponte dell'autostrada MI-BG ed il ponte di innesto della tangenziale est di Cascina Gobba nei comuni di Brugherio e Milano redatto dal Magistrato per il Po di Parma nel 1997

Progetto di massima per il riequilibrio idraulico ambientale del fiume Olona redatto dal Magistrato per il Po nel 1995

Piano di bacino del fiume Lambro settentrionale finalizzato alla difesa del suolo ed all'uso delle risorse idriche redatto dalla Provincia di Milano nel 1993

esondazioni le aree con grado di sicurezza insufficiente o molto insufficiente messe in luce dalle analisi idrauliche condotte nel presente studio.

In particolare, per il Lambro fino a alla confluenza del Deviatore Redefossi, assumeva particolare rilevanza, per livello di urbanizzazione e tipo di insediamenti, la difesa delle aree inondabili all'interno dei centri urbani di Monza e di Milano, come pure quella degli insediamenti soggetti al allagamento presenti nei comuni compresi tra Monza e Milano (Cologno Monzese, Brugherio e Sesto San Giovanni) ed in quelli subito a valle di Milano (Peschiera Borromeo, San Giuliano Milanese e San Donato Milanese).

Per l'Oloni, a sua volta, assumeva particolare rilevanza la difesa delle aree inondabili situate lungo il tratto compreso tra i comuni di Lonate Ceppino e Cairate e l'autostrada A8 Milano – Laghi (con particolare attenzione per un lungo tratto lungo la sponda sinistra in comune di Gorla Minore) e più a valle a Rho. La difesa dalle esondazioni lungo l'Oloni è stata conseguita tenendo debito conto della capacità di smaltimento del ricettore finale dell'Oloni, costituito dal tratto di canalizzazione sotterranea (con imbocco nel comune di Pero) che, attraversando parzialmente la città di Milano, conduce le acque dell'Oloni verso il nodo idraulico di Conca Fallata. Le problematiche dell'Oloni sono state affrontate tenendo anche conto della gestione dell'intero sistema idrico a nord di Milano, che fa capo al nodo idraulico di Vighignolo.

Per gli altri corsi d'acqua del reticolo idrografico naturale di studio l'obiettivo principale della configurazione di progetto di ciascun corso d'acqua è stato quello di assicurare un sufficiente grado di contenimento delle piene compatibilmente con la limitazione dei deflussi verso valle, al fine di non superare la capacità di smaltimento dei ricettori finali. L'imposizione di limiti agli scarichi delle reti di drenaggio dei centri urbani attraversati ha completato la definizione dell'assetto dei corsi d'acqua esaminati, al fine della compatibilità del funzionamento dell'intero sistema di deflusso.

Per i corsi d'acqua artificiali infine (C.S.N.O, Ramo Olona e Deviatore Olona) l'obiettivo principale della configurazione di progetto è stato quello di utilizzare al massimo le rispettive capacità di trasporto, nel rispetto del vincolo di un loro corretto funzionamento idraulico. Questo obiettivo è stato perseguito nel contesto complessivo degli assetti di progetto già delineati per la rete idrografica naturale afferente ai corsi d'acqua artificiali in parola, e tenendo debito conto dei progetti in corso di attuazione⁶ che li riguardavano.

I tre canali artificiali sopra ricordati si incontrano, come è noto, al nodo idraulico di Vighignolo, che ricopre un ruolo strategico per quanto riguarda le problematiche del drenaggio relative al sistema nord Milano in quanto in esso convergono il Ramo Seveso del C.S.N.O. (dopo aver ricevuto i contributi del Seveso, delle Groane, del Lura e dell'Oloni stesso) ed il Ramo Olona dello stesso C.S.N.O, mentre da esso hanno origine il Deviatore Olona che si dirige verso sud fino al nodo idraulico di Conca Fallata ed al

⁶ Allo scopo sono stati esaminati e presi in carico, come richiesto dalle Specifiche, i seguenti progetti:
Progetto di ampliamento del CSNO – Ramo Seveso redatto dalla Provincia di Milano
Studio idraulico e progettazione preliminare degli interventi di adeguamento del fiume Lambro Meridionale ai fini della completa funzionalità del Deviatore Olona redatto dalla Regione Lombardia nel 2000

Lambro Meridionale, ed il ramo terminale del C.S.N.O. che prosegue poi fino al Ticino. In relazione al fatto che le portate che convergono a Vighignolo possono essere smaltite sia verso il Lambro Meridionale (attraverso il Deviatore Olona), che verso il Ticino (attraverso il tratto terminale del C.S.N.O.) la definizione dell'assetto di progetto dei corsi d'acqua artificiali ha comportato anche la definizione della gestione del nodo idraulico di Vighignolo nel rispetto della capacità di smaltimento dei ricettori finali.

3.2 INTERVENTI PER IL CONSEGUIMENTO DELL'ASSETTO DI PROGETTO

3.2.1 Generalità

Con riferimento alle criticità individuate attraverso l'analisi delle condizioni di assetto attuale del reticolo (cfr. par. 2.3.2), e con riferimento agli obiettivi generali di contenimento del rischio idraulico innanzi citati, sono stati individuati ed analizzati mediante il modello idrologico – idraulico vari interventi, capaci di modificare le condizioni di deflusso delle piene nel reticolo di studio, e di eliminare, o ridurre significativamente, le condizioni di rischio idraulico in condizioni di piena. La piena di riferimento assunta per definire l'assetto di progetto dei corsi d'acqua del reticolo è stata quella corrispondente ad un tempo di ritorno di 100 anni, tranne che per il Fiume Lambro, per il quale, in conformità con l'assunzione già operata nel PAI, è stata considerata una piena di riferimento con 200 anni di tempo di ritorno.

Gli interventi analizzati e proposti per il contenimento del rischio idraulico nel reticolo di studio possono essere catalogati nelle seguenti categorie:

a) *Interventi di tipo strutturale*, a loro volta catalogabili in:

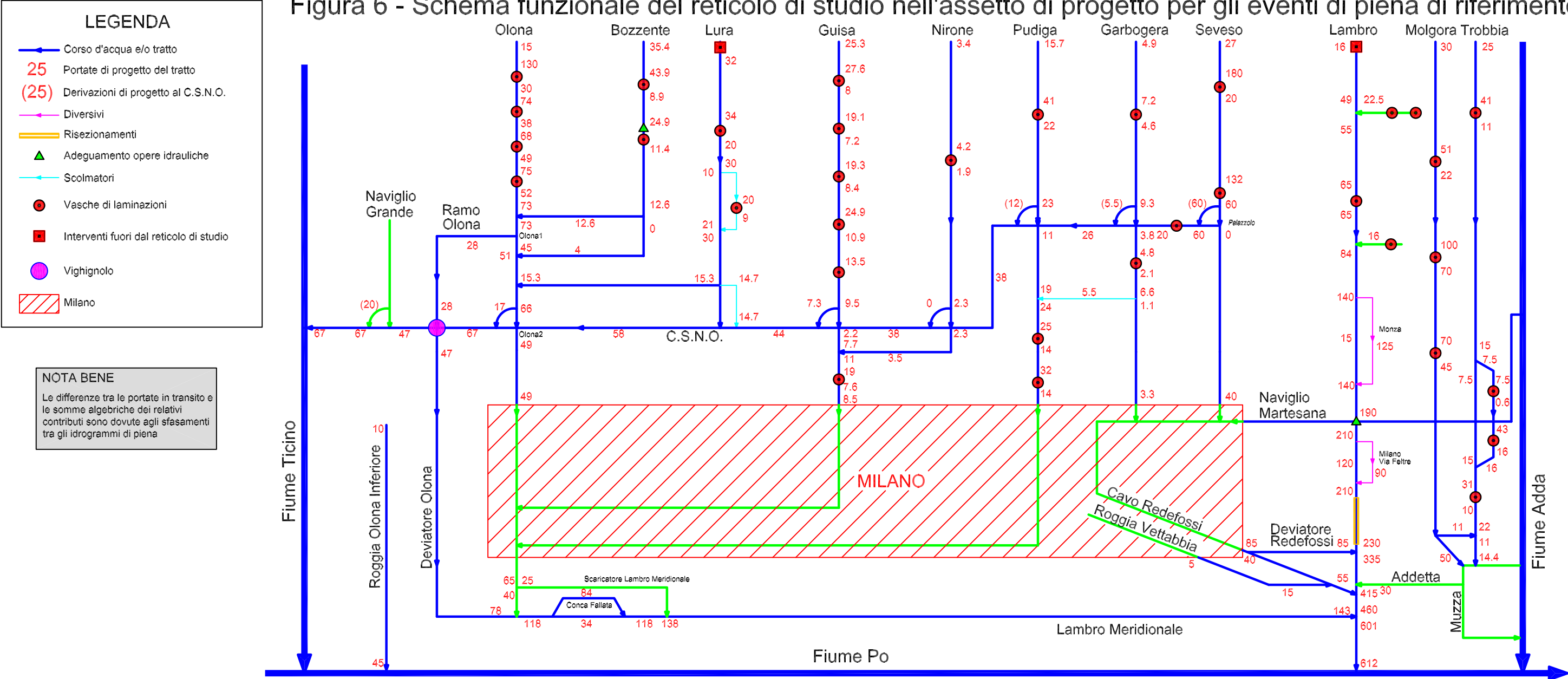
- *a valenza strategica*: si tratta di interventi generalmente di notevole impegno tecnico-economico, quali vasche di laminazione, canali scolmatori, diversivi o by-pass importanti, etc., che consentono di modificare significativamente la portata di progetto, e quindi le condizioni di deflusso di detta portata, lungo tratti consistenti dell'asta fluviale;
- *con ruolo locale*: si tratta di interventi più diffusi sul territorio, generalmente di minore impegno tecnico-economico rispetto ai precedenti, quali il contenimento dei livelli di piena tramite arginature, l'eliminazione o l'abbassamento di adeguamento di traverse, soglie, o briglie, l'adeguamento di ponti non adeguati alla normativa vigente, etc., che consentono di risolvere situazioni locali di criticità; gli interventi di adeguamento dei ponti, in particolare, che dovranno essere realizzati dalle Amministrazioni titolari delle opere, formano oggetto di prescrizioni specifiche da introdurre nel piano da parte dell'Autorità di Bacino;

b) *Interventi di tipo normativo*, a loro volta catalogabili in:

- *limitazione delle portate scaricabili nei corsi d'acqua del reticolo di studio dalla rete di drenaggio artificiale (drenaggio urbano) e/o dagli affluenti*: si tratta di interventi di carattere normativo (prescrizioni da introdurre nel piano da parte dell'Autorità di Bacino) cui i gestori delle reti di drenaggio urbano sono tenuti ad uniformarsi nel momento in cui il piano di sistemazione idraulica dei corsi d'acqua del reticolo entrerà in vigore;
- *mantenimento di aree naturali di espansione della corrente in alveo*: si tratta anche in questo caso di prescrizioni (o anche soltanto di raccomandazioni) intese ad impedire che nel futuro possano essere occupate con insediamenti le sporadiche aree naturali ancora oggi disponibili per l'espansione della corrente in alveo in caso di piena.

Nei paragrafi che seguono saranno sommariamente indicati e descritti gli interventi di ciascun tipo suggeriti rispettivamente per il reticolo Nord Milano e Sud Milano. I cartogrammi di figura 6 e la tavola allegata Tav. 1 illustrano rispettivamente lo schema funzionale del reticolo di studio nell'assetto di progetto proposto e la disposizione e la localizzazione degli interventi strategici atti a conseguire tale assetto.

Figura 6 - Schema funzionale del reticolo di studio nell'assetto di progetto per gli eventi di piena di riferimento



Nell'assetto di progetto definito per i vari corsi d'acqua del Nord Milano, si è assunto di mantenere pressoché inalterate rispetto alla condizione attuale le portate recapitate nel C.S.N.O. per non aggravare, diminuendole, la già critica situazione dello smaltimento delle portate nella fognatura di Milano, e per non aggravare, al contrario, accrescendole, la situazione di deflusso lungo il C.S.N.O. Seguendo questo criterio, le problematiche di ciascun corso d'acqua sono state risolte con interventi (per la maggior parte di laminazione) lungo la propria asta.

Andamento delle portate lungo il C.S.N.O. nella condizione attuale e nell'assetto di progetto per l'evento di riferimento

Corso d'acqua	Condizione attuale		Assetto di progetto	
	Portata massima derivata [m³/s]	Portata massima in transito [m³/s]	Portata massima derivata [m³/s]	Portata massima in transito [m³/s]
Torrente Seveso	60,0	60,0	60,0	60,0
Vasca di Senago-Bollate	0,0	60,0	-40	20,0
Torrente Garbogera	5,6	66,0	5,5	26,0
Torrente Pudiga	13,3	77,0	12,0	38,0
Torrente Nirone	1,1	77,0	0,0	38,0
Torrente Guisa	8,4	83,0	7,3	44,0
Torrente Lura	14,6	96,0	14,7	58,0
Fiume Olona (Olona-2)	18,0	110,0	17,0	67,0
Ramo Olona	31,0	138,0	28,0	94,0
Deviatore Olona	-10,0	128,0	-47,0	47,0
Naviglio Grande	20,0	148,0	20,0	67,0

Per effetto degli interventi previsti sul reticolo naturale e sui rami artificiali, la situazione ai nodi idraulici di Vighignolo e Conca Fallata, per l'evento di riferimento, può essere sintetizzata come nelle tabelle seguenti (a Conca Fallata si è supposto il sifone già raddoppiato, tanto nella condizione attuale quanto nell'assetto di progetto):

Distribuzione delle portate massime al nodo di Vighignolo nella condizione attuale e nell'assetto di progetto per l'evento di riferimento

	Condizione Attuale [m³/s]	Assetto di progetto [m³/s]
Portata massima in arrivo dal Ramo Seveso del CSNO	110	67
Portata massima in arrivo dal Ramo Olona del CSNO	31	28
Portata massima rilasciata nel Deviatore Olona	10	47
Portata massima rilasciata nel CSNO a valle verso il Ticino	128	47

Distribuzione delle portate massime al nodo idraulico di Conca Fallata per l'evento di riferimento (tra parentesi le portate deviate verso la nuova botte a sifone)

	Condizione Attuale [m³/s]	Assetto di progetto [m³/s]
Portata massima in arrivo dal Deviatore Olona	50	78
Portata massima in arrivo dal fiume Olona	60	40
Portata massima in transito lungo il sifone (raddoppiato)	108 (77)	118 (84)
Portata massima in arrivo dallo Scaricatore Lambro Meridionale	25	25
Portata massima all'inizio del Lambro Meridionale	132	138

Per quanto riguarda il reticolo Sud Milano, sono state sostanzialmente mantenute, nell'assetto di progetto, le condizioni di deflusso della condizione attuale. L'unica eccezione sostanziale è rappresentata dal fiume Lambro, per il quale si registra nell'assetto di progetto un incremento delle portate a valle della confluenza del Deviatore Redefossi (circa 60 m³/s in più); questo dipende dal fatto che, a valle di Milano, gli effetti sul picco di portata degli interventi di laminazione di monte si sono esauriti, ma permangono gli effetti sul "rifasamento" dell'onda di piena del Lambro, il cui colmo risulta, nell'assetto di progetto, perfettamente in fase con quello del Deviatore Redefossi, (cosa che non accadeva nella condizione attuale). Nonostante ciò, le portate in transito per l'evento di riferimento risultano comunque molto inferiori a quelle del PAI (alla confluenza nel fiume Po il Lambro recapita una portata massima di circa 610 m³/s, contro i 1080 m³/s indicati nel PAI).

3.2.2 Reticolo Nord Milano

Caratteristica principale del reticolo Nord Milano, come evidenziato nel par. 2.3.2.2, è che esso si sviluppa in aree intensamente urbanizzate, nelle quali gli alvei dei corsi d'acqua sono costretti entro ambiti di ampiezza quasi sempre insufficiente al deflusso delle piene. I corsi d'acqua del Nord Milano, inoltre, al termine del loro corso raggiungono quasi tutti (unica eccezione di rilievo il Lambro) la tombinatura milanese, che costituisce un ulteriore limite alla capacità di deflusso della rete idrografica scolante a causa delle insufficienti dimensioni delle canalizzazioni sotterranee di attraversamento della città.

La possibilità, d'altra parte, di scolmare le piene che convergono verso Milano da nord, convogliandole tramite il C.S.N.O. ed il Deviatore Olona rispettivamente verso il Ticino o il Lambro Meridionale, non è una misura sufficiente, da sola, a difendere adeguatamente Milano ed il suo hinterland dal pericolo di allagamenti.

Questa situazione, già di per se critica, si va inoltre aggravando di giorno in giorno, a causa del progressivo aumento delle aree urbanizzate, e quindi pavimentate, all'interno del bacino scolante; ciò determina un continuo aumento dei volumi e dei colmi di piena ed una riduzione dei tempi di corrivazione.

E' stato accertato che non sussistono le condizioni per realizzare il nuovo canale scolmatore di Nord Est (Seveso – Lambro) studiato a livello di fattibilità nel 1988 su di un tracciato, giudicato ottimale, che si sviluppa per 6,4 km da una presa, subito a monte del tratto urbano tombinato del Seveso, nei pressi di Niguarda, fino ad una immissione nel Lambro nei pressi di Cascina Gobba. Un intervento di questo tipo sarebbe in grado, infatti, di difendere dalle piene solo la zona di Niguarda a Milano, ma non anche i territori dei comuni limitrofi attraversati dal Seveso (Cusano Milanino, Cormano e Bresso), ed inoltre, pur essendo un intervento realizzabile, ancorché costoso, presenterebbe difficoltà costruttive notevoli, ma soprattutto aggraverebbe sensibilmente, ed in misura non accettabile, le già critiche condizioni idrauliche del Lambro.

A fronte di una tale situazione è apparso subito evidente che occorre adottare per il Seveso, ed in genere per tutto il reticolo Nord Milano, una strategia di intervento basata sulla riduzione dei colmi di piena, tanto lungo le aste dei singoli corsi d'acqua, che ai rispettivi imbocchi nella tombinatura milanese. Questo risultato è stato ottenuto mediante la previsione di un appropriato numero di vasche di espansione di adeguata capacità di laminazione, e mediante l'imposizione di opportuni limiti alle portate massime scaricabili nei singoli corsi d'acqua dai reticoli di drenaggio urbano. Questa strategia di intervento è risultata senz'altro efficace e realizzabile.

La riduzione dei colmi di piena mediante vasche di espansione è stata adottata ovunque i volumi degli idrogrammi di piena e le condizioni locali la rendevano possibile e conveniente. Ciò è avvenuto su tutto il reticolo Nord Milano, con la sola esclusione del Fiume Lambro. Per il Lambro, infatti, questo tipo di interventi non ha potuto essere risolutivo come per gli altri corsi d'acqua a causa dei rilevanti volumi delle onde di piena di

riferimento lungo il suo corso. A causa di questa circostanza, infatti, eventuali vasche di laminazione in grado di ridurre le portate al colmo nei limiti di compatibilità dell'alveo, avrebbero dovuto avere capacità di invaso, e quindi dimensioni, non compatibili con l'assetto attuale del corso d'acqua. Tuttavia, nell'assetto di progetto del Lambro sono stati previsti, a monte di Villasanta, interventi di laminazione i quali, pur non essendo risolutivi in maniera completa delle problematiche di maggior rilievo del Lambro, sono risultati comunque in grado di produrre significative riduzioni delle portate al colmo nei tratti di valle. Per il Lambro, di conseguenza, sono stati previsti anche ulteriori interventi in grado di risolvere "localmente" le principali criticità: si tratta di interventi passivi di riduzione dei livelli, ciascuno in grado di risolvere una singola criticità senza alterare (se non localmente) la portata in transito, quali canali diversivi (by-pass) e risezionamenti d'alveo. Tali interventi pur producendo effetti locali, hanno tuttavia valenza strategica ai fini della sistemazione idraulica del corso d'acqua.

Nel prospetto che segue sono sintetizzate le *opere a valenza strategica* proposte per i corsi d'acqua del reticolo Nord Milano.

<i>Corso d'acqua</i>	<i>Intervento</i>		
	<i>Tipologia</i>	<i>Localizzazione</i>	<i>Dimensione caratteristica</i>
F. Lambro	Vasca di laminazione	torrente Gandaloglio	V = 350.000 m3
F. Lambro	Vasca di laminazione	Bevera di Molteno	V = 1.400.000 m3
F. Lambro	Vasca di laminazione	Inverigo	V = 800.000 m3
F. Lambro	Vasca di laminazione	Bevera di Renate	V = 500.000 m3
F. Lambro	Diversivo	Monza	L = 8,5 km
F. Lambro	Adeguate opere idrauliche	Cascina Gobba	
F. Lambro	Diversivo	Milano	L = 2,2 km
F. Lambro	Risezionamento alveo	tra le sezioni LA73 e LA67	L = 6,0 km
F. Olona	Vasca di laminazione	Ponte Gurone	V = 1.500.000 m3
F. Olona	Vasca di laminazione	Lozza	V = 1.100.000 m3
F. Olona	Vasca di laminazione	Gorla	V = 550.000 m3
F. Olona	Vasca di laminazione	San Vittore O.	V = 2.000.000 m3
T. Seveso	Vasca di laminazione	Meda	V = 1.700.000 m3
T. Seveso	Vasca di laminazione	EGES	V = 1.200.000 m3
T. Garbogera	Vasca di laminazione	Limbiate	V = 15.000 m3
T. Garbogera	Vasca di laminazione	Senago	V = 100.000 m3
T. Garbogera	Scolmatore	Novate	
T. Pudiga	Vasca di laminazione	Senago	V = 100.000 m3
T. Pudiga	Vasca di laminazione	Bollate	V = 100.000 m3
T. Pudiga	Vasca di laminazione	Novate-Milano	V = 100.000 m3
T. Nirone	Vasca di laminazione	Bollate	V = 30.000 m3
T. Guisa	Vasca di laminazione	Ceriano Laghetto - Solaro	V = 180.000 m3
T. Guisa	Vasca di laminazione	Cesate Nord	V = 110.000 m3
T. Guisa	Vasca di laminazione	Cesate Sud	V = 190.000 m3
T. Guisa	Vasca di laminazione	Garbagnate - Bollate	V = 200.000 m3
T. Guisa	Vasca di laminazione	Bollate	V = 60.000 m3
T. Guisa	Vasca di laminazione	Milano	V = 180.000 m3
T. Lura	Vasca di laminazione	Lomazzo	V = 400.000 m3
T. Lura	Scolmatore	Passirana	L = 700 m

<i>Corso d'acqua</i>	<i>Intervento</i>		
	<i>Tipologia</i>	<i>Localizzazione</i>	<i>Dimensione caratteristica</i>
T. Lura	Vasca di laminazione	Rho	V = 300.000 m ³
T. Lura	Adeguamento opere idrauliche	opera di presa C.S.N.O.	
T. Lura	Scolmatore	Scolmatore al C.S.N.O.	L = 1200 m
T. Bozzente	Vasca di laminazione	cava Fusi	V = 1.000.000 m ³
T. Bozzente	Vasca di laminazione	Nerviano	V = 550.000 m ³
T. Bozzente	Adeguamento opere idrauliche	sifone Canale Villoresi	
C.S.N.O.	Vasca di laminazione	Senago - Bollate	V = 2.200.000 m ³

3.2.3 Reticolo Sud Milano

Caratteristica principale del reticolo Sud Milano è che esso si sviluppa per una consistente parte del suo sviluppo in aree scarsamente urbanizzate, nelle quali generalmente gli alvei hanno capacità di deflusso sufficiente al transito delle piene di riferimento, perché sufficientemente ampi ed incisi, oppure perché provvisti di golene libere da insediamenti e di sufficiente ampiezza, oppure ancora, talvolta, perché delimitati da adeguate arginature longitudinali.

Il mantenimento dell'assetto, sia dal punto di vista idraulico che morfologico, è sostanzialmente dipendente da un adeguato piano di manutenzione delle opere esistenti e degli alvei.

Con riferimento comunque alla suddivisione del reticolo Sud Milano specificata nel paragrafo 2.3.3.3 e con riferimento alle situazioni di criticità messe in luce dalle analisi svolte, sono stati proposti per i sistemi fluviali di seguito elencati i seguenti assetti di progetto:

Sistema Sud-Est Milano

I corsi d'acqua del sistema sud-est Milano (Roggia Vettabbia, Cavo Redefossi e Deviatore Redefossi) non presentano particolari situazioni di criticità e per essi è necessario solo garantire che le portate di piena rispettivamente convogliate siano ovunque inferiori all'officiosità idraulica delle singole aste fluviali. Questo obiettivo deve essere conseguito tenendo debito conto della capacità di smaltimento del ricettore finale, cioè del Lambro, che con gli interventi per esso previsti (v. par. 3.2.2) è al limite della sua capacità di trasporto. Un obiettivo importante dell'assetto di progetto del sistema sud-est Milano è che non devono essere superati, in futuro, ma piuttosto ridotti, gli attuali recapiti massimi del sistema nel fiume Lambro.

Nel concreto occorrerà intervenire, per garantire lungo le singole aste fluviali il rispetto delle rispettive officiosità idraulica, mediante pochi interventi a carattere locale, consistenti principalmente in arginature e adeguamenti di alcuni ponti. Lungo le aste della Roggia Vettabbia, del Cavo Redefossi e del Deviatore Redefossi non sono previsti interventi a

valenza strategica.

Quanto sopra è in grado di garantire, anche in futuro, il mantenimento delle portate massime attualmente immesse nel fiume Lambro, però un ulteriore miglioramento potrebbe essere ottenuto intervenendo sugli apporti di natura urbana che contribuiscono ad alimentare i corsi d'acqua. Infatti, come è stato precedentemente esposto, le riduzioni di portata (e di volume) ottenute mediante gli interventi previsti sui corsi d'acqua del nord Milano (torrenti Seveso e Garbogera) sono sostanzialmente ininfluenti nei riguardi della portata del sistema idrico di valle, dal momento che nel lungo tratto tombinato il sistema Seveso - Martesana – Redefossi riceve apporti fognari ben più consistenti (il contributo della sola fognatura di Milano ammonta a quasi 200 m³/s), e sono appunto questi che contribuiscono a determinare le portate in alveo nel Redefossi e nella Vettabbia (a questo proposito, è opportuno ribadire che il sistema fognario di Milano funziona come una “bocca tarata” sulle portate in transito, e quindi, a fronte degli apporti di cui si è detto, al sistema idrico sud - est Milano giungono al massimo 120 m³/s). Pertanto, il controllo degli apporti fognari mediante imposizione di limiti allo scarico, e la stretta connessione di pianificazione tra sistema fluviale e sistema urbano risulta fondamentale non solo al miglioramento delle condizioni di deflusso lungo i corsi d'acqua in questione, ma soprattutto consentirebbe di alleggerire il carico sul fiume Lambro.

Sistema Molgora, Trobbia, Martesana

I torrenti Molgora e Trobbia, con notevole presenza lungo il loro corso di insediamenti urbani, presentano, come si è visto in precedenza, situazioni di criticità, particolarmente rilevanti nei tratti terminali del loro corso. Per essi l'analisi idraulica ha messo in luce la necessità di limitare il più possibile i valori delle portate in transito, non solo per adeguarle alle ridotte capacità di trasporto degli alvei, ma anche per limitare il più possibile l'entità degli scarichi nel Canale Muzza, che costituisce il ricettore finale dei torrenti in parola.

A fronte di questa situazione è risultato evidente anche in questo caso, come lo era stato per gran parte del reticolo Nord-Milano, che occorreva far ricorso alla previsione di un appropriato numero di vasche di espansione (tre sul Molgora e quattro sul Trobbia) di adeguata capacità di laminazione, nonché all'imposizione di opportuni limiti alle portate massime scaricabili nei singoli corsi d'acqua dai reticoli di drenaggi urbano. Questa strategia di intervento è risultata senz'altro efficace e realizzabile.

L'assetto di progetto del Naviglio della Martesana tiene conto delle sue condizioni di funzionamento nella condizione attuale in funzione, soprattutto, delle linee di intervento definite per la rete idrografica naturale ad esso afferente nonché dei progetti in corso di attuazione. Tra questi quello della Regione Lombardia ⁷ secondo il quale è stato deciso di eliminare lo scarico attuale di circa 40 m³/s dal Trobbia nel Naviglio della Martesana, allo scopo di non aggravare le condizioni di deflusso lungo il Naviglio stesso, di non sovraccaricare gli altri corsi d'acqua (Lambro e Molgora) già in crisi, ed infine per evitare la miscelazione delle acque del Naviglio stesso, destinate ad usi irrigui, con quelle del

⁷ "Master Plan Navigli – Competenza costruzioni idrauliche"

Trobbia, che nel tratto a monte dello scarico nella Martesana riceve contributi di natura fognaria.

Alla luce degli interventi previsti sul torrente Trobbia, il Naviglio della Martesana non sarà più adibito, pertanto, al trasporto delle piene, e verrà solo utilizzato per il trasporto di portate irrigue, che è possibile controllare con manovre agli organi di controllo alla presa sul fiume Adda. In questo contesto il Naviglio non presenta nessun problema connesso al trasporto di eventuali portate di piena di sua competenza e quindi non può essere causa di fenomeni di allagamento.

Lambro Meridionale

Il torrente Lambro Meridionale non presenta particolari situazioni di criticità, e le poche criticità presenti lungo il suo corso possono essere risolte con interventi a carattere locale consistenti principalmente in arginature e adeguamenti di alcuni ponti. Non sono previsti lungo il suo corso interventi a valenza strategica.

L'assetto di progetto del Lambro Meridionale tiene debito conto della capacità di smaltimento del ricettore finale, costituito dal fiume Lambro. Si è ritenuto opportuno, peraltro, suggerire, che anche in futuro vengano lasciate a disposizione per le esondazioni, con funzione di aree di espansione naturale della corrente nell'alveo di piena, le aree attuali di esondazione caratterizzate da adeguato od elevato grado di sicurezza. Si ritiene infatti altamente consigliabile mantenere l'attuale effetto di laminazione che l'alveo naturale è in grado di operare sull'onda di piena, anche con l'obiettivo di evitare che l'urbanizzazione possa estendersi fin sulle sponde del corso d'acqua (come è successo per esempio per tutti i corsi d'acqua del Nord Milano), e di garantire il mantenimento al corso d'acqua dei propri spazi naturali, anche nell'eventualità che queste aree possano essere utili per future esigenze di pianificazione idraulica e territoriale.

Il Lambro Meridionale è già stato oggetto in passato di studi volti alla soluzione di alcune sue problematiche; in particolare si fa riferimento allo *“Studio idraulico e progettazione preliminare degli interventi di adeguamento del fiume Lambro Meridionale ai fini della completa funzionalità del Deviatore Olona”* redatto dalla Regione Lombardia nel 2000. Gli interventi previsti nello studio citato riguardavano principalmente l'adeguamento del sifone di Conca Fallata e alcuni interventi locali volti al contenimento delle portate lungo l'asta del corso d'acqua. Per quanto riguarda il raddoppio della botte a sifone (i cui lavori sono attualmente in corso, e l'intervento dovrebbe essere completato per la fine dell'anno in corso), tale intervento è stato inserito come concluso nella modellazione dell'assetto di progetto del Deviatore Olona (di cui il Lambro Meridionale è l'ideale prosecuzione a valle di Conca Fallata), e pertanto concorre alla definizione dell'assetto di progetto del Lambro Meridionale stesso. Gli altri interventi previsti nello studio citato non sono dissimili da quelli previsti nel presente studio, che comunque ha preso in carico e verificato gli studi di base, tenendo in debito conto le linee di intervento in essi definite.

Tratto sud del Lambro (dal Deviatore Redefossi al Po)

Il tratto sud del Lambro risulta normalmente in grado di contenere la portata di piena di

riferimento (evento $T_R = 200$ anni); gli allagamenti che si verificano, infatti, sono limitati ad aree di tipo naturale e non urbanizzate ad eccezione di una piccola area, sita in comune di Melegnano, a valle del ponte della SS9 in sponda destra.

Nell'intero tratto del Lambro che va dalla confluenza deviatore Redefossi al Po non risultano pertanto necessari interventi strategici in quanto le portate attuali e future (a seguito delle sistemazioni nell'intero ambito Lambro-Olona) risultano ovunque contenute in alveo o in aree non insediate. Si evidenziano unicamente necessità locali di sistemazione puntuale o di completamento o rinforzo di argini e muri spondali, riconducibili a interventi minori di completamento e/o di manutenzione.

Tali tipi di interventi puntuali sono sintetizzabili nelle seguenti categorie:

- realizzazione di opere di protezione locale (arginature);
- aumento della capacità idraulica dell'alveo attraverso opere locali (ricalibratura, ecc.).

Roggia Olona Inferiore

La Roggia Olona Inferiore non presenta particolari situazioni di criticità, e le poche criticità presenti lungo il suo corso possono essere risolte con interventi a carattere locale consistenti principalmente in arginature e adeguamenti di alcuni ponti. Non sono previsti lungo il suo corso interventi a valenza strategica.

Anche per la Roggia Olona Inferiore, come per il Lambro Meridionale, si è ritenuto opportuno suggerire che vengano lasciate a disposizione per le esondazioni, con funzione di aree di espansione naturale della corrente nell'alveo di piena, le aree attuali di esondazione caratterizzate da adeguato od elevato grado di sicurezza.

Con riferimento a quanto sopra esposto circa l'assetto di progetto dei vari corsi d'acqua che costituiscono il reticolo Sud-Milano, si sono sintetizzate, nel prospetto che segue, le *opere a valenza strategica* proposte per i corsi d'acqua del reticolo Sud Milano.

<i>Corso d'acqua</i>	<i>Intervento</i>		
	<i>Tipologia</i>	<i>Localizzazione</i>	<i>Dimensione caratteristica</i>
T. Trobbia	Vasca di laminazione	Gessate - Cambiagio	V = 130.000 m3
T. Trobbia	Vasca di laminazione	Gessate	V = 110.000 m3
T. Trobbia	Vasca di laminazione	Bellinzago Lombardo	V = 220.000 m3
T. Trobbia	Vasca di laminazione	Pozzuolo Martesana	V = 680.000 m3
T. Molgora	Vasca di laminazione	Carnate	V = 270.000 m3
T. Molgora	Vasca di laminazione	Vimercate	V = 270.000 m3
T. Molgora	Vasca di laminazione	Gorgonzola	V = 650.000 m3

3.3 INTEGRAZIONI PROPOSTE ALLA RETE DI MONITORAGGIO

Le integrazioni alla rete di monitoraggio che verranno proposte in questo paragrafo possono essere distinte secondo due “scenari”: il primo scenario è quello relativo al reticolo idraulico così come si presenta allo stato attuale, il secondo è quello relativo alla realizzazione degli interventi previsti nel presente studio di fattibilità.

Per quanto riguarda il primo scenario, come già visto nel precedente paragrafo 2.4, la rete di monitoraggio esistente risulta già essere abbastanza articolata e, in generale, le sezioni idrauliche più importanti sono sorvegliate con sufficiente attenzione; alcune possibili e utili integrazioni alla rete esistente deriverebbero dall’analisi delle criticità lungo i corsi d’acqua del reticolo di studio, ma quest’aspetto è strettamente legato alla definizione dell’assetto di progetto, e se ne parlerà nel seguito, analizzando il secondo dei due scenari descritti.

Invece, alcune indicazioni su come sarebbe possibile completare, migliorare e potenziare la rete esistente sono emerse talvolta dai colloqui avuti con i tecnici dei vari enti; si ritengono questi suggerimenti molto utili, dal momento che provengono da chi si confronta quotidianamente con il monitoraggio dei corsi d’acqua, e quindi conosce le eventuali carenze del sistema attuale.

A seguito dei colloqui con i tecnici della Provincia di Milano, è emerso che secondo la Provincia sarebbe opportuno munire di idrometro le seguenti sezioni idrauliche:

- lungo il T. Lambro Meridionale, Pieve Emanuele
- lungo il Deviatore Olona, Milano, poco prima dell’imbocco della tombinatura di Quinto Romano
- lungo il Ramo Olona a Cornaredo, poco a monte di del nodo idraulico di Vighignolo
- lungo il C.S.N.O., alla presa Bertino
- lungo il C.S.N.O., alla presa Fontaniletto
- lungo il C.S.N.O., alla presa Femmina Morta
- lungo il C.S.N.O., alla presa Risotto.

L’esigenza di queste nuove stazioni idrometriche senz’altro condivisibile: gli idrometri sul C.S.N.O. sono tutti localizzati in corrispondenza delle paratoie flessibili lungo il tronco n° 2 che consentono di alimentare le prese citate, quello sul Ramo Olona consente di monitorare meglio l’importante nodo idraulico di Vighignolo e infine quello sul Deviatore Olona è all’imbocco di una tombinatura molto lunga (circa 3 km).

Inoltre, alla Provincia segnalano che quando in una certa sezione si supera la soglia di

allarme, l'intervento di regolazione alle paratoie può non essere tempestivo, in quanto tutti gli organi sono a comando manuale senza controllo a distanza; potrebbe essere allora utile integrare il sistema con dei telecomandi a distanza sulle paratoie⁸.

Sempre con l'obiettivo di rendere più efficace il sistema attuale di monitoraggio, la Regione auspica di poter al più presto tarare ogni sezione provvista di idrometro su una prefissata soglia di allarme (attualmente solo l'idrometro di Castellanza, sul fiume Olona, ne è munito), e anche di poter rendere disponibili i dati provenienti dalle stazioni idrometriche direttamente su internet, sul sito della Protezione Civile, in modo che i singoli comuni possano ravvisare le soglie d'allarme anche senza essere allertati via fax. Questo progetto della Regione è senz'altro condivisibile.

Infine, oltre a quanto detto, si ritiene che possa essere di fondamentale importanza un adeguato coordinamento tra i vari enti, con continuo scambio di informazioni. Allo stato attuale infatti, ogni singolo ente gestisce autonomamente la propria strumentazione e, soprattutto, non condivide con gli altri i dati che riceve dagli strumenti, salvo poche eccezioni (questo succede a Palazzolo tra Comune e Provincia di Milano); ovviamente lo scambio di informazioni favorirebbe una più rapida ed efficace messa in sicurezza del territorio. Tra l'altro, un efficace coordinamento permetterebbe di evitare la ridondanza nella strumentazione di controllo (per esempio, oltre al Comune e alla Provincia anche la Protezione Civile monitorizza il nodo idraulico di Palazzolo), con conseguente dispendio di risorse ed energie.

Il secondo scenario è quello che si prospetta alla luce degli interventi previsti nell'assetto di progetto ipotizzato nel presente studio; infatti, tutti gli interventi che comportano la deviazione di parte della portata in transito lungo un certo corso d'acqua (verso una vasca di laminazione, o verso un canale diversivo o scolmatore), devono essere muniti di appositi misuratori di livello che consentano la corretta manovra degli organi mobili di regolazione. A questo riguardo, la seguente Figura 7 illustra l'ubicazione dei nuovi idrometri previsti appunto in relazione all'assetto di progetto previsto. A ciascuna delle sezioni monitorate dovrà essere associata la corrispondente scala delle portate, in modo tale da consentire la manovra degli organi mobili di regolazione in funzione degli andamenti delle portate in transito.

⁸ è consigliabile effettuare la regolazione delle paratoie solo in fase di chiusura, mentre per quanto riguarda l'apertura sarebbe opportuno continuare a procedere manualmente, verificando in loco che oggetti di grosse dimensioni, trascinati dalle piene di maggiore entità, possano proseguire verso valle, essere causa di danni e andare ad ostruire le sezioni più ristrette (soprattutto quelle nelle tombinature milanesi, dove inoltre il loro recupero sarebbe estremamente difficile), rendendo difficile il deflusso della corrente.

Figura 7 - Integrazioni proposte alla rete di monitoraggio esistente (Tavola 1 di 2)

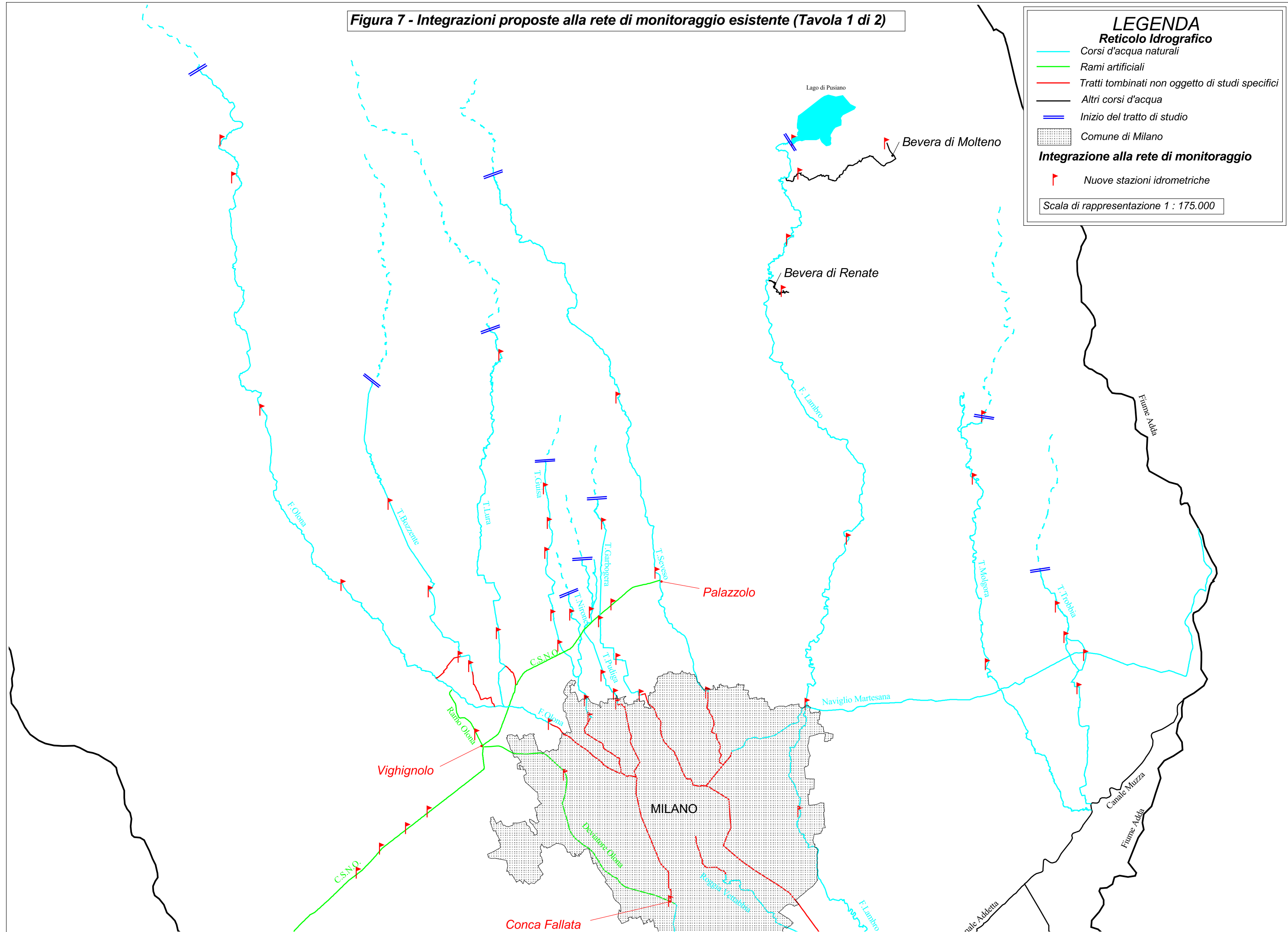
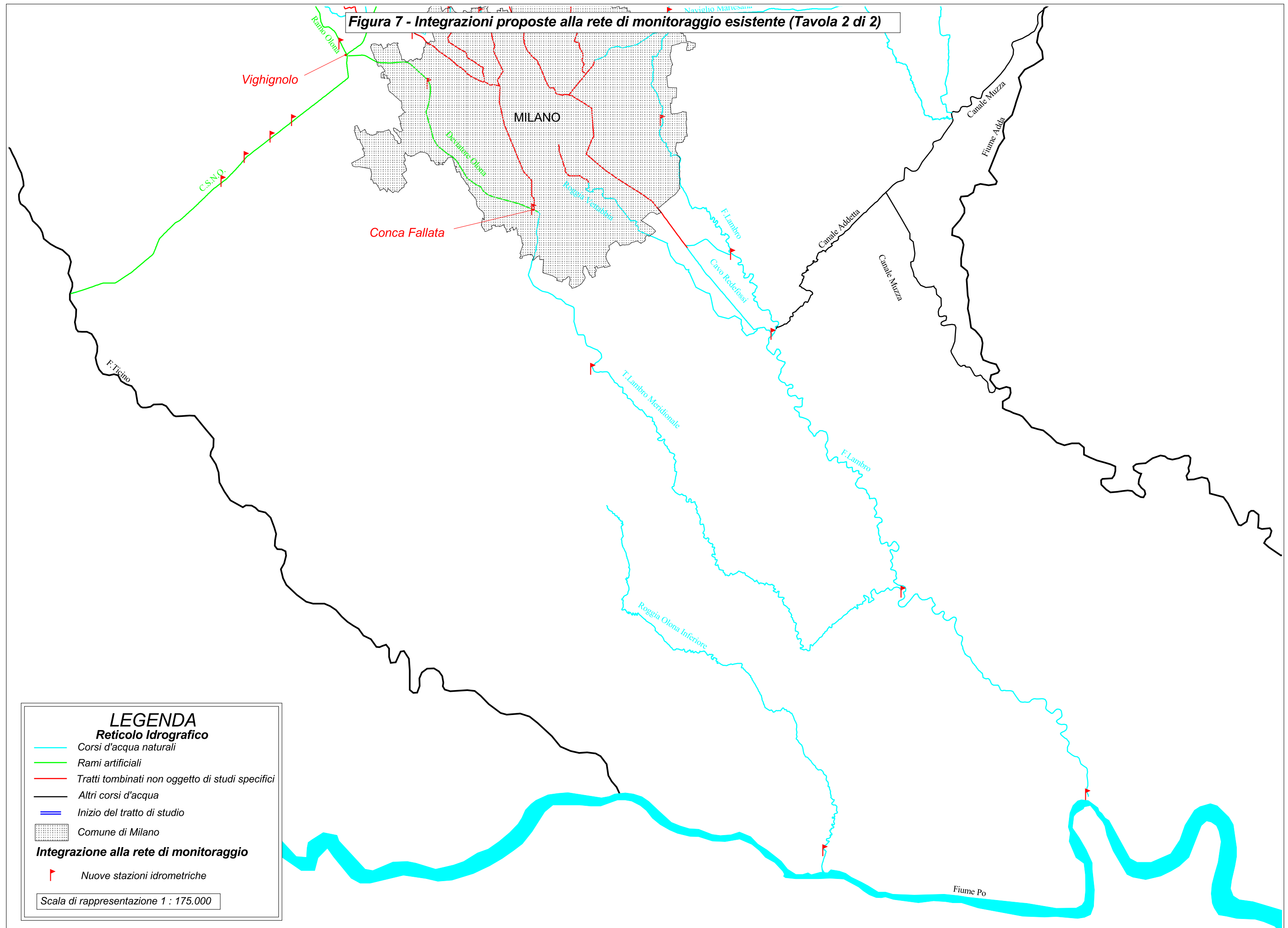


Figura 7 - Integrazioni proposte alla rete di monitoraggio esistente (Tavola 2 di 2)



LEGENDA

LEGENDA

Reticolo Idrografico

- Reticolo idrografico**
- Corsi d'acqua naturali
 - Rami artificiali
 - Tratti tominati non oggetto di studi specifici
 - Altri corsi d'acqua
 - Inizio del tratto di studio
 - Comune di Milano

Integrazione alla rete di monitoraggio

- *Nuove stazioni idrometriche*

Scala di rappresentazione 1 : 175.000