



LA GESTIONE INTEGRATA DELLE ACQUE

Gestione sostenibile delle acque di drenaggio urbano:

Dall'esperienza di Milano verso una nuova progettualità

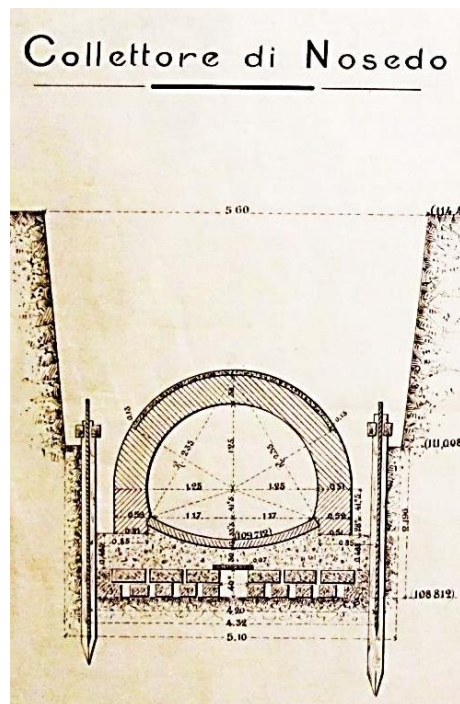
Maurizio Brown

15-29 novembre 2017

LA FOGNATURA DI MILANO

Il sistema di fognatura venne concepito nella seconda metà del XIX secolo:

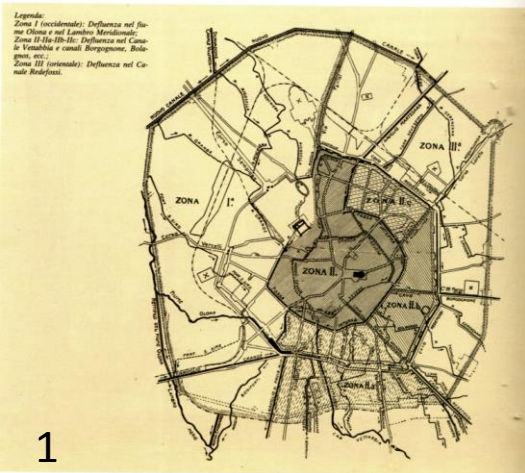
- sulla base di lunghi e approfonditi studi (Collegio degli ingegneri, Politecnico di Milano);
- delle esperienze e i sistemi adottati nelle principali città europee;
- delle **caratteristiche peculiari del territorio milanese:**



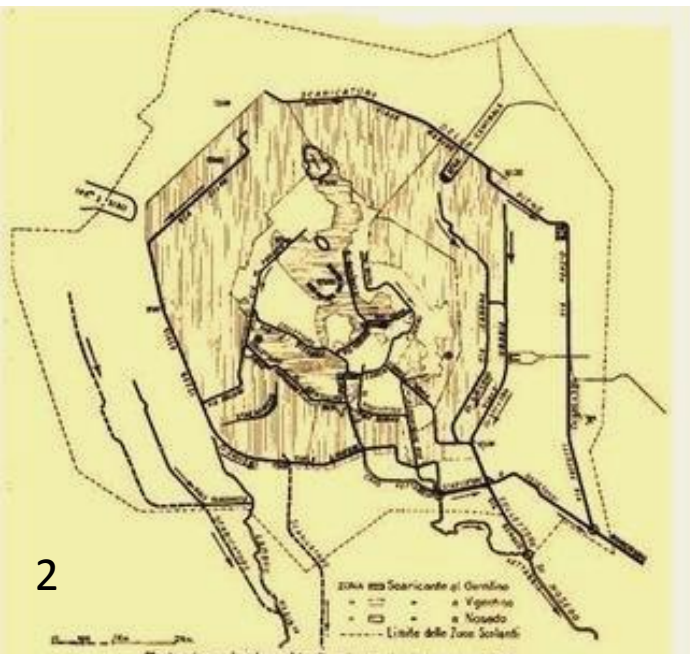
- **scarsa pendenza del suolo;**
(max. $\approx 0,27\%$ NO – SE)
- **presenza di un fitto reticolo di corsi d'acqua superficiali;**
- **assenza di recapiti naturali adeguati allo smaltimento delle acque di origine meteorica.**

Il sistema fognario di Milano si sviluppa sulla base di studi e pianificazioni contestuali allo estensione dell'area urbana:

- ❑ **1888** costituzione presso l'Ufficio Tecnico Municipale della Sezione speciale per la realizzazione del progetto della fognatura cittadina;
- ❑ **1890** “**Progetto generale della rete di fognatura della città**” (Poggi);
- ❑ **1911** “**Piano di Ampliamento** “ (Poggi, Paladini, Fantoli);
- ❑ **1923** “**Piano Codara**”, in occasione dell'aggregazione a Milano di 11 comuni limitrofi;
- ❑ **1938** **Ufficio Speciale Studi** (Columbo – Bay);
- ❑ **1953** “**Studio Generale Della Rete Di Fognatura**” (Columbo) a seguito dell'approvazione del nuovo Piano Regolatore;
- ❑ **1983** “ **Piano di Attuazione della Rete di Fognatura** “ interventi di ampliamento e di completamento della rete in funzione della realizzazione del sistema di depurazione.



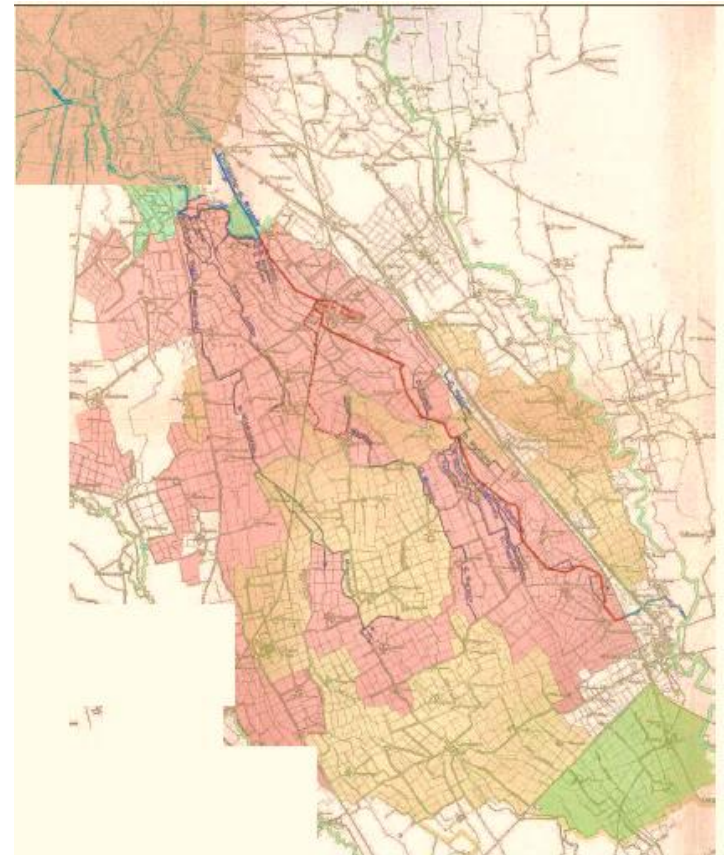
Progetto Generale della rete di fognatura della città 1911 (1)
 e stato di attuazione nel 1930 (2)



Piano Codarda per la sistemazione del territorio dei comuni aggregati 1924

Il sistema adottato:

- ✓ **indipendente dal reticolo dei corsi d'acqua;**
- ✓ **unitario** (le acque di rifiuto e quelle di pioggia vengono raccolte in unico condotto);
- ✓ **funzionamento per gravità** (sfruttando la pendenza naturale del suolo);
- ✓ **Recapito delle acque nere:**
Roggia Vettabbia – vasto comprensorio di prati marcitori
- ✓ **Recapito meteoriche:**
Roggia Vettabbia Cavo Redefossi

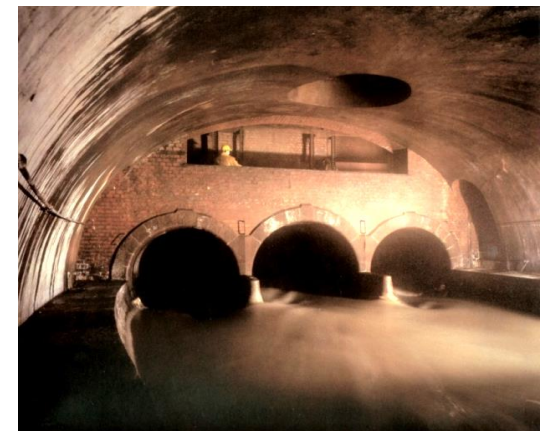
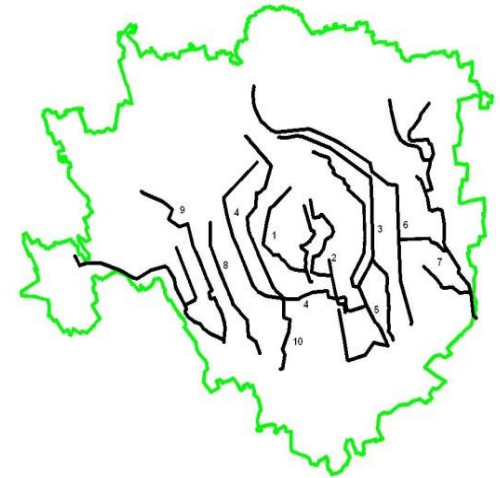


SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Necessità di limitare le portate scaricate nei corpi ricettori alla loro scarsa capacità di portata

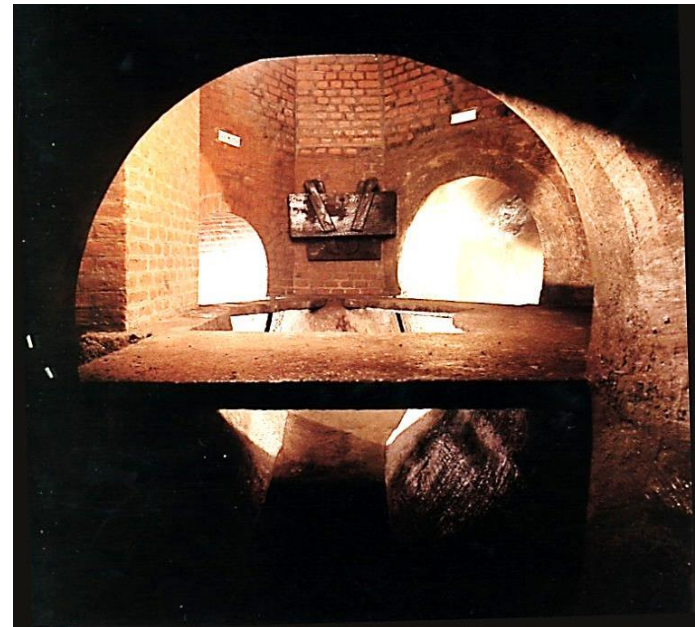
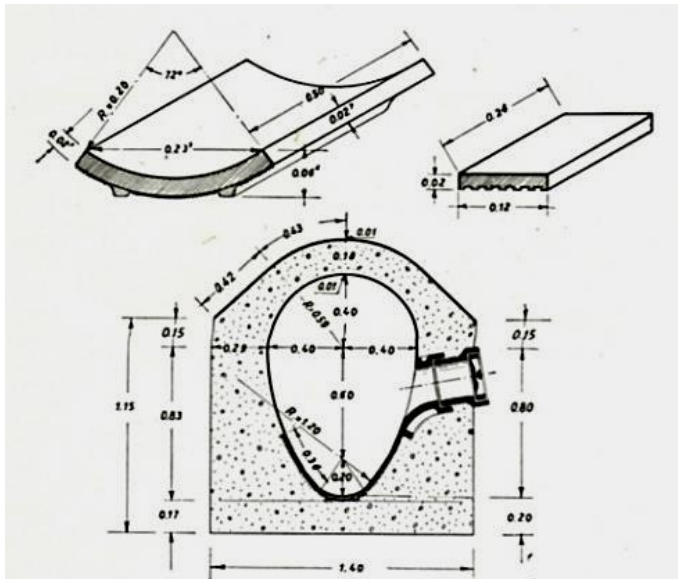
Ossatura principale:

- ✓ **collettori autonomi** a servizio di una serie di zone concentriche rispetto al centro a quote decrescenti;
- ✓ **evitano scarichi localizzati** dei diversi quartieri della città nel reticolo dei corsi d'acqua presenti nel territorio;
- ✓ **i collettori più esterni** sono in grado di ricevere, in periodo di pioggia, parte delle acque del bacino più interno (**interconnessione dei bacini scolanti**)



Rete Minore:

- ❑ estesa (*più del 78% dello sviluppo complessivo della rete*)
- ❑ condotti, di sezioni ampie (*ovoidale $\Omega = 0.80 \times 1,20$*)
- ❑ condotti interconnessi (*struttura a maglie chiuse*);
- ❑ elevata capacità di invaso (*1.730.000 m³ (≈ 130 m³/ha)*);
- ❑ capacità di trasferire le portate eccedenti alle zone contigue.



EMERGENZA SEVESO:

Durante le esondazioni la capacità di
invaso della rete di fognatura viene
utilizzata per smaltire le acque
fuoriuscite dal Seveso



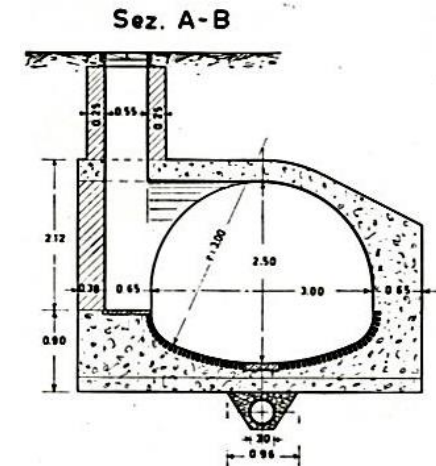
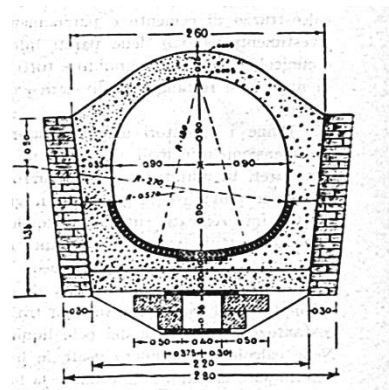
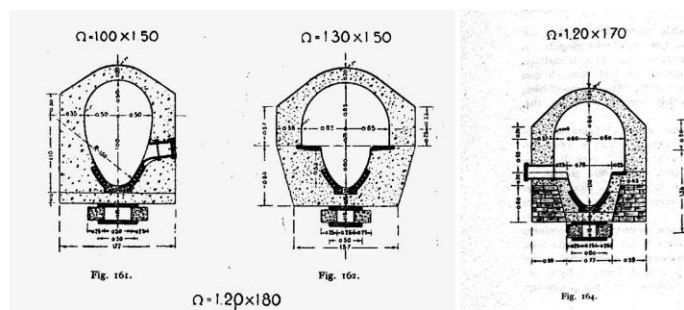
LA SITUAZIONE ATTUALE DELLA RETE

- ❑ sviluppo complessivo: $\approx 1.544 \text{ km}$
- ❑ capacità di invaso: $\approx 1.730.000 \text{ m}^3$ ($\approx 130 \text{ m}^3/\text{ha}$);
- ❑ età media: $> 60 \text{ anni}$
- ❑ Agglomerato urbano: $\approx 12.000 \text{ ha}$

Sezioni adottate

sezione minima: circolare $d = 0,30 \text{ m}$

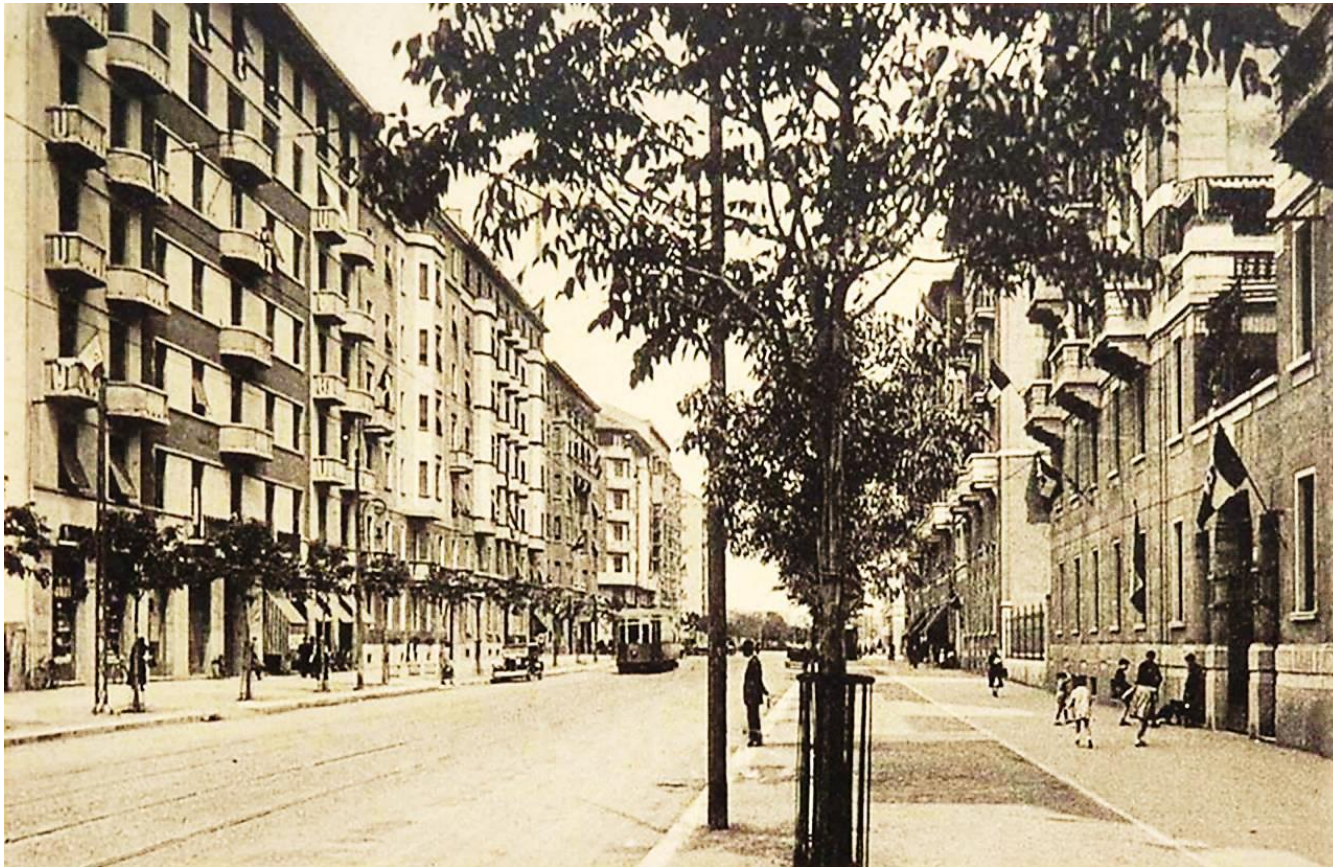
sezione massima: policentrica $\Omega = 6,80 \times 3,30$



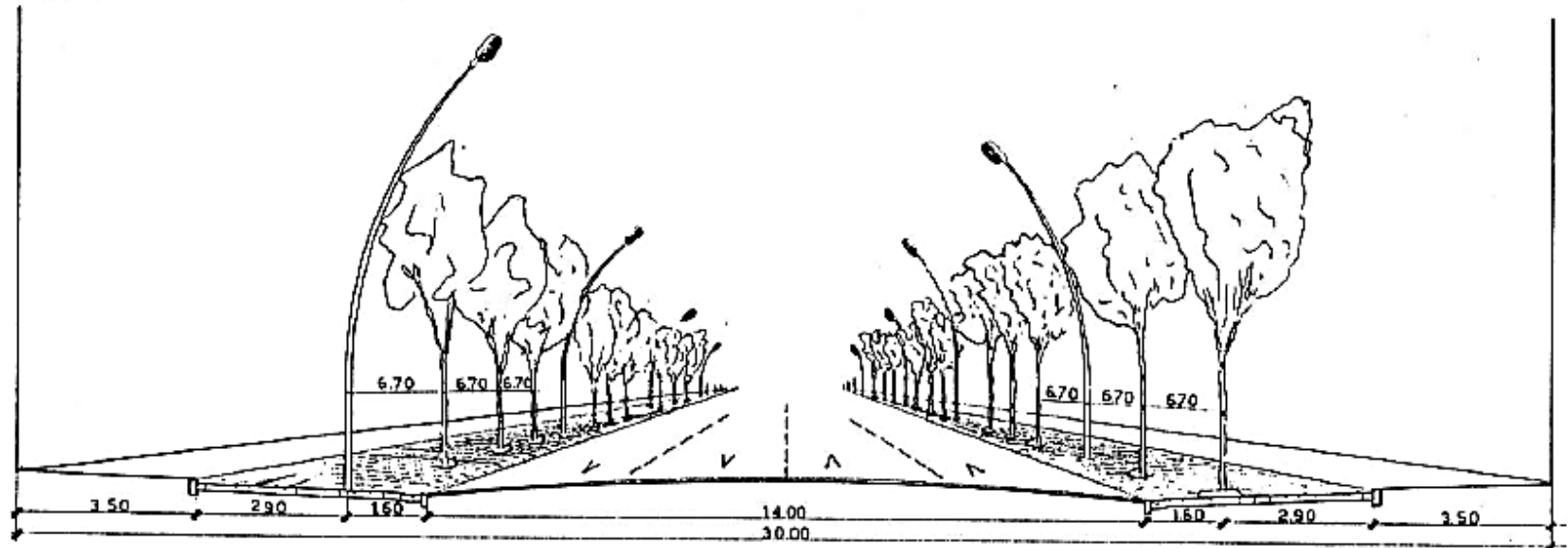
INVASI SUPERFICIALI

Il funzionamento della rete fognaria era integrato dalla conformazione delle superfici stradali e dai relativi sistemi di drenaggio:

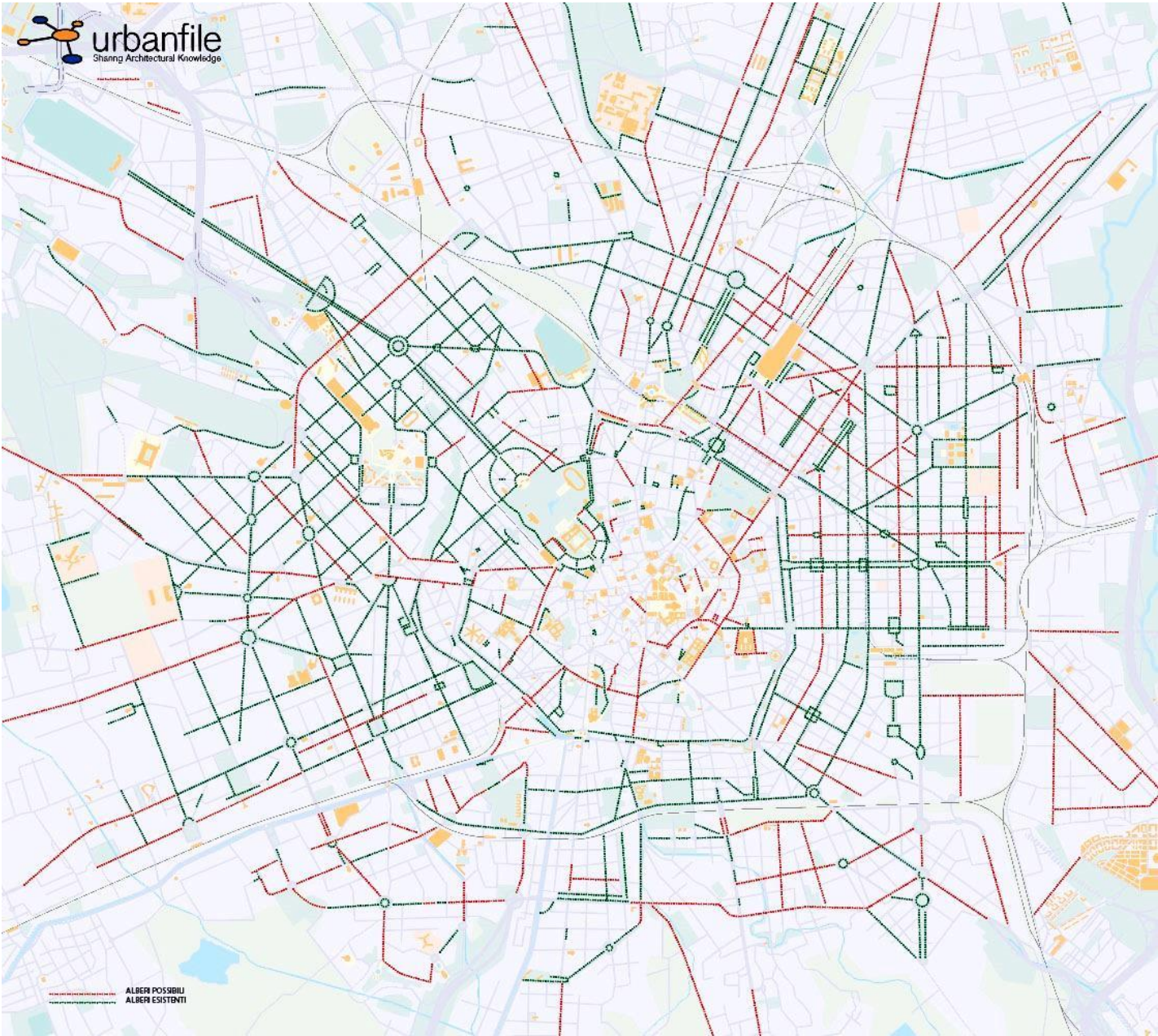
I VIALI ALBERATI

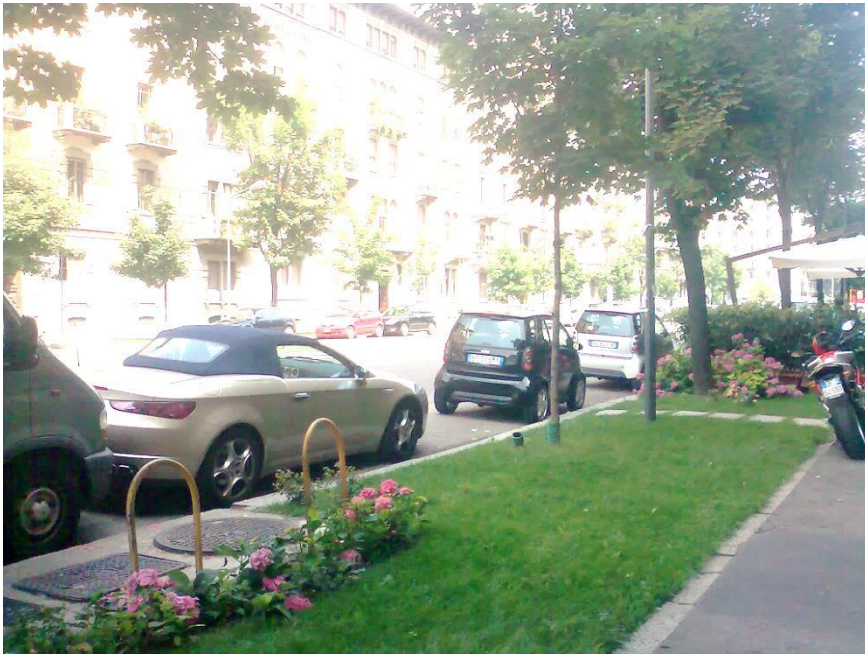


Scala 1:100



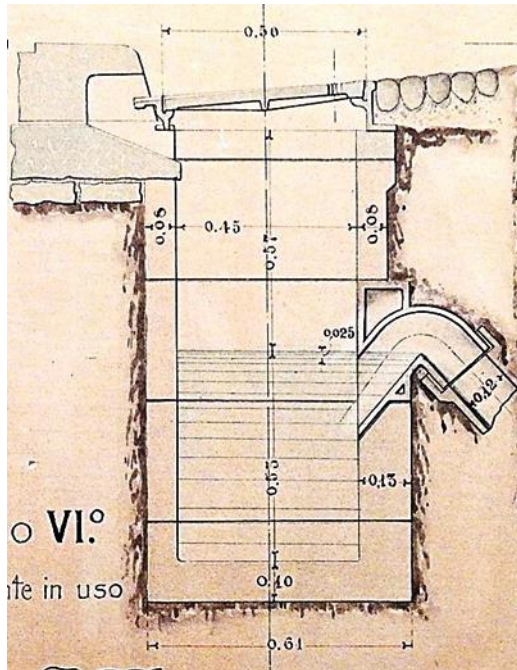
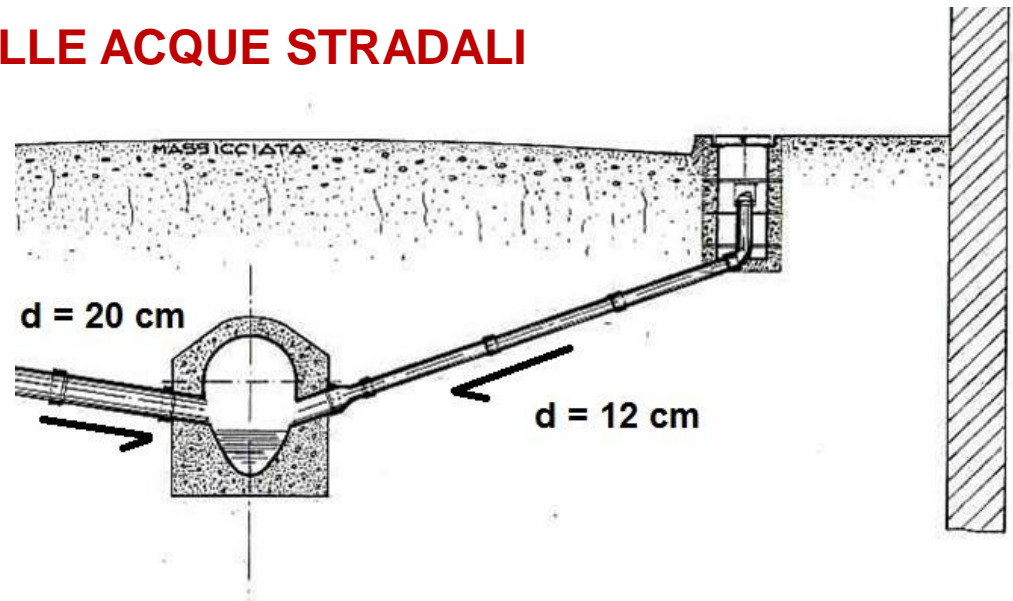
La presenza della fascia verde ai lati dei marciapiedi contribuisce a contenere (*infiltrazione*) e rallentare (*allungamento dei tempi di corrivazione*) l'afflusso delle acque meteoriche in fognatura



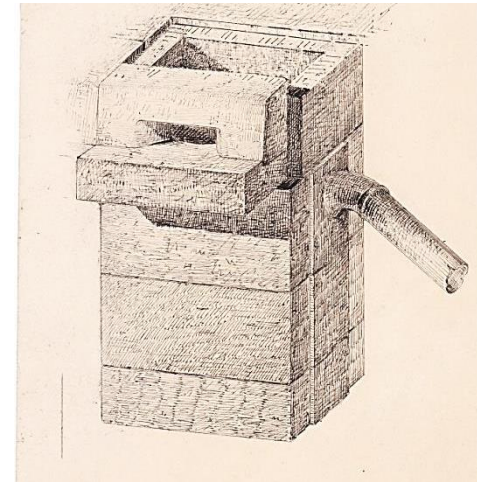


I POZZETTI DI RACCOLTA DELLE ACQUE STRADALI

Rallentano il deflusso delle acque meteoriche nei condotti



Sifone



In caso di eventi intensi e per tempi brevi, l'area della sede stradale poteva contribuire alla laminazione delle portate meteoriche (*aumento Trit*)

Recente applicazione a Copenhagen



Cloudburst infrastructures in Copenhagen {DK}

Negli ultimi anni si stanno registrando **situazioni critiche** per lo smaltimento delle portate meteoriche anche per la rete milanese

Cause principali:

- ❑ **estensione delle aree urbanizzate**; (spesso caratterizzate da ampie superfici impermeabilizzate)
- ❑ **diminuzione della capacità ricettiva dei corsi d'acqua** che fungono da recapito per le piene della rete fognaria

durante gli eventi piovosi intensi i **corpi ricettori** quando attraversano la città **hanno già raggiunto il limite delle loro capacità di deflusso**

gli scaricatori di piena risultano fortemente rigurgitati (in alcuni casi avviene l'ingresso in rete delle piene del reticolo idrografico)



SOLUZIONI POSSIBILI: L'ESPERIENZA DI MILANO

A. GESTIONE OTTIMALE DELLA CAPACITÀ D'INVASO DELLA RETE

- Invaso in rete in alternativa alle vasche di laminazione;**
- ci sono ampie possibilità per migliorarne l'efficienza complessiva.**

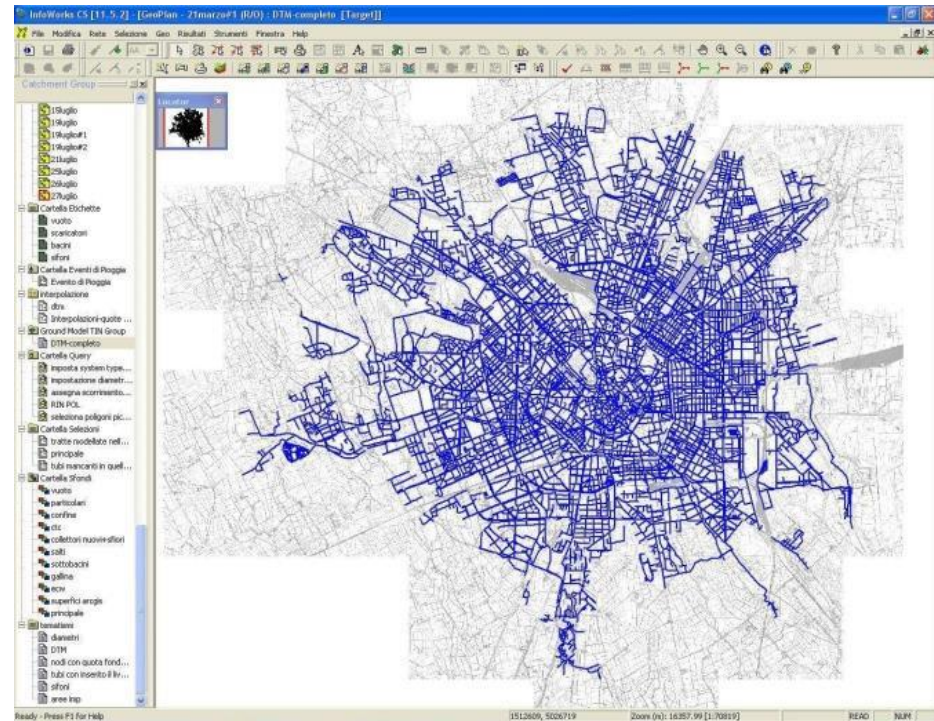
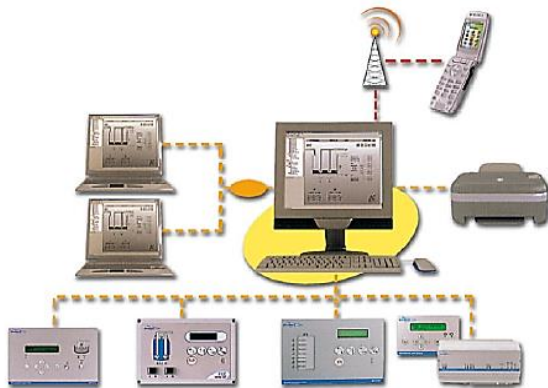
gestire la manovra degli organi di regolazione (soglie variabili) delle portate nei collettori principali e sugli scaricatori di piena.

SISTEMA DI CONTROLLO IN TEMPO REALE DEL FUNZIONAMENTO DELLA RETE:

potenziamento del sistema di monitoraggio e telecontrollo esistente;

- nodi principali della rete
- scaricatori di piena

modellazione della rete



B. RIDUZIONE DEGLI APPORTI METEORICI

- ❑ **Adozione dei criteri del Piano di Tutela e Uso delle Acque della Regione Lombardia**

per i nuovi quartieri, interventi di recupero o ristrutturazione urbana

- ❑ **Realizzazione di reti separate con accumulo locale delle acque meteoriche:**

recapito reti bianche:

- in corso d'acqua (se possibile);
- in rete di fognatura unitarie.

Tecnologia adottata:

- vasche di laminazione;
- **invaso in rete (mega pipe).**

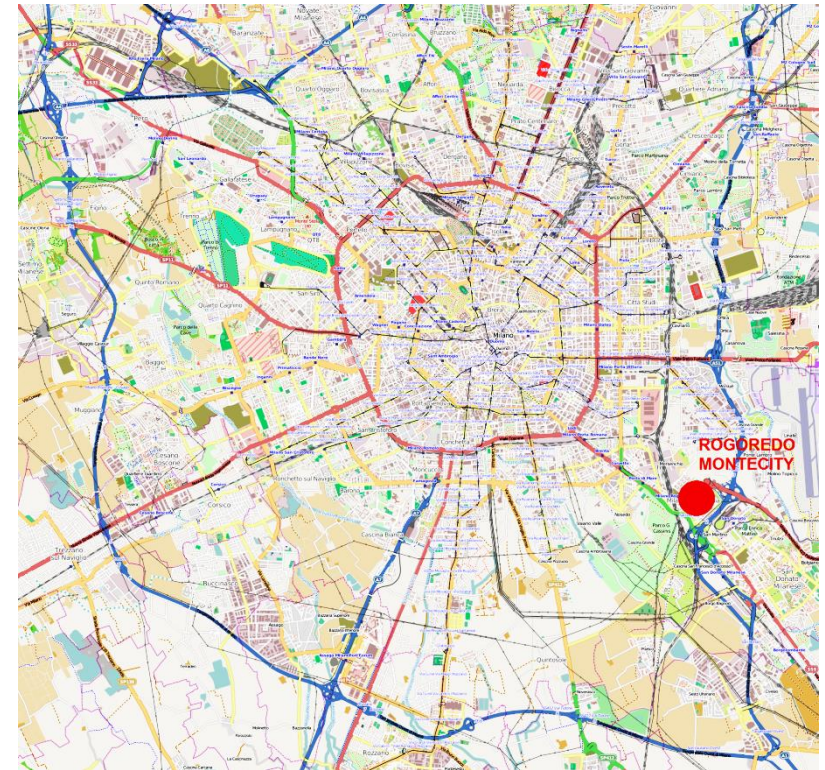
ROGOREDO MONTECITY

Superficie complessiva di circa **35 ha**

Rete fognaria : **separata**

Rete nera: sviluppo \approx **4.740 m**
diametri. **0,20 ÷ 0,80**

Rete meteorica: sviluppo \approx **5.160 m**
diametri: **0,50 ÷ 2,00 m**
(1.480 m $d = 2,00$ m)

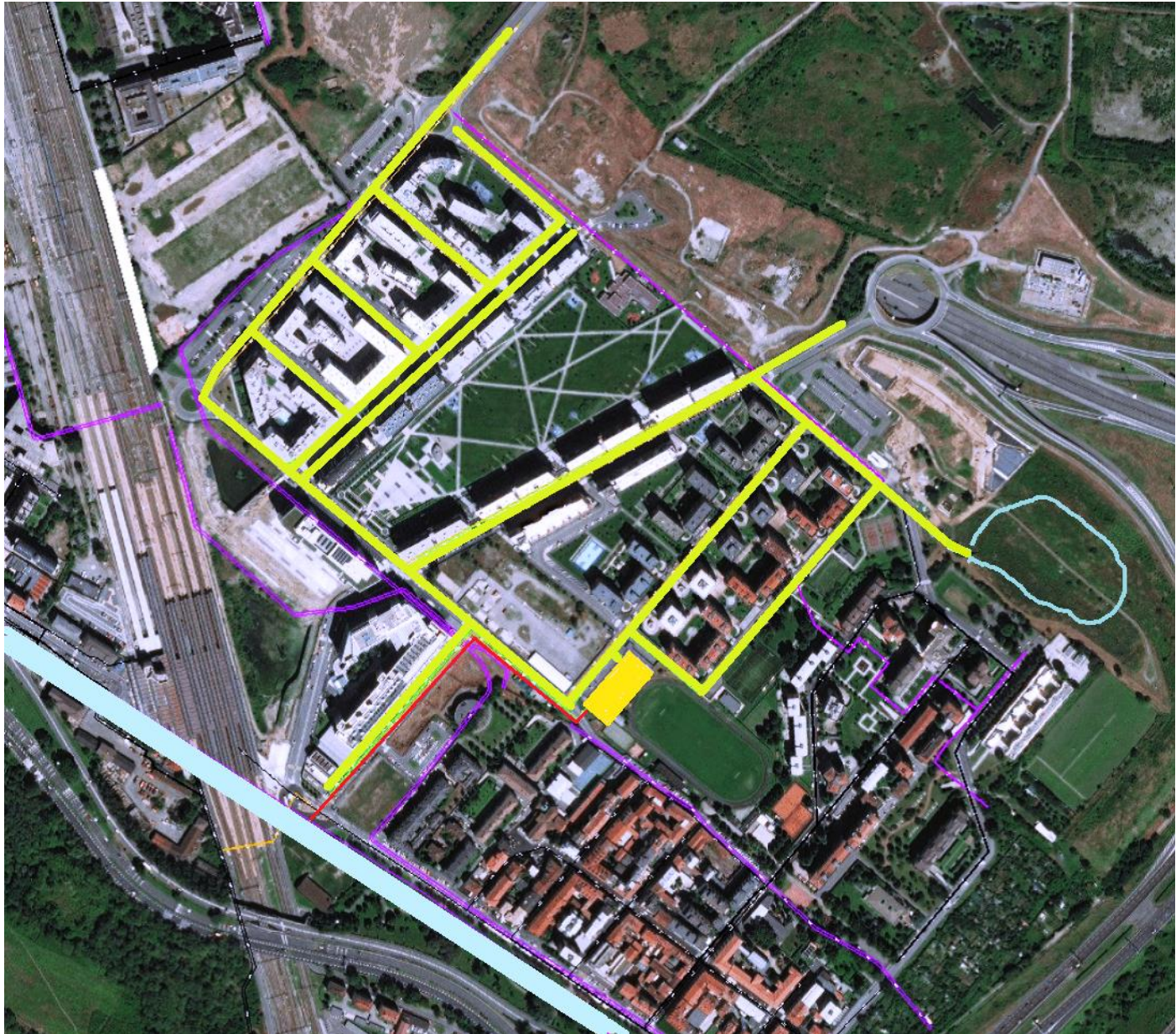


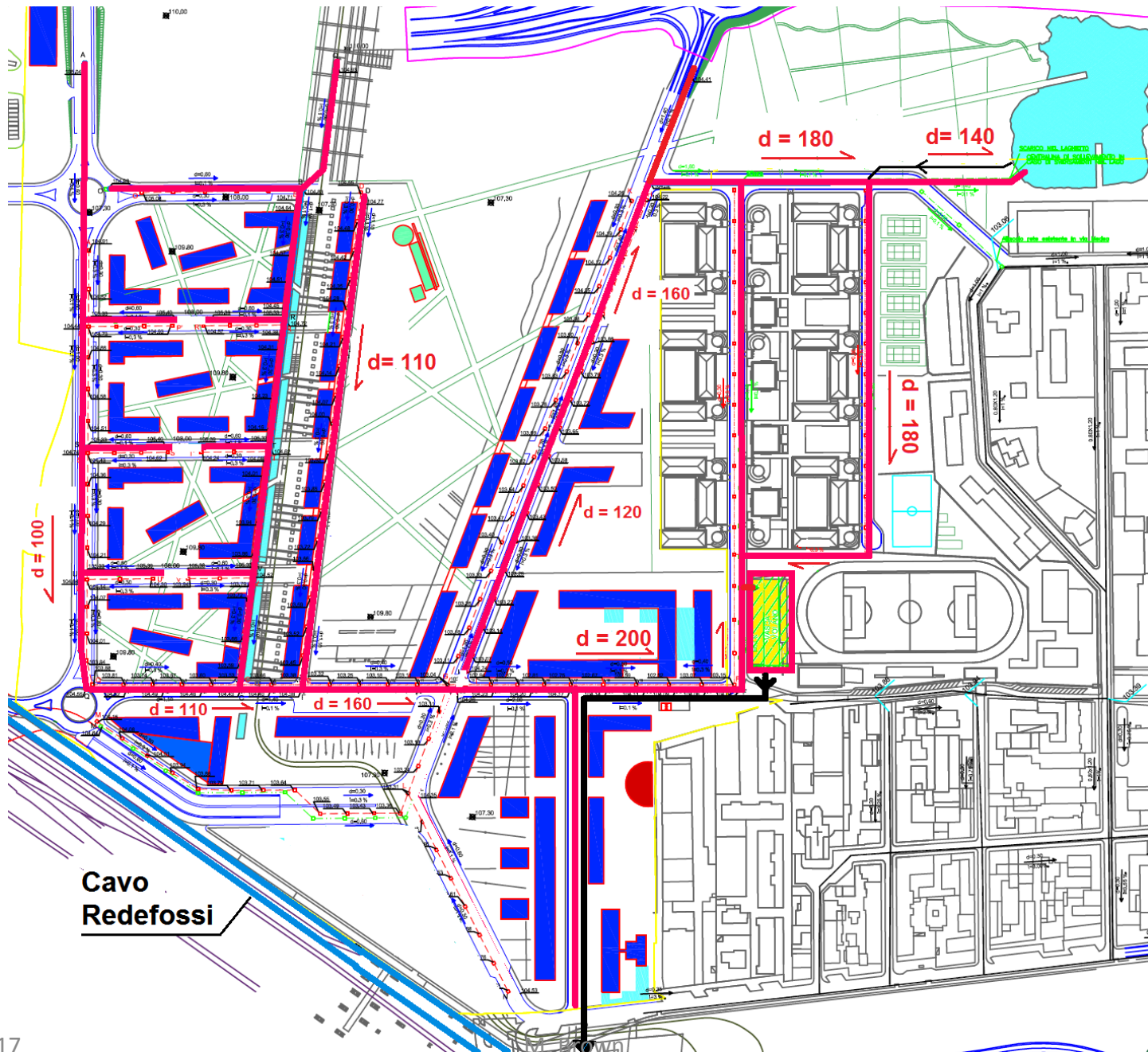
Recapito rete nera: fognatura (***Impianto di pompaggio***)

Recapito rete meteorica: **Cavo Redefossi** (***Q max = 700 l/s***)

Vasca di laminazione compartimentata: **8.800 m³**

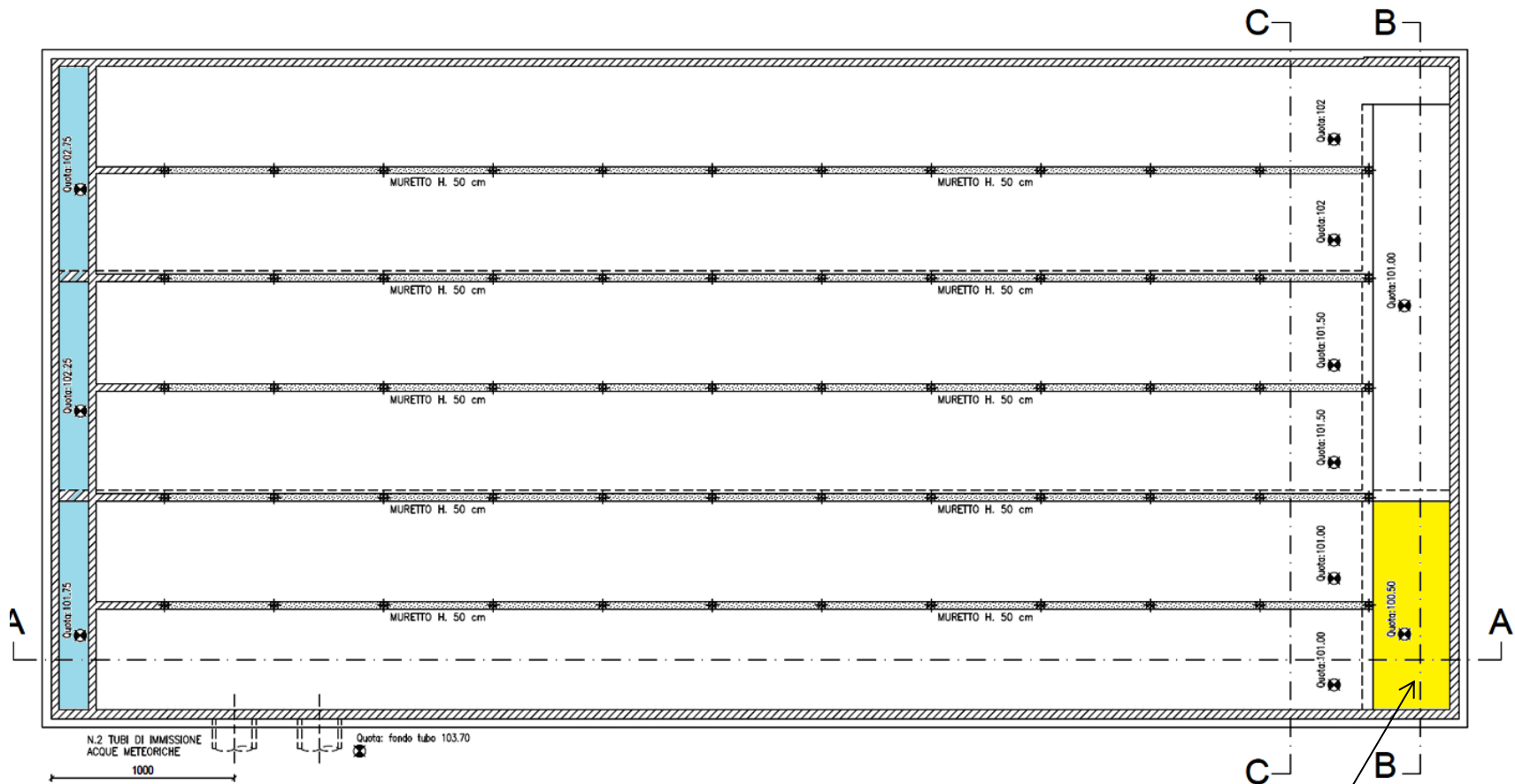
Invaso in cava: **365.000 m³**





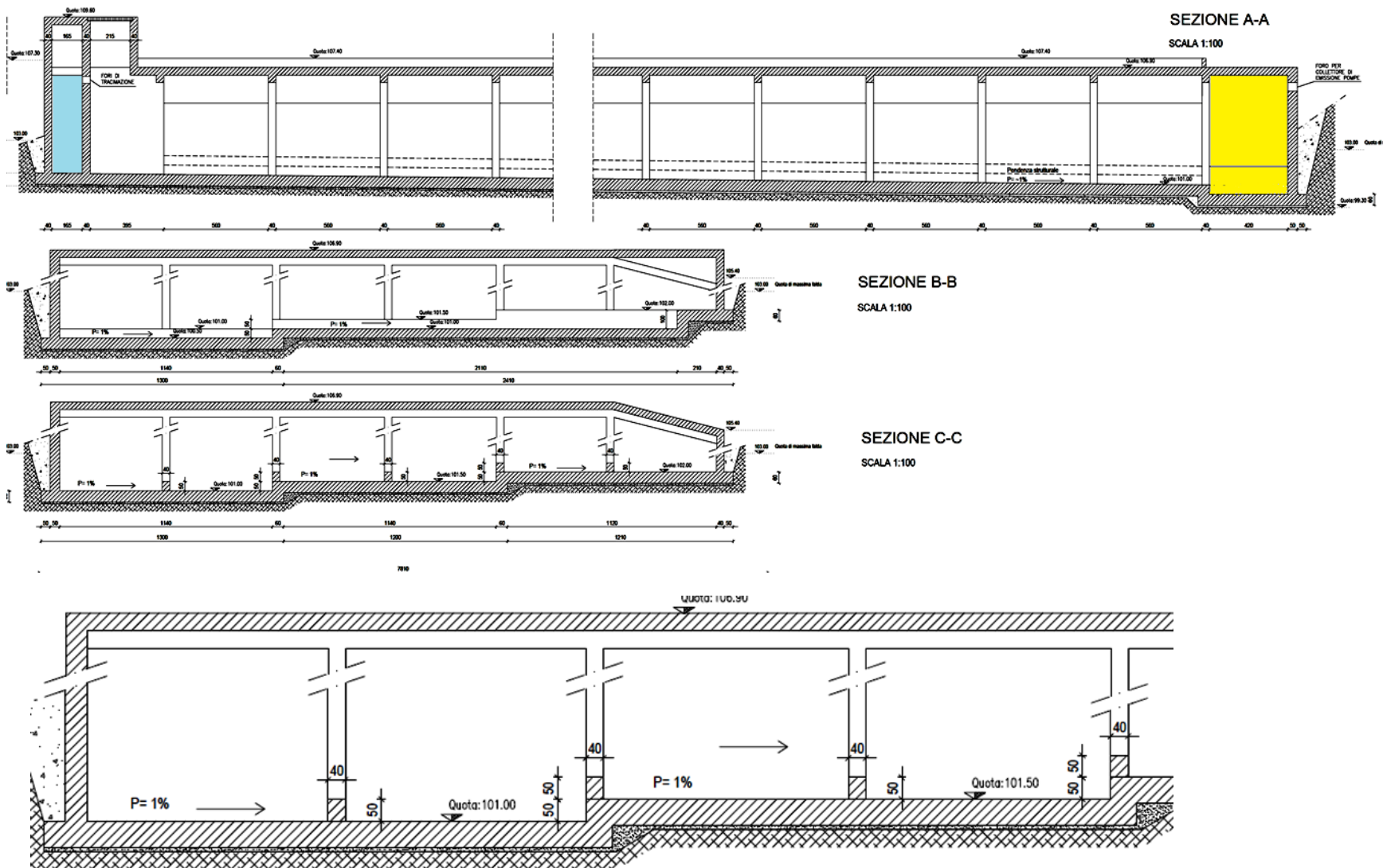
Pianta della vasca di laminazione: 8.800 m³

78,10 m x 37,10 m – h = 3,50 m



Stazione di pompaggio

Sezione trasversale della vasca di laminazione



SAN DONATO - Marignano

a servizio del parcheggio di MM e del deposito dei treni della metropolitana

Superficie complessiva $\approx 40,4$ ha

Rete nera: sviluppo: ≈ 1.395 m

Rete meteorica: sviluppo: ≈ 1.640 m
diametri: $0,50 \div 2,00$ m

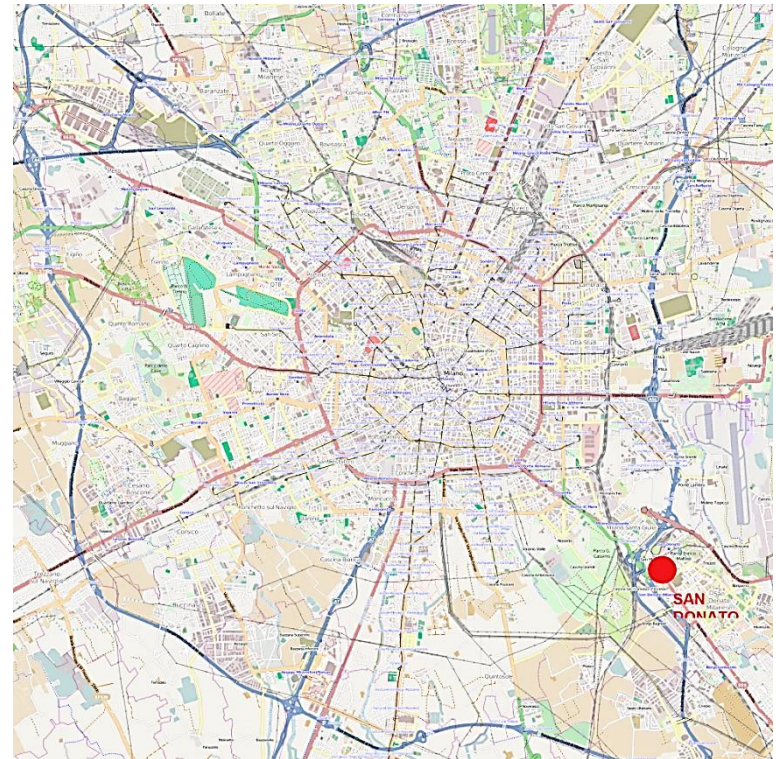
Vasca di laminazione:

4 compartimenti

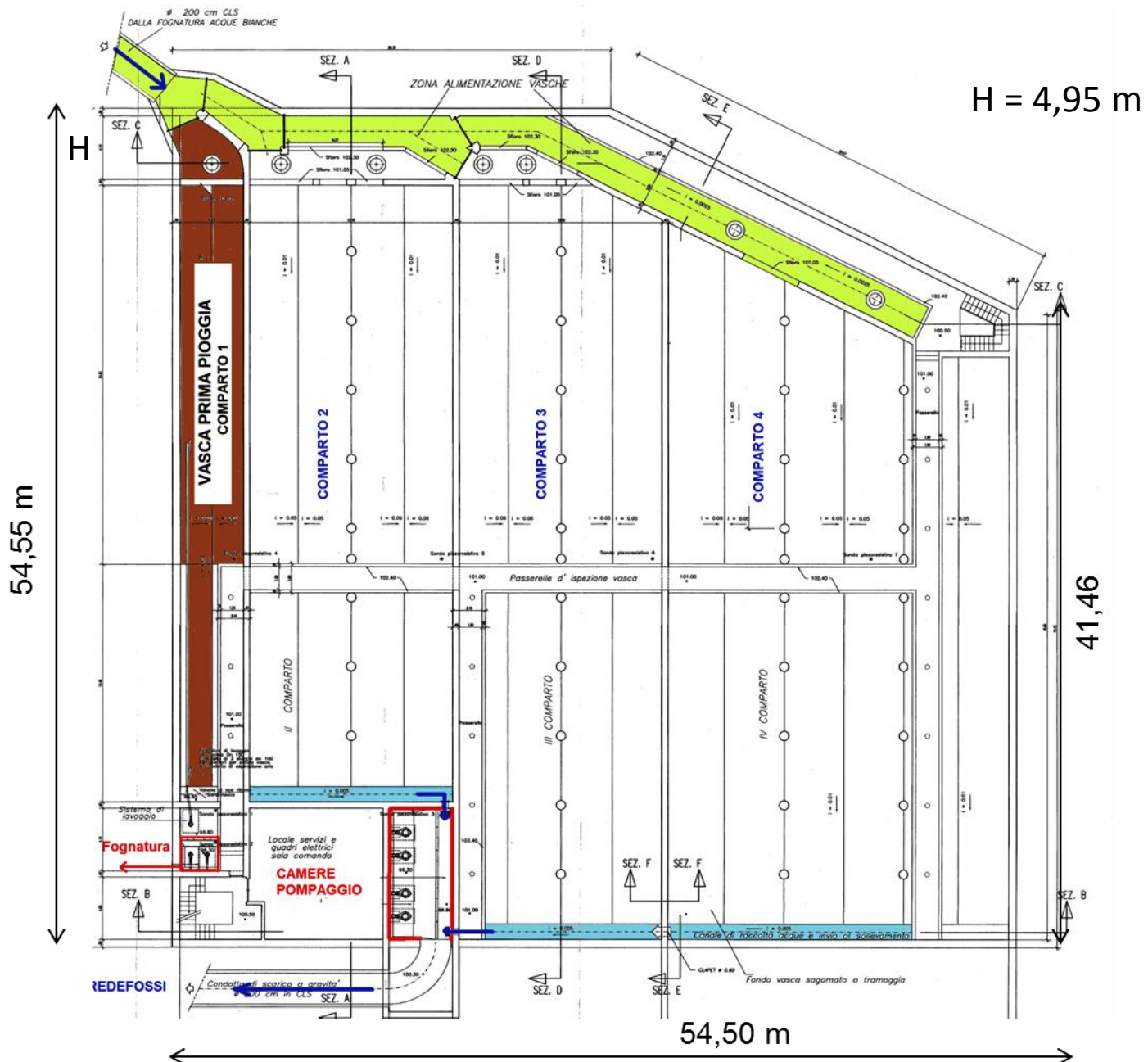
1 acque prima pioggia (1.000 m³)

3 acque meteoriche supero (10.000 m³)

- Recapito acque prima pioggia: **fognatura**
- Recapito meteoriche di supero: **Cavo Redefossi**







H = 4,95 m

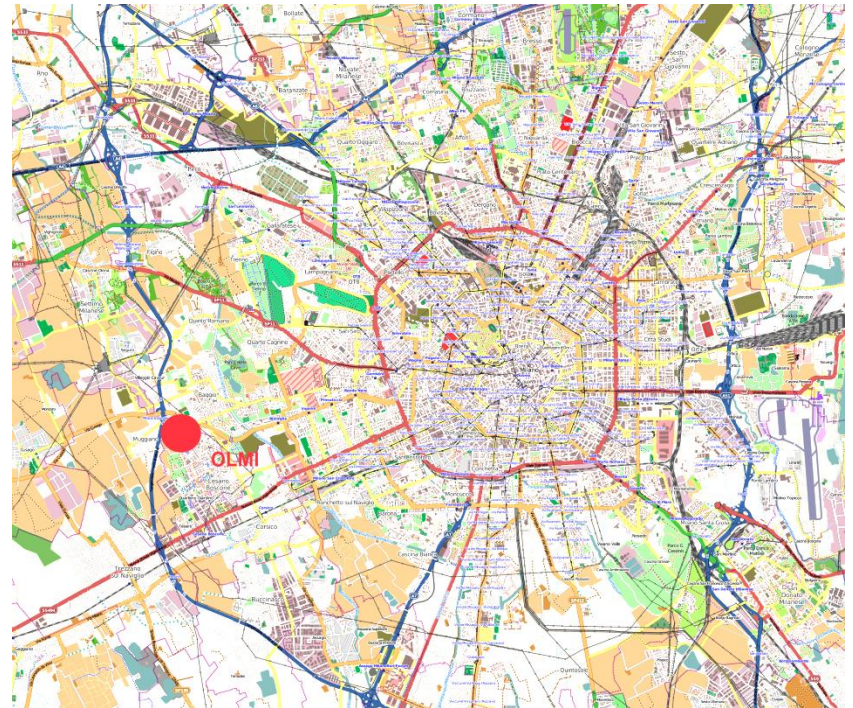
QUARTIERE DEGLI OLMI

Quartiere di edilizia residenziale pubblica realizzato negli anni '60 (circa 8.000 ab.)

Superficie complessiva \approx **24,5 ha**

Rete unitaria: sviluppo \approx **4.700 m**

Ristrutturazione rete e realizzazione vasca volano: 2010



Vasca di laminazione:

2 compartimenti:

Volume utile 1° comparto: **2.180 m³** - ($T_{rit} \approx$ **3-4 anni**)

Volume utile 1° e 2° comparto: **3.330 m³** - ($T_{rit} \approx$ **13 anni**)

Volume massimo disponibile: **5.000 m³** - ($T_{rit} \approx$ **100 anni**)

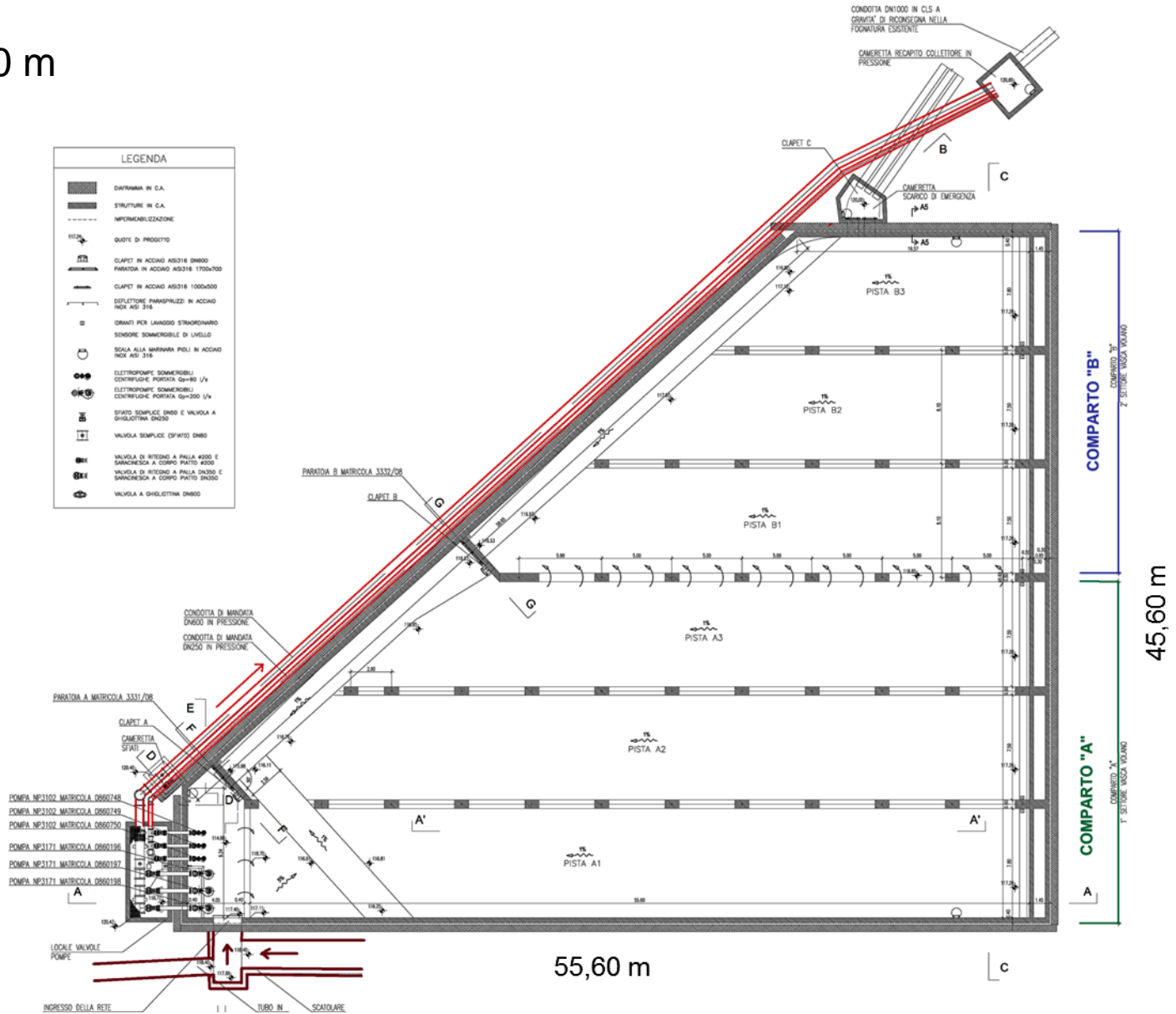
Recapito: rete unitaria comunale



Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Vasca di Laminazione Quartiere degli Olmi

H = 3,30 m



QUARTIERE ADRIANO

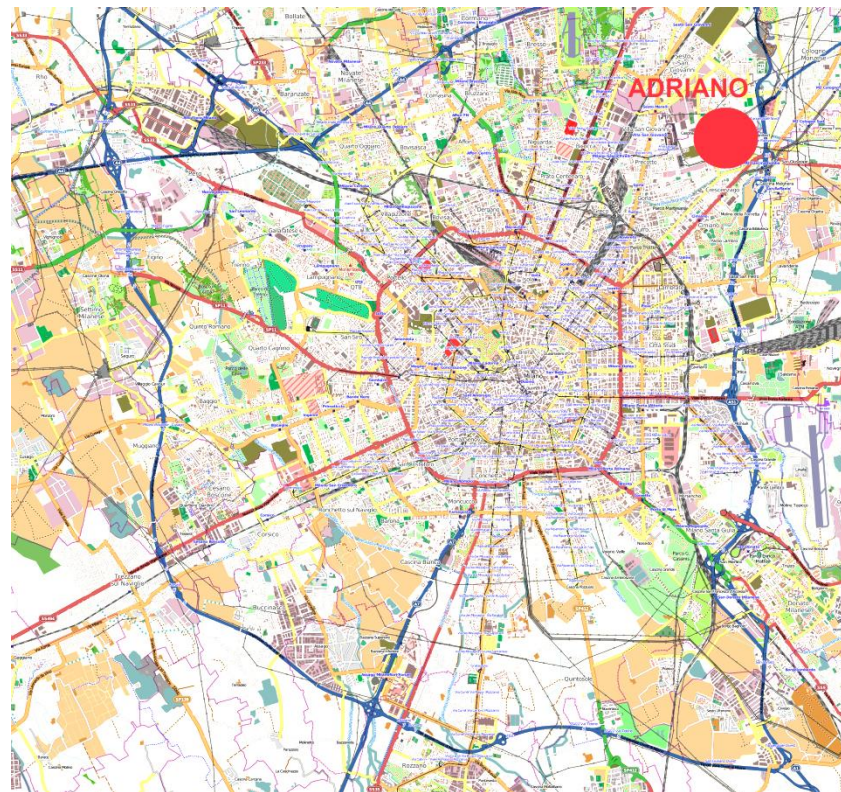
superficie complessiva:

circa **35 ha**

reti separate

Rete nera: sviluppo: ≈ 1.780 m

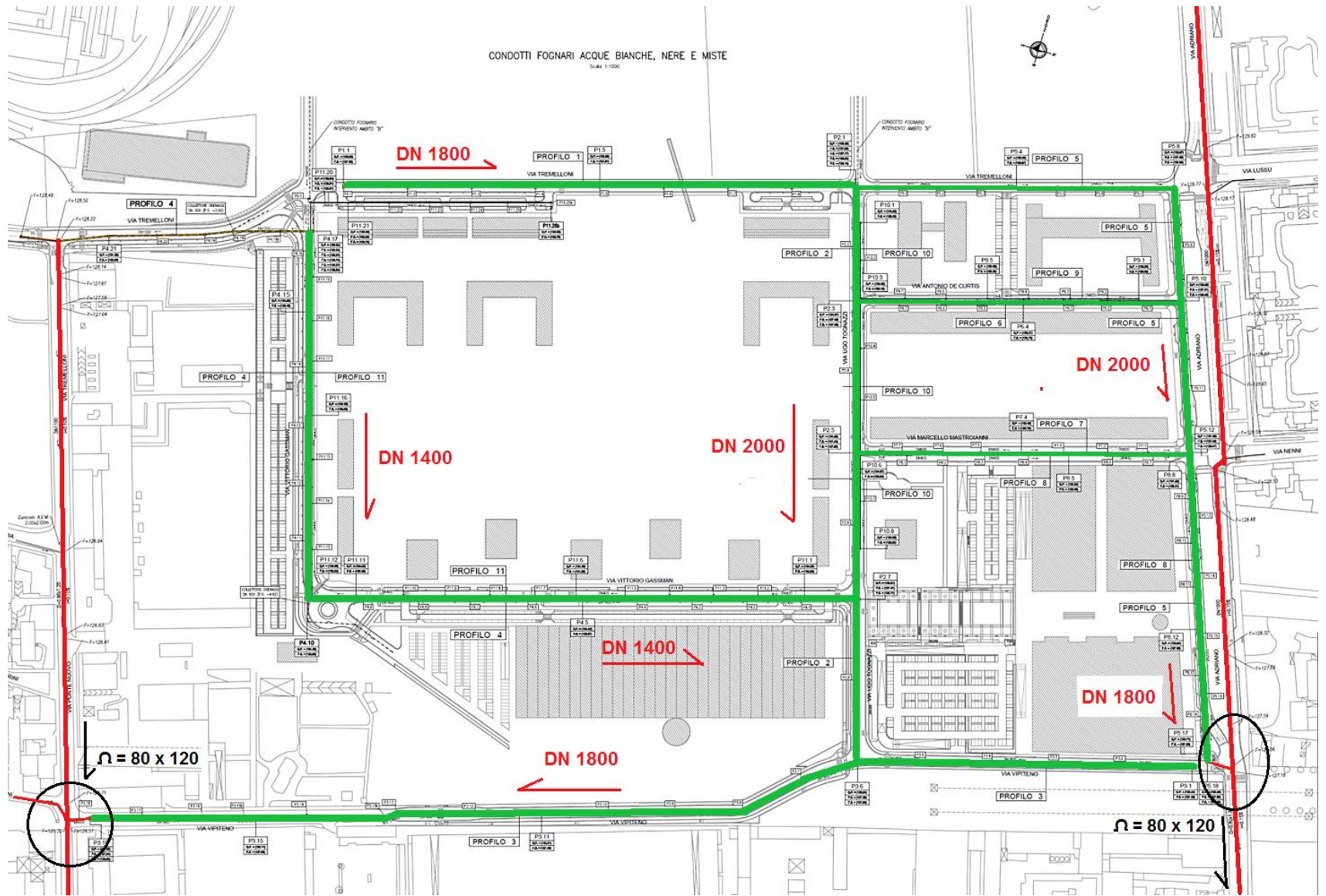
Rete meteorica: sviluppo: ≈ 3.545 m



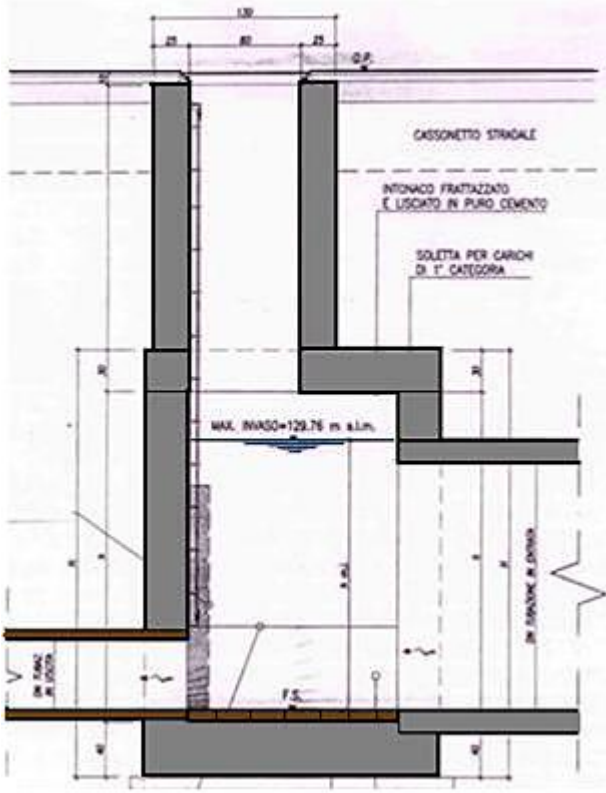
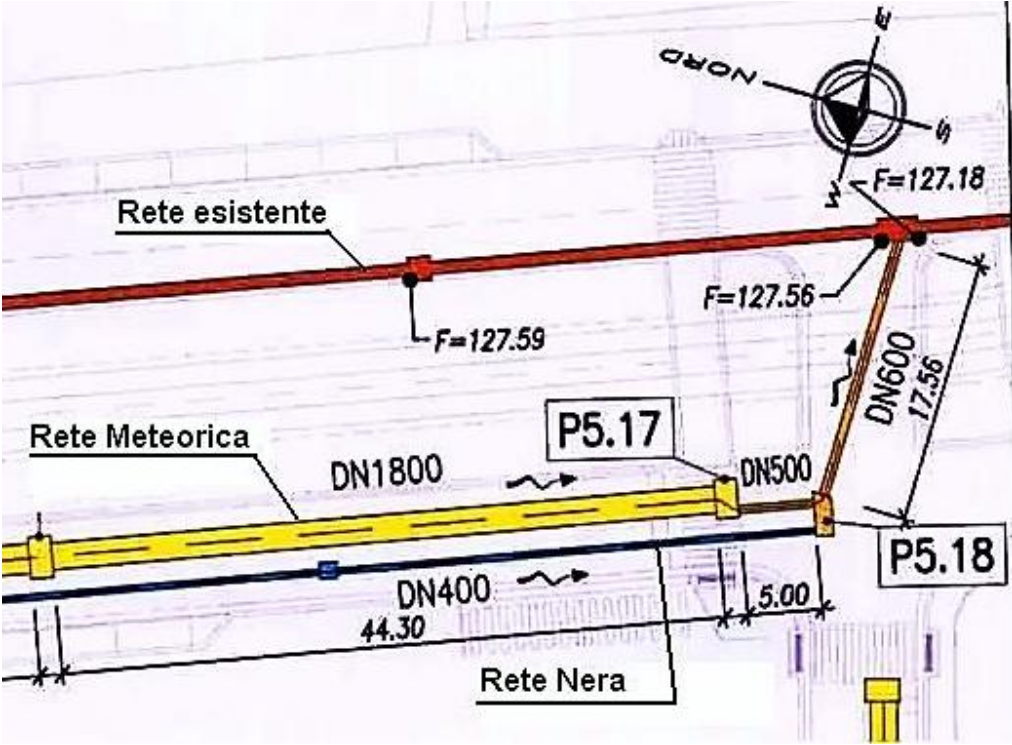
rete meteorica con recapito in fognatura unitaria

Invaso mediante mega pipe: 7.200 m^3 (d = 1,40 ÷ 1,80 m).

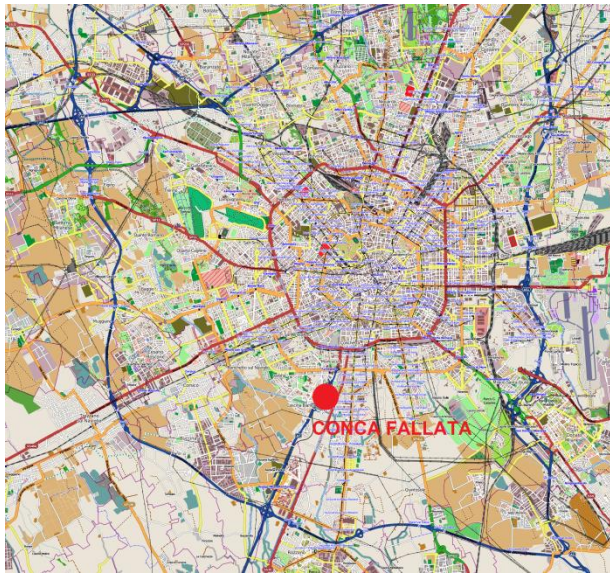




Manufatto di regolazione delle portate



QUARTIERE ALLA CONCA FALLATA ex Cartiera Binda



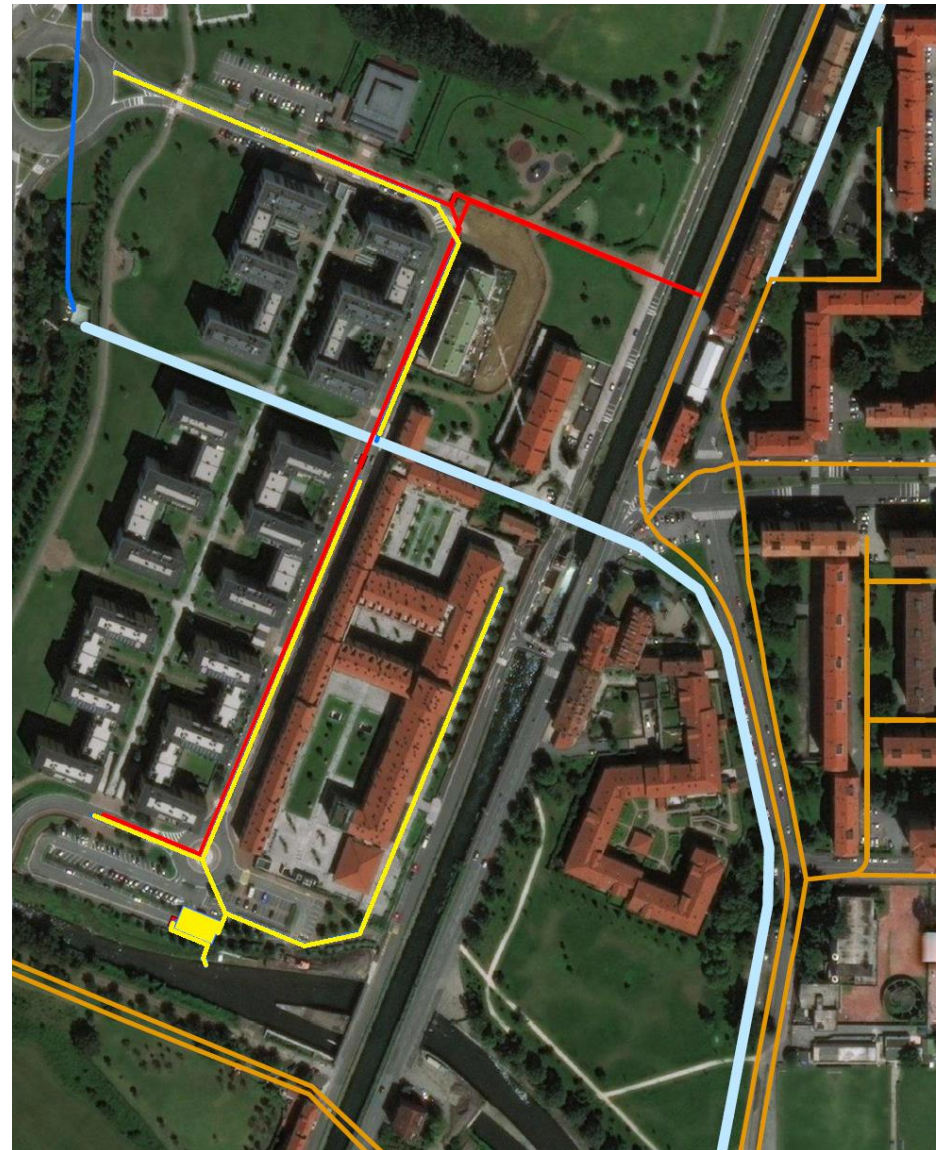
superficie quartiere : **11,8 ha**

reti separate

Rete nera: sviluppo: \approx **780 m**

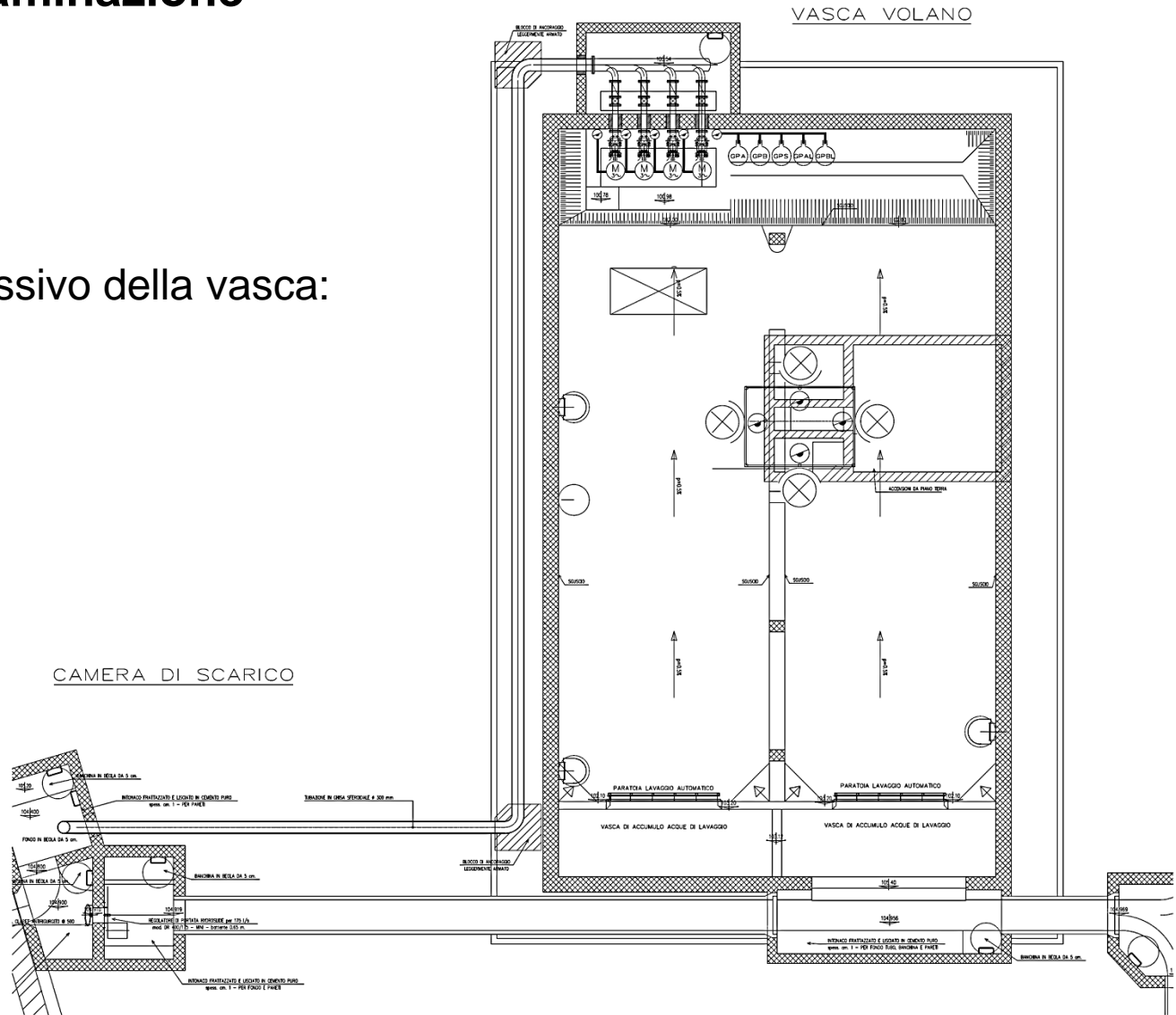
Rete meteorica: sviluppo: \approx **905 m**

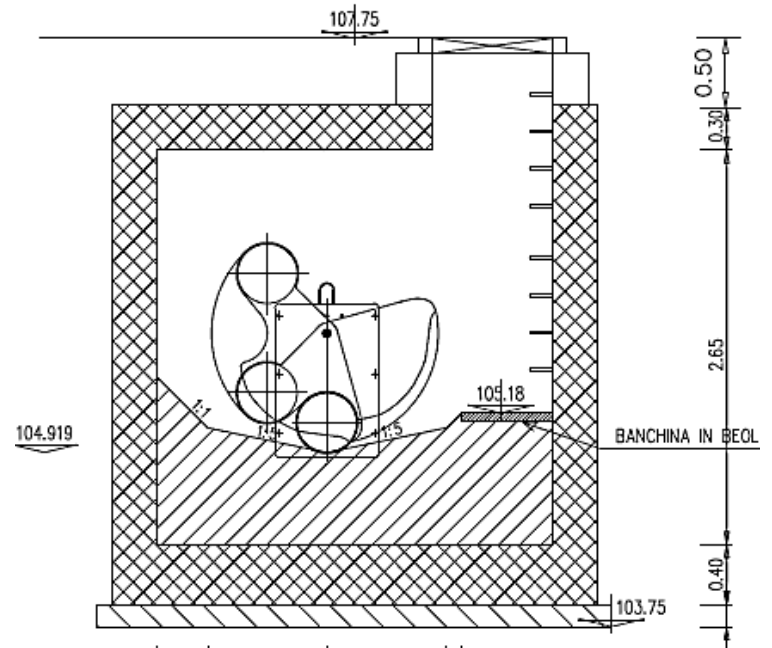
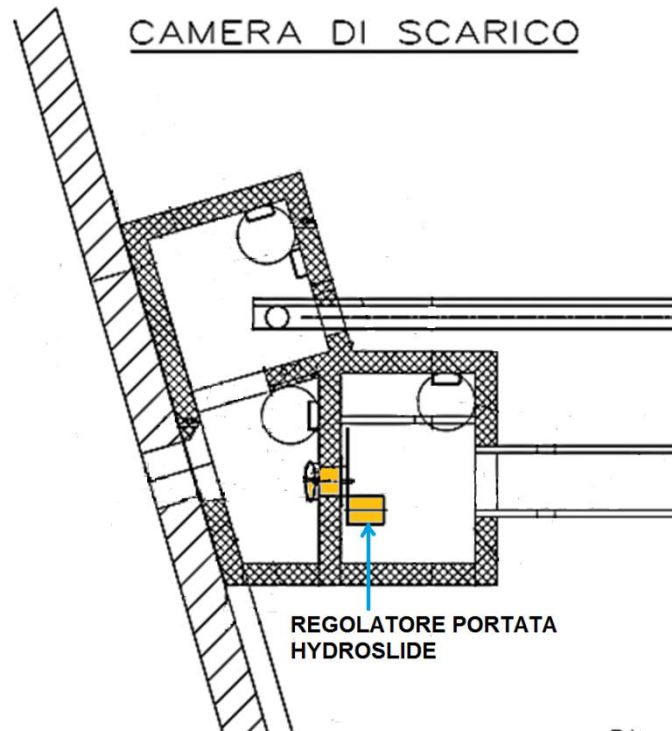
Recapito **Colatore Lambro**
Meridionale



La vasca di laminazione

Volume complessivo della vasca:
567 m3





Paratoia di regolazione
«HYDROSLIDE»

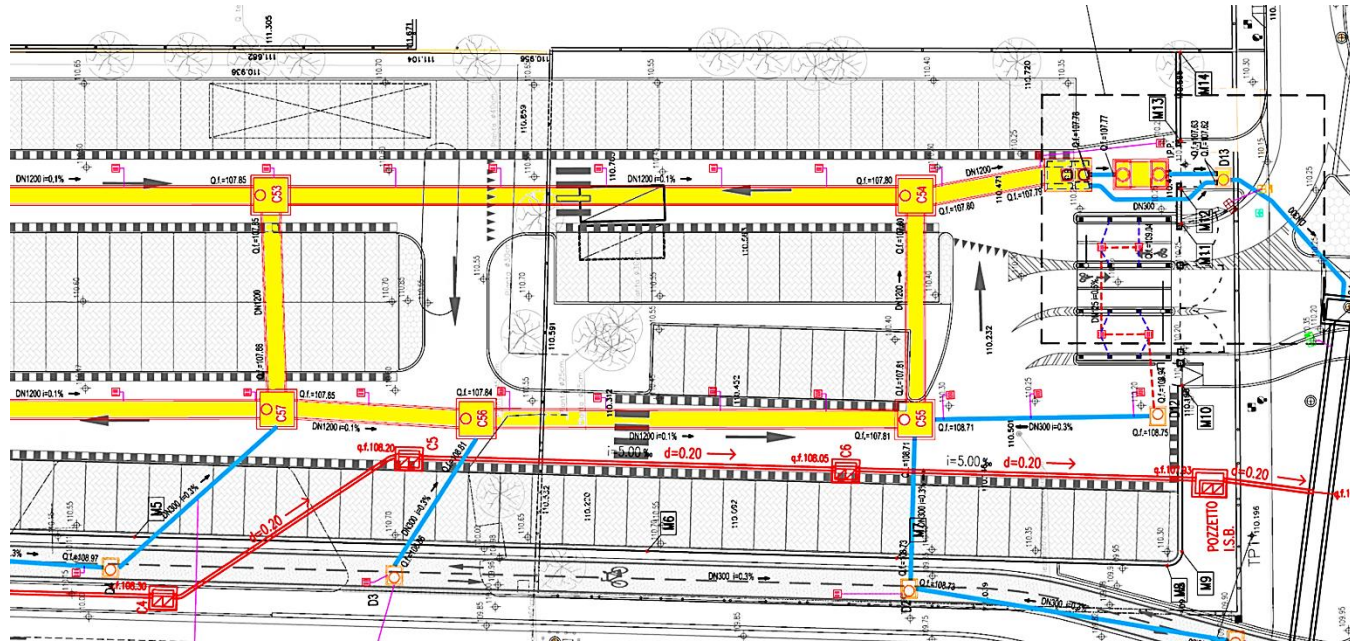
PARCHEGGI A RASO

Negli ultimi 20 anni nei progetti di viabilità di MM gran parte dei parcheggi a raso sono stati realizzati **sistemi di invaso** e laminazione delle acque meteoriche costituiti prevalentemente da «**big pipe**» **con strozzatura**:

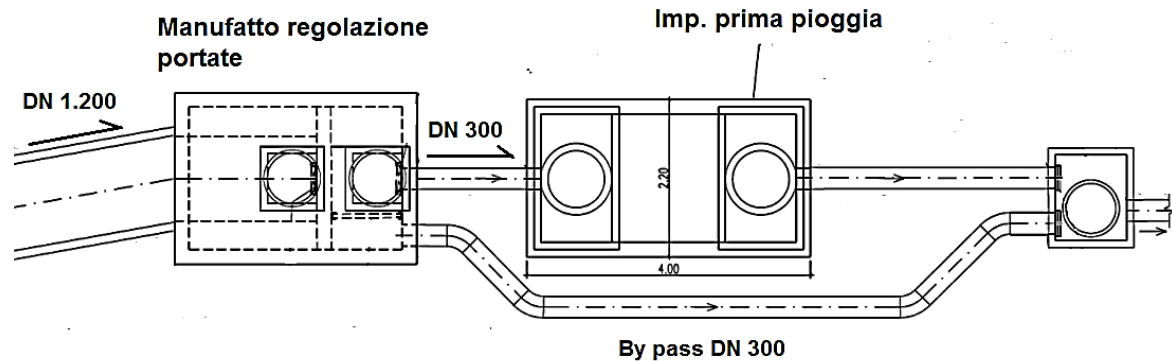
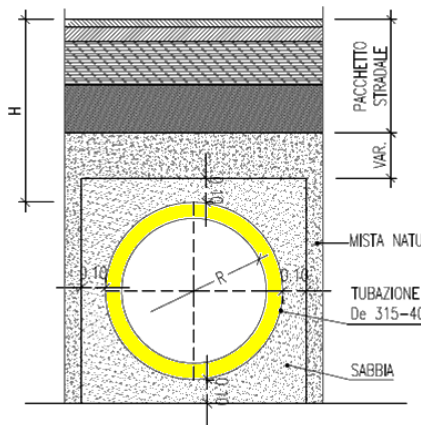
- **San Leonardo M1 a Milano**
- **Parcheggio a raso via Eritrea – strada del Parco – Quarto Oggiaro**
- **Strada Interquartiere via Eritrea – via Bovisasca**
- **Penetrazione urbana Paullese – lotto 4**
- **Viabilità Cascina Gobba**
- **Viabilità Fiera Portello**
- **Expo**



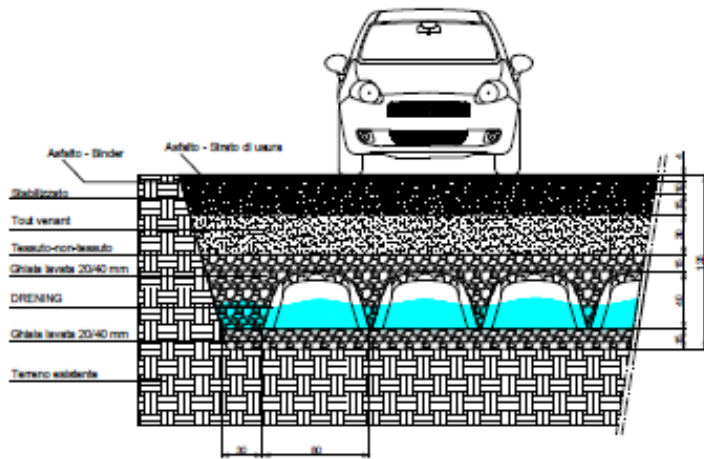
Parcheggio Interscambio ABBIATEGRASSO M2



**Tubazioni
DN 1200**



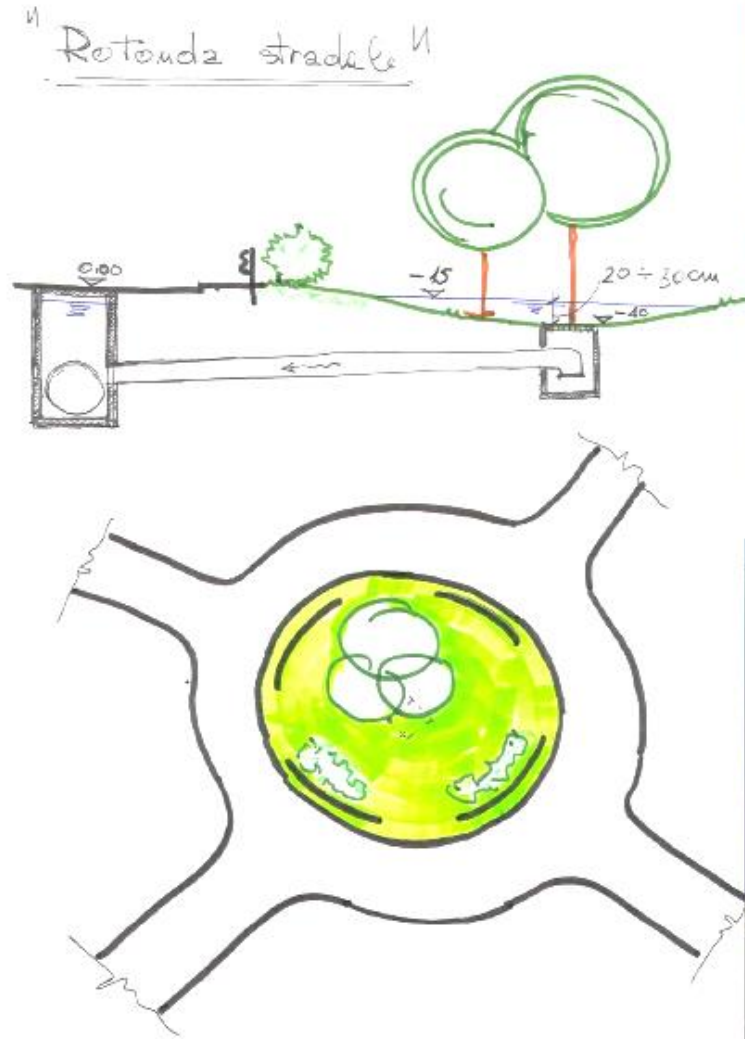
Sistemi di invasi prefabbricati



Area parcheggio con laminazione sul suolo

Da: Ing. Elvio Cangini – La laminazione delle acque meteoriche in aree urbane – Faenza 23/6/2005

Laminazione acque meteoriche stradali all'interno della rotonda



Da: Ing. Elvio Cangini – La laminazione delle acque meteoriche in aree urbane – Faenza 23/6/2005

APPLICAZIONE DELLA L.R. 4/2016: Prospettive

In passato:

- gli interventi di contenimento delle portate meteoriche è avvenuto quasi esclusivamente nell'ambito di infrastrutture pubbliche gestite dai Comune o dai Gestori del Servizio Idrico Integrato;
- difficoltà di imporre la realizzazione di sistemi di drenaggio adeguati a valle della definizione e della pianificazione dell'intervento edilizio o urbanistico.

Il **recepimento del regolamento regionale** per l'invarianza idraulica e idrologica nel **regolamento edilizio comunale** consentirà:

- **limitare gli afflussi meteorici all'origine**, all'interno degli stessi insediamenti;
- applicare i criteri di invarianza **già in fase progettuale**;
- **definizione delle misure di compensazione** atte a contenere i maggiori volumi delle meteoriche e le infrastrutture necessarie.

SOLUZIONI POSSIBILI:

- **la riduzione delle superfici impermeabili** (*limitazione delle superfici pavimentate e utilizzo di pavimentazioni permeabili*);
- **il contenimento dei deflussi di acque meteoriche** (*tetti verdi*);
- **la realizzazione di sistemi di Infiltrazione** dove possibile in relazione alla permeabilità dei suoli, alla protezione delle falde e alla presenza di infrastrutture sotterranee (*trincee e fossi di infiltrazione, bacini di infiltrazione ecc.*);
- **la laminazione delle acque meteoriche all'interno di invasi superficiali e sotterranei.**
- **riutilizzo delle acque meteoriche, consentendo un risparmio d'acqua potabile pregiata**



ATM – Viale Sarca



Bosco verticale Milano



Environment Park di Torino

Berlino, Potsdamer Platz



Berlino – Postdamer Platz – Vasca di accumulo e volano per acque di pioggia

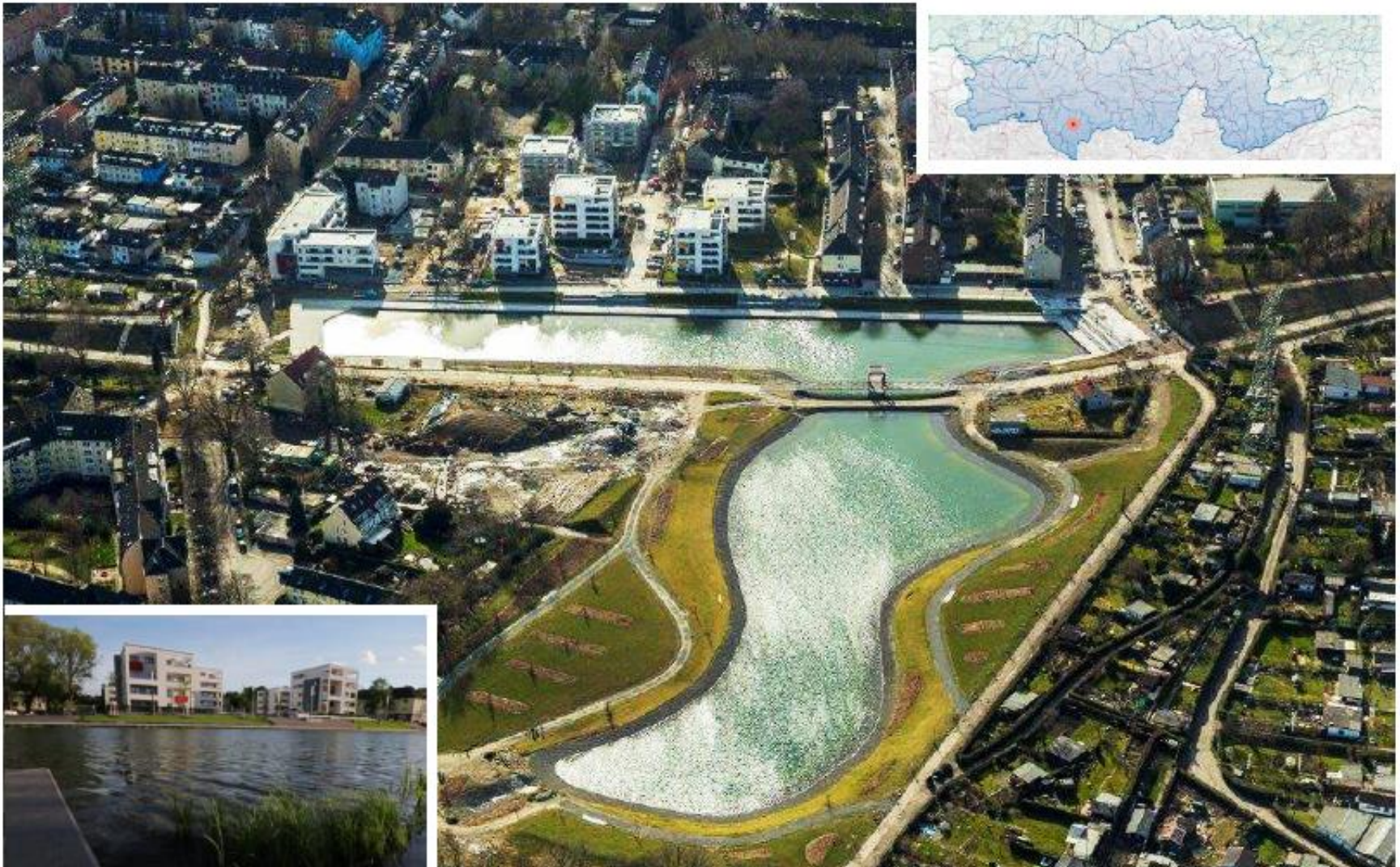
Berlino, Potsdamer Platz

Funzionamento del sistema:

- tutti gli edifici sono dotati di tetti verdi;
- le acque meteoriche scolanti dai tetti verdi sono filtrate e purificate attraverso un sistema di fitodepurazione prima di essere immagazzinata in cisterne sotterranee;
- mediante un sistema di sollevamento e distribuzione, si alimentano le fontane pubbliche e gli scarichi dei wc dell'area commerciale;
- nei periodi di pioggia intensi le acque in eccesso possono essere pompate dalle cisterne di accumulo verso tre bacini d'acqua;
- Successivamente le acque in esubero vengono rilasciate in modo graduale nel vicino Landwehrkanal

Artificial lake „Niederfeldsee“ in Essen

Project „Future Contract on Rainwater“



Esempio di piazze d'acqua in Danimarca



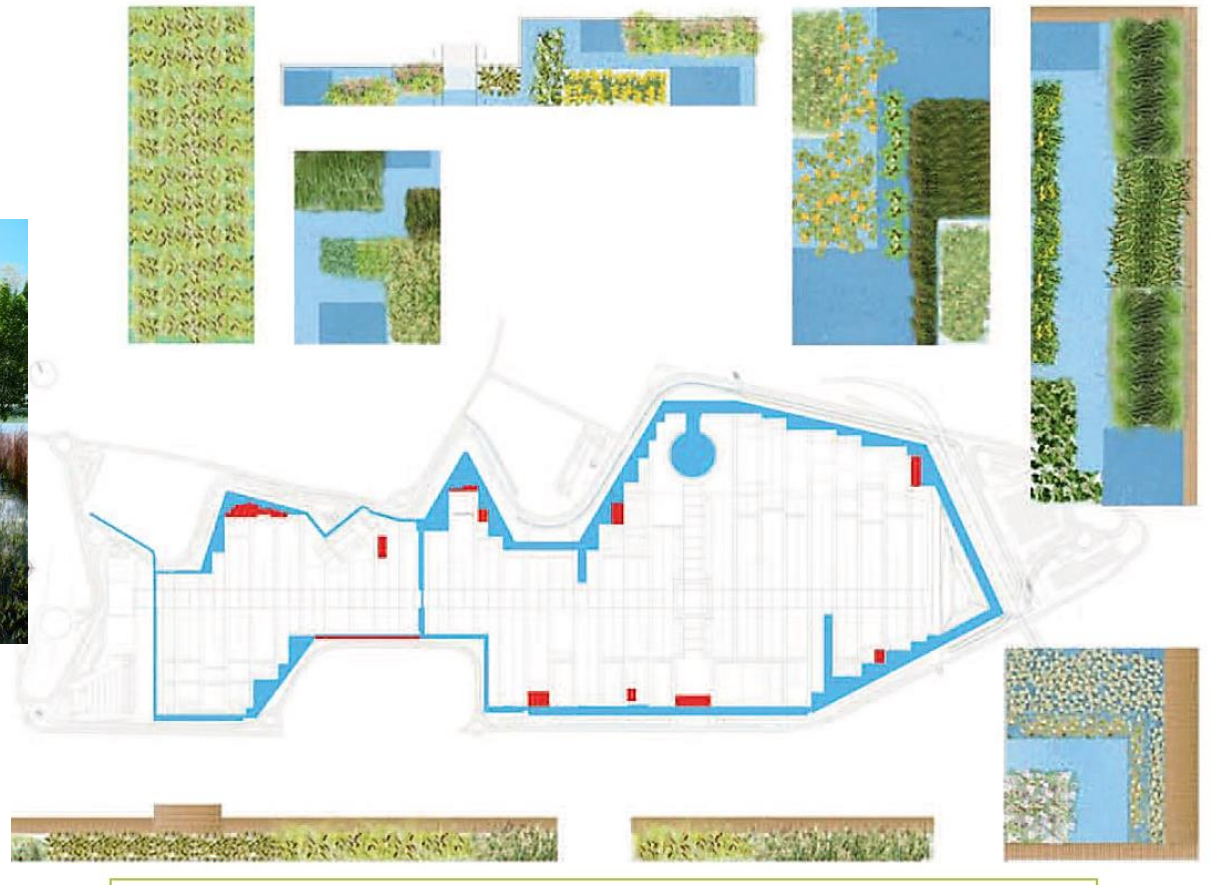
The watersquare basins after a cloudburst

Are verdi e trincee di infiltrazione a Lione



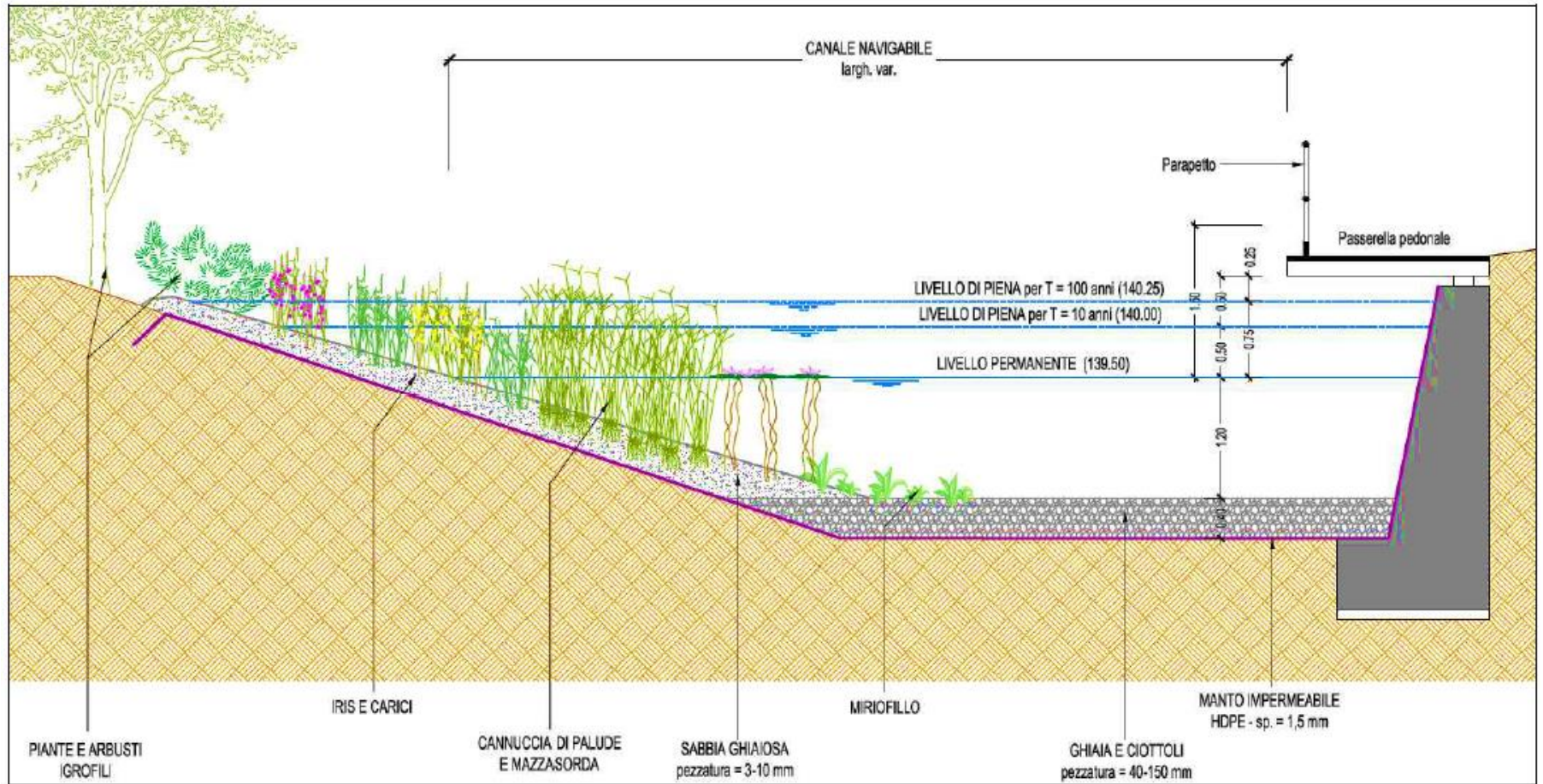
Simple and discreet techniques of vegetated ditches and infiltration trenches together with planted beds to manage runoff from roads and pavements

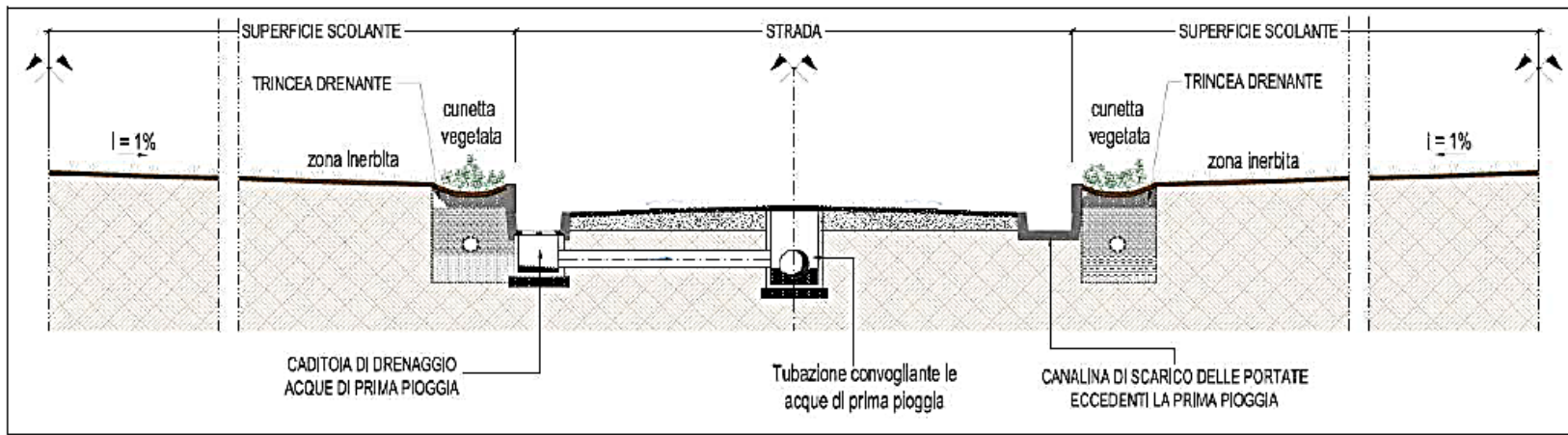
Expo 2015



Raccolta e depurazione delle acque meteoriche di prima pioggia in vasche di fitodepurazione (11 vasche - 8500 m³) prima dell'immissione nel canale perimetrale e il **riuso irriguo**.

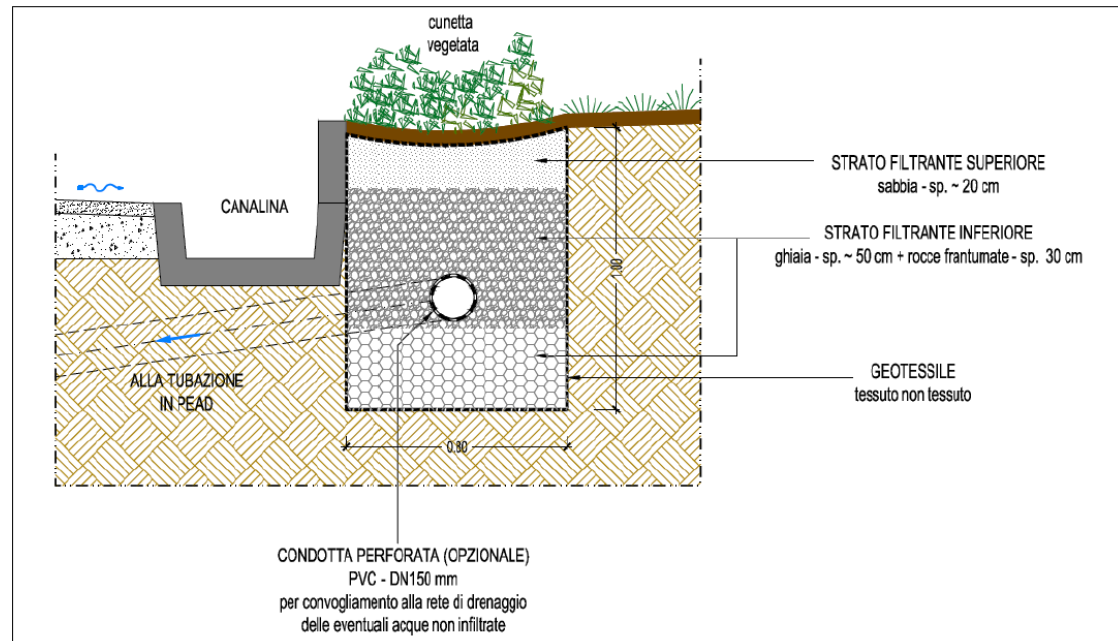
Laminazione delle piene all'interno del canale (Trit = 10 ÷ 100 anni)





Trincee drenanti vegetate per la raccolta delle acque stradali all'interno del sito

Particolare trincea drenante accoppiata ad un rinverdimento superficiale





GRAZIE PER L'ATTENZIONE

maurizio.brown@libero.it