

Politecnico di Milano
Dipartimento di Scienza e Tecnologia dell'Ambiente Costruito (BEST)

Universitat Politècnica de Catalunya
Dipartimento di Construcció I

Doppio dottorato Politecnico di Milano e Universitat Politècnica de Catalunya
Tecnologia e Progetto per l'Ambiente Costruito e Sostenibilitat

Tesi di dottorato di ricerca

Sopravvivere alla città.

Valutare il neoecosistema resiliente nella relazione tra l'acqua e la forma urbana

Dottoranda
Giovanna Saporiti

Coordinatore
prof.ssa Anna Mangiarotti

Relatori
prof. Gianni Scudo
prof. Albert Cuchí

Tutor
prof. Gianni Scudo

Ai miei Saporiti- Di Bella, Onida e Zapata y, por supesto, a mi Girón

INDICE

PARTE I: Il contesto dell'approfondimento

1	Introduzione	5
	Obiettivo generale	5
	Struttura della ricerca	6
2	Il contesto della ricerca	7
2.1	Lo sviluppo (in)sostenibile	7
2.2	Il dibattito sulla definizione di città e la sua evoluzione	9
2.3	Un passo oltre la sostenibilità: il dibattito sulla definizione del concetto di resilienza	18
2.3.1	Dal concetto di sostenibilità forte a quello di resilienza	18
2.3.2	Definizione della scala d'interesse	20
3	Strategia della ricerca: critica della valutazione della resilienza urbana	23
3.1	Dalla valutazione dell'ecosistema naturale a quella del neoecosistema resiliente	23
3.2	Il ruolo della resilienza nella valutazione della forma urbana: analisi del ciclo dell'acqua	27

PARTE II. Definizione della metodologia utilizzata.

1	Approccio qualitativo	29
1.1	Barcellona: Acqua potabile - Acqua e agricoltura - Acqua ed energia - Acqua e società	29
1.2	Le crisi dell'acqua	33
1.3	L'evoluzione della relazione tra l'acqua e la forma urbana e la crisi attuale di sostenibilità	33
1.4	La formulazione di un modello teorico	36
2	Approccio quantitativo	39
2.1	individuazione dei parametri utili a descrivere la relazione tra forma urbana e capacità resiliente	39
2.2	Analisi dei casi rappresentativi di valutazione della sostenibilità e della resilienza rispetto alla forma urbana	40
2.3	Individuazione del gruppo di indicatori	43
2.3.1	La diversità ambientale e sociale come valutazione dell'identità territorio/individuo	44
2.3.2	L'individuo e la società	46
2.3.3	Il metabolismo urbano	48
2.4	Sintesi dei risultati: il caso studio di Barcelona	49
3	Conclusioni	53

PARTE III: Linee guida per la resilienza. L'acqua e la forma urbana.

1	La lettura dell'evoluzione della città rispetto alla sua idrografia	55
1.1	Milano in età romana	55
1.2	Milano in età medioevale	63
1.3	Milano pre-industriale	69
1.4	La crisi del modello organico avanzato: crisi industriale	83
1.5	Milano e l'età moderna.	84
1.6	La crisi del modello industriale contemporaneo: crisi ecologica	95
2	Analisi dei progetti attuali	97
2.1	NIL Nuclei di Identità Locale	97
2.2	Expo 2015	100
2.3	Riapertura Navigli	102
2.4	Rivitalizzazione del Parco Agricolo Sud e del Parco della Vettabbia	106
2.5	Rischi idrici del fiumi Lambro, Seveso e Olona	111
3	Conclusioni	114
	ALLEGATO 1: Le popolazioni in Transizione: l'esperienza spagnola	117
	ALLEGATO 2: Schede dei progetti attuali di Milano	
	a. NIL Nuclei di identità locale	123
	b. Expo 2015	125
	c. Riapertura dei Navigli	127
	d. Progetto Agricolo urbano della Valle della Vettabbia	129
	e. Lambro- Seveso- Olona. Moduli di ricerca per il 1999- 2000	131
4	Bibliografia di riferimento	133

«No te rindas, por favor no cedas,
Aunque el frío queme,
Aunque el miedo muerda,
Aunque el sol se esconda,
Y se calle el viento,
Aún hay fuego en tu alma
Aún hay vida en tus sueños.»
No te rindas Mario Benedetti

PARTE I: Il contesto dell'approfondimento

1 Introduzione

Lo scopo della ricerca è di apportare materiale rilevante per la definizione di un modello teorico di neoecosistema resiliente. Individuando gli elementi, i caratteri e le dinamiche che concorrono ad aumentare la capacità adattiva e di trasformazione degli ecosistemi urbani, nella loro evoluzione pre e post trauma, sarà possibile elaborare uno strumento di progetto di proposte urbane resilienti. La ricerca si focalizza sul ciclo dell'acqua, fondamentale per la sua stretta relazione con la morfologia del sistema urbano, con il medio ambiente e con il territorio. L'ipotesi è di comprendere la relazione tra l'acqua e la forma urbana nella loro evoluzione dalla città tradizionale, pre-industriale, a quella moderna post-industriale. Il punto di partenza sarà definire la resilienza, come capacità tipica degli ecosistemi naturali (autosufficienti e con un'alta qualità) e dipendente dal trauma a cui viene sottoposto, negli ecosistemi urbani antropizzati. Si analizzerà la relazione tra l'insostenibilità dei neoecosistemi contemporanei e la loro dimensione, partendo dalla stessa definizione di neoecosistema che sottintende una complessità e ricchezza del sistema urbano, rispetto alla capacità di autosostentarsi. A oggi, infatti, il problema dell'insostenibilità porta con sé la necessità di superare il modello di sviluppo sostenibile urbano che ha come obiettivo il mantenimento per le generazioni future delle risorse a disposizione.

Il tentativo è quello di proporre un cambio di prospettiva che consideri la possibilità del sistema di adattarsi e modificarsi in seguito a una minaccia ambientale, sociale e/o economica. Partendo, quindi, dall'analisi dell'evoluzione della forma urbana rispetto alla sua relazione con l'acqua, verrà definito un modello qualitativo teorico di città resiliente, la città tradizionale. Questo consentirà di esplicitare con chiarezza quali siano i caratteri specifici della resilienza rispetto alla crisi di sostenibilità che stanno vivendo le città contemporanee.

Obiettivo generale

La ricerca dottorale si propone di definire uno strumento per la trasformazione resiliente dei neoecosistemi contemporanei. Uno strumento che consenta di intervenire sulla città come espressione della relazione tra le persone che vi abitano e il territorio e, quindi, della forma urbana che è il risultato di questa dinamica.

Individuando nella città tradizionale un modello di organizzazione urbana resiliente, sarà possibile analizzarne l'evoluzione per comprendere quali sono gli elementi di resilienza e come si sono modificati, prima con la crisi industriale e poi con quella attuale di sostenibilità.

È necessario, quindi, porre l'attenzione sullo sviluppo storico dell'urbanismo e dell'importanza del concetto di sostenibilità e, allo stesso tempo, considerare il passato come risorsa per pensare a un nuovo modello urbano: resiliente. Al modello della città macchina basato sull'efficienza, si contrappone la sufficienza tipica dell'organismo vivente. Sachs parla di sufficienza come «giusta misura» (Sachs, 2007) che significa organizzare e gestire le interazioni tra gli elementi del sistema in modo che non si crei un peso eccessivo sull'ambiente.

Attuando sull'idrografia urbana e specialmente sulla sua relazione con la morfologia della città e del territorio circostante, sarà possibile incidere su due flussi fondamentali della città: l'acqua e la materia organica. Infatti, gli stessi, tradizionalmente, erano, insieme alle condizioni geologiche, gli elementi che caratterizzavano la forma urbana e la sua relazione con il metabolismo dell'insediamento. Il modello attuale, è ormai riflesso del modello produttivo globalizzato e ha perso quasi completamente i segni di questa relazione fondamentale.

Si delineano, quindi, tre obiettivi specifici dell'approfondimento:

OS1. Opportunità di utilizzare tutti i componenti dell'idrografia urbana che a oggi non hanno una funzione nel metabolismo urbano, risultando, quindi, disarticolati dai sistemi che la governano. Non si cerca, quindi, una proposta per una nuova idrografia, ma piuttosto una proposta che parta dall'idrografia per arrivare a una trasformazione urbana sostenibilista che includa tanto il flusso idrico quanto quello della materia organica.

OS2. Reinterpretare la relazione tra il neoeosistema e il suo intorno naturale, sulla quale si basava il modello tradizionale. Attraverso il recupero dell'idrografia a scala urbana e territoriale e degli spazi e attività relazionati, quali parchi urbani e sub-urbani, orti, campi coltivati, fontanili, depuratori, centrali idroelettriche, il trasporto fluviale la pesca etc. L'idrografia e gli spazi relazionati diventano, quindi, strumenti per la gestione del metabolismo urbano, più che per il suo adeguamento formale o la sua continuità.

OS3. Superare la contrapposizione tra "naturale" e "artificiale" come definizione positiva o negativa dei caratteri che compongono il neoeosistema. Il capitale naturale deve essere preservato di fronte a un metabolismo che cresce cercando di identificare gli spazi urbani e territoriali come spazi identitari, trasformando gli stessi in luoghi da preservare. Il punto di cambiamento è capire e analizzare come l'idrografia urbana possa recuperare il proprio ruolo all'interno del metabolismo urbano, riproponendosi come una nuova presenza urbana, capace di definire l'assetto e le attività della stessa.

Struttura della ricerca

La ricerca si struttura in tre parti: il contesto dell'approfondimento, la definizione della metodologia utilizzata e l'applicazione dello strumento di analisi proposto nel caso studio di Milano.

Nella prima parte si propone lo stato dell'arte delle problematiche approfondite nella ricerca, legate alla resilienza e alla qualità urbana. Pertanto, si mette in evidenza il dibattito sulla definizione di città, dal modello sistemico a quello ecologico, e sullo sviluppo della stessa negli ultimi decenni. Parallelamente si approfondisce il concetto di resilienza urbana, rispetto alle differenti discipline che se ne occupano sino ad arrivare all'applicazione dello stesso nell'ambito della pianificazione. Viene, quindi, approfondito il ruolo della resilienza nella valutazione della qualità urbana, partendo dalla definizione dei caratteri descrittivi specifici della stessa. In tal senso si sottolinea il perché sia necessario passare dal concetto di sostenibilità a quello di resilienza, evidenziando l'importanza di considerare non solo la capacità di un neoeosistema di mantenere e preservare il proprio capitale naturale e sociale, ma anche di modificarlo nel caso alcuni elementi dello stesso vengano meno. Elemento fondamentale nello sviluppo di questa prima parte della ricerca è la definizione della scala di azione che necessita questo cambio di paradigma: la scala locale.

Terminato il contesto scientifico di riferimento, si è passati alla definizione della metodologia utilizzata. Per una valutazione tanto quantitativa, quanto qualitativa è necessario definire un modello di riferimento teorico che consenta di verificare l'idoneità dell'approccio utilizzato. Di fatto il problema emerso nell'ipotesi iniziale di utilizzare un approccio metodologico strettamente quantitativo è stata la necessità di incontrare un modello di riferimento matematico di città resiliente rispetto al quale poter valutare i risultati degli indicatori quantitativi. I risultati emersi dal gruppo di indicatori approfondito con l'*Agencia de Ecologia Urbana de Barcelona*, propone una lettura parziale del problema, in quanto consente di valutare solo alcuni aspetti descrittivi di sostenibilità. La linea di sviluppo della ricerca si è, quindi, diretta verso l'approfondendo qualitativo del problema del ciclo dell'acqua e delle sue molteplici funzioni urbane, in relazione all'evoluzione della forma e della qualità urbana. Tale analisi permette di evidenziare quali sono le ripercussioni che, prima la crisi industriale, e poi la crisi attuale di sostenibilità hanno avuto sulla forma urbana. Viene quindi, definito il modello teorico di neoeosistema resiliente, focalizzato nel rapporto tra la forma urbana e l'acqua.

Nella terza parte si propone l'applicazione dello strumento di analisi proposto nel caso studio della città di Milano. Viene analizzata l'evoluzione dell'idrografia e della forma urbana passando per la crisi industriale e quella attuale di sostenibilità. Partendo poi dall'approfondimento dei progetti attuali che vedono involucrata la città lombarda, si propone un'analisi delle potenzialità e degli ambiti implementabili, per la definizione delle linee guida applicabili nel caso studio di riferimento.

2 Il contesto della ricerca

2.1 Lo sviluppo (in)sostenibile

L'approfondimento si pone all'interno del dibattito dello "sviluppo urbano insostenibile", che ha portato con sé alcune problematiche legate a un'occupazione di suolo rilevante, una voracità energetica, la concentrazione di agenti inquinanti e il consumo di risorse non rinnovabili. Le città contemporanee sono caratterizzate, infatti, da un'impronta ecologica molto elevata e da una crescita esponenziale della vulnerabilità di alcuni gruppi sociali (bambini, anziani...), relazionata all'aumento della povertà e da una vulnerabilità ambientale, legata alle conseguenze, appunto, del cambiamento climatico.

Cerchiamo, quindi, di mettere in evidenza i caratteri essenziali della discussione attuale sullo sviluppo (in)sostenibile che caratterizza le città contemporanee.

Partendo dalla definizione che compare nel *rapporto Brundtland*, «lo sviluppo sostenibile è uno sviluppo che soddisfi i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri» (WCED, 1987). È nel 1987, quindi, che la Commissione Mondiale sull'ambiente e lo sviluppo introduce questo concetto, sottolineando come il problema debba essere focalizzato nella stretta relazione tra la qualità ambientale, il mantenimento delle risorse naturali e il benessere delle persone. Di fatto, la relazione tra l'ambito sociale e ambientale viene esplicitata nello stesso rapporto che afferma: «[...] un mondo in cui la povertà sia endemica sarà sempre esposto a catastrofi ecologiche d'altro genere» (WCED, 1987). Nel 2001 l'UNESCO, nella *Dichiarazione Universale sulla Diversità Culturale*, esplicita come, essendo «[...] fonte di scambi, d'innovazione e creatività, la diversità culturale è, per il genere umano, necessaria quanto la biodiversità per qualsiasi forma di vita» (UNESCO, 2001). Questo passaggio dà ricchezza alla definizione di sviluppo sostenibile, dichiarando come non sia sufficiente preservare il capitale naturale che ci circonda, ma sia necessario tutelare anche il capitale sociale, che di fatto, determina i caratteri intrinseci delle città che viviamo. Per questo, se si pensa a un progetto di miglioramento delle condizioni urbane bisogna considerare che «la biodiversità culturale [...] è una delle fonti di sviluppo, inteso non soltanto in termini di crescita economica, ma anche [...] possibilità d'accesso a un'esistenza intellettuale, affettiva, morale e spirituale soddisfacente» (UNESCO, 2001).

Possiamo, quindi, parlare davvero di 'sviluppo sostenibile' o la stessa definizione di sviluppo è in antitesi con quella di sostenibilità?

Se com'è comune pensare lo sviluppo è direttamente proporzionale all'innovazione, allora le città con un numero elevati di brevetti, sono quelle più sviluppate o sono esse stesse motore di sviluppo? Lo sviluppo è solo un prodotto? Si parla, quindi, di innovazione di prodotto oppure è un'innovazione, uno sviluppo di sistema e quindi del processo? La città come motore di sviluppo per se stessa o per chi o cosa? Sviluppo come crescita autoreferenziale? E poi crescita economica illimitata o decrescita e benessere?

Come affermava Pasolini in alcuni passaggi degli *Scritti corsari*: «Ci sono due parole che ritornano frequentemente nei nostri discorsi: anzi, sono le parole chiave dei nostri discorsi. Queste due parole sono «sviluppo» e «progresso». Sono due sinonimi? O, se non sono due sinonimi, indicano due momenti diversi di uno stesso fenomeno? Oppure indicano due fenomeni diversi che però si integrano necessariamente fra di loro? Oppure, ancora, indicano due fenomeni solo parzialmente analoghi e sincronici? Infine; indicano due fenomeni «opposti» fra di loro, che solo apparentemente coincidono e si integrano? Bisogna assolutamente chiarire il senso di queste due parole e il loro rapporto, se vogliamo capirci in una discussione che riguarda molto da vicino la nostra vita anche quotidiana e fisica. [...] Qual è stata la parole d'ordine di Lenin appena vinta la Rivoluzione? È stata una parola d'ordine invitante all'immediato e grandioso «sviluppo» di un paese sottosviluppato. Soviet e industria elettrica... Vinta la grande lotta di classe per il «progresso» adesso bisognava vincere una lotta, forse più grigia ma certo non meno grandiosa, per lo «sviluppo». Specifica, infatti, come «il progresso sia una nozione ideale (sociale e politica), là dove lo sviluppo sia un fatto pragmatico ed economico» (Pasolini, 2008).

Vero è che il progresso, in una società basata sul mercato, non può esserci se non si creano le premesse economiche, ma molto più importante è comprendere che rimane solo un'illusione pensare che uno sviluppo materiale possa costruire le fondamenta necessarie per l'avvio del progresso. Qualsiasi tipo di innovazione, infatti, inizia con una spinta dinamica, ma può crescere come oggetto autoreferenziale, in grado di produrre solo sviluppo, oppure può cercare di evolvere, impiegando nuovi approcci e componenti. In quest'analisi lo sviluppo rappresenta l'arenarsi per raggiungere un prodotto, situazione conseguente alla visione meccanicista che ha accompagnato i nostri nonni durante la crescita. Quali sono, quindi, i fattori che producono innovazione?

Nella ricerca pubblicata nel 2008 sugli *Annali dell'associazione dei geografi americani*, Brian Knudsen, Richard Florida, Gary Gates e Kevin Stolarick mettono in relazione la densità di popolazione a livello metropolitano e gli effetti positivi

del capitale umano sull'innovazione, dimostrando che alte densità di capitale umano promuovono l'innovazione. Questo approccio prende in analisi l'effetto della densità di capitale creativo «[...] poiché l'innovazione è un atto prettamente creativo e conseguibile non solo da coloro che raggiungono un certo livello di istruzione, noi riteniamo che il capitale creativo offra più precisione dell'utilizzo di indicatori del capitale umani basate sul livello di istruzione» (Knudsen, Florida, Gates e Stolarick, 2008)

Il punto chiave è considerare l'innovazione e la crescita né esclusivamente come istituzionali né legate all'attività delle imprese, ipotizzando quindi che l'alta densità di capitale creativo conduca e realizzi frequenti interazioni faccia a faccia, agevolando le esternalità e le contaminazioni creative e le conseguenti innovazioni.

La conclusione di questo studio è che si può parlare di innovazione quando una persona che possiede creatività unisce la propria esperienza a osservazioni apprese attraverso contaminazioni con la comunità a cui appartiene. Ritengono, infatti, che le «esternalità creative» siano in parte originate dalle frequenti interazioni e comunicazioni tra individui e tali interazioni siano rese più frequenti dalla densità della popolazione. (Knudsen, Florida, Gates e Stolarick, 2008)

Il problema è che il concetto di sviluppo viene considerato dalla maggior parte degli economisti un processo intrinseco della storia nella quale si manifesta con leggi precise. Questo approccio non considera veramente le particolarità locali, che assumono, quindi un ruolo di modulatore della sua realizzazione. (Becattini, 2001) Conseguenza è uno scenario in cui alcuni paesi dominavano questo processo di sviluppo e industrializzazione, mentre gli altri seguono semplicemente, arrancando, creando la distinzione tra pesi sviluppati e in via di sviluppo o arretrati. I primi sono paesi all'avanguardia da un punto di vista della produzione e delle ricerche tecnologiche a livello globale, mentre i secondi, invece, riescono ancora a mantenere un rapporto con l'artigianato e l'agricoltura locale, cioè, con la propria tradizione. Il problema quindi dell'insostenibilità delle nostre città si racchiude in questa definizione di sviluppo che perde man mano il rapporto con il territorio, con la cultura, la storia e le arti locali.

Tale visione, però, può essere ampliata considerando non solo l'oggetto che abbiamo bisogno di produrre, ma anche le persone che interagiranno con esso e, quindi, lo sviluppo si pone a una scala di processo e non solo di prodotto. Per raggiungere, infatti, un equilibrio entropico tra le città e il loro territorio, è necessario abbandonare la prospettiva di sviluppo, come accrescimento, incremento, ma accettare di far parte di un processo ampio e complesso e che la vera innovazione non può che cercare di dare forza a questo processo, né imponendosi a esso, né cercando di imitarlo. Un primo passo essenziale, è focalizzare l'attenzione sul territorio, riducendo la scala d'interesse. Il territorio, infatti, è un luogo fisico in cui possiamo leggere le tracce della cultura e dei caratteri delle comunità che lo abitano. Pertanto, partendo dalle connessioni tra gli individui, i gruppi sociali e le istituzioni è possibile far emergere l'unicità dei luoghi e fornire risposte concrete alle problematiche che si presentano.

In questa direzione si è mossa la pubblicazione *I nuovi limiti dello sviluppo* del 2004, che, per la prima volta, inquadra il problema dello sviluppo sostenibile nei processi di percezione, condivisione, moderazione e perequazione in grado di garantire un uso strategicamente efficiente delle risorse, avvicinandosi così alle posizioni dell'ambientalismo localista non istituzionale (decrecita e sostenibilità sociale). Viene sottolineato come nei 30 anni che passarono da una pubblicazione all'altra¹ fosse stato fatto poco per diminuire il peso che l'ecosistema urbano ha sul pianeta e per diffondere la consapevolezza complessiva della situazione della crisi e dell'urgenza di agire. Pertanto, vengono proposte azioni concrete, focalizzate in cinque temi fondamentali:

- Rallentare la crescita della popolazione e del capitale.
- Ridurre i flussi di materiali ed energia, aumentando l'efficienza del capitale naturale (dematerializzazione, equità, stili di vita).
- Salvaguardare e ripristinare fonti e serbatoi.
- Migliorare i segnali tra economia di crescita e i limiti fisici per accelerare le azioni a medio lungo termine.
- Prevenire e risanare l'erosione delle risorse.

I nuovi scenari introdotti sono più facilmente comunicabili perché al tenore materiale di vita e alle simulazioni relative allo stato del mondo viene affiancata la simulazione con l'indice di benessere umano e l'impronta ecologica, entrambi molto studiati e utilizzati. In quest'ottica risulta interessante (e quasi indispensabile) un tentativo di lettura delle dinamiche dei contesti urbani. Ci troviamo di fronte a un'era urbanizzata, la popolazione umana è quasi raddoppiata dal 1930 al 2000 e si prevede che raddoppierà nuovamente entro il 2050, allo stesso modo che ci si aspetta il declino della popolazione rurale. Inoltre alcuni studi dimostrano che la popolazione globale continuerà a crescere per i prossimi 30 -50 anni, generando problemi legato all'uso del capitale naturale (Nazioni Unite, 2008).

¹ Si fa riferimento a *I limiti dello sviluppo*, libro pubblicato nel 1972 da Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jørgen Randers e William W. Behrens III. Venne commissionato dal Club di Roma al MIT.

Viene, poi, descritta la terza rivoluzione, quella sostenibile, che dovrebbe avere come motore lo sviluppo sostenibile degli ecosistemi urbani, capace di rispondere ai problemi delle città, legati a un uso illimitato delle risorse, alla cattiva gestione dei rifiuti, all'ingiustizia sociale ed economica e al degrado climatico e ambientale. Riconosciuta la relazione tra le azioni umane e la biosfera, si pretende arrivare a uno stato d'equilibrio tra gli attori coinvolti: il capitale naturale e il capitale sociale.

Se ripercorriamo l'evoluzione delle nostre città, ci rendiamo conto che superata la prima rivoluzione, quella agricola, con la seconda, quella industriale, sono emersi i primi conflitti, legati al lavoro, alle questioni igieniche, allo sviluppo economico, all'abbandono della campagna; più in generale alle conseguenze del rapido processo di inurbamento. Ci troviamo davanti a immagine di una società capace, grazie alle nuove tecnologie, di organizzare lo spazio fisico rispetto alle proprie esigenze, in alcuni casi, stravolgendo la relazione con l'intorno naturale. La città diventa luogo di agglomerazione e concentrazione delle attività funzionali, produttive, di nuove relazioni; il fulcro dei flussi e degli scambi economici, produttivi e sociali. Non esiste più un equilibrio tra *urbs* e *civitas*, nella città post-industriale, infatti, la *civitas* non si rapporta attivamente con l'*urbs* e perciò non soltanto non ne riceve effetti positivi, ma ha fatto perdere alla città il rapporto con il territorio. Le città contemporanee sono, infatti, sconnesse con il capitale naturale, con il loro territorio, e che presentano, quindi, un rischio ambientale e sociale alto. La vulnerabilità ambientale, infatti, non è determinata solo da pericoli e calamità biofisiche, ma anche, in modo rilevante, dal contesto sociale. Si pensi che se differenti gruppi sociali possono essere esposti a uno stesso rischio naturale, il pericolo a cui incorrono dipenderà tanto dalla conformazione fisica del luogo in cui accade l'evento, quanto e soprattutto dalle abilità e relazioni dei gruppi sociali implicati. Questo significa oltre alla conoscenza imprescindibile del territorio in cui viviamo, sarà necessario rendere solidi i rapporti tra i diversi gruppi sociali che vi abitano, in modo che siano in grado di reagire con tempestività all'evento che si presenta.

Il ruolo della città, quindi, viene letto nella sua dualità con il territorio, riconoscendo allo stesso un valore importante legato al capitale naturale, alle reti locali dei diversi soggetti che lo vivono e alle dotazioni attive e passive e alle relazioni che si instaurano tra questi tre caratteri (Dematteis, 2011). In quest'ottica la città può essere motore di una crescita e potenziamento tanto delle capacità individuali quanto delle dinamiche sociali, economiche e ambientali che sono legate ai flussi che caratterizzano la città stessa. Tutto questo in un luogo salubre e sostenibile, in cui le aree urbane siano legate al proprio territorio, ricucendo i diversi tessuti della città alla campagna stessa; un luogo con un alto livello di qualità e una stabilità ecologica dinamica, minimizzando l'impronta ecologica (biofisica) e massimizzare il potenziale umano (ecologia umana).

2.2 Il dibattito sulla definizione di città e la sua evoluzione

Parlare di resilienza urbana necessita una posizione chiara sulla definizione stessa di città. La vasta letteratura in merito sviscera il problema in diverse direzioni e le tre proposte da Lynch danno una visione precisa delle tendenze: *cosmogonica*, quando il cosmo è metafora della stessa forma urbana, *macchinista*, quando la metafora è la macchina e *organicista*, quando si pensa alla città come organismo vivente.

La prima ha un forte legame con il passato, quando si considerava che la città dovesse essere immagine e copia dell'universo e si cercavano luoghi con caratteristiche particolari. Gli stessi materiali erano selezionati in modo molto accurato. A proposito dice Lynch: «attraverso il mito si forniva una spiegazione della formazione della città, dimostrando perché funziona in quel particolare modo e che cosa c'era di sbagliato. [...] Si trattava di teorie della città complete, funzionali e normative insieme» (Lynch, 2008). Questa immagine affascinante della città, seppur superata dall'approccio razionalista moderno, come sottolinea lo stesso Lynch, mantiene un potere psicologico sui cittadini, in quanto queste forme simboliche che sostituiscono la città «sono seducenti [...] perché parlano al profondo senso di inquietudine delle persone [...] cosicché possono essere usate per esprimere l'orgoglio e l'attaccamento a una comunità, per stabilire delle relazioni tra le persone e la comunità stessa» (Lynch, 2008).

Accanto a questa metafora incontriamo quella della macchina, che nacque parallelamente alla prima per descrivere gli insediamenti provvisori o che necessitavano una rapida costruzione. Lynch, infatti, parla di un vero e proprio «manuale di tipo pratico» (Lynch, 2008), che non implica una pura applicazione di un determinato schema, ma un modo di concepire la città come un insieme di componenti, con diverse funzioni, anticipando i nostri strumenti di pianificazione urbana (regolamento edilizio, norme tecniche, piano di lottizzazione, piano di governo del territorio, ecc). Carattere fondamentale di questo modello è l'efficienza, che significa «ridurre l'uso di materiale ed energia in ogni

merce o prestazione grazie a una tecnologia e un'organizzazione ottimizzate» (Lynch, 2008). L'obiettivo è, quindi, utilizzare l'innovazione tecnologica per ottimizzare i processi e l'efficienza stessa del prodotto.

Un passo importante è stato fatto nel XVIII secolo con la nascita delle scienze biologiche che porta con sé una nuova immagine: la città come organismo. Questo approccio mette in evidenza la necessità di fare un passo ulteriore rispetto al modello della macchina. La città, infatti, è costituita da differenti elementi e dai suoi processi, come una macchina, ma l'organismo vivente non è solo questo, è un sistema complesso, dinamico, capace di modificarsi e riorganizzarsi in un modo differente da quello di partenza. Introducendo questa terza proposta, Lynch ha in mente le espansioni urbane a bassa densità, fraintendendo in parte l'idea di città come ecosistema con l'immagine bucolica delle piccole comunità immerse nel verde, ma ponendo l'accento su un punto fondamentale: la città organismo è un insediamento urbanizzato capace di autogestirsi, che ha ritrovato il suo contatto con l'ambiente naturale che la circonda. Pertanto, l'ecosistema urbano antropizzato deve essere in grado di organizzare e gestire l'interazione tra gli elementi in modo da non creare un peso eccessivo sull'ambiente.

Qualsiasi insediamento umano, in quanto costituito da flussi e relazioni tra gli abitanti e l'ambiente fisico, è assimilabile a un ecosistema nella sua definizione di unità che include tutti gli organismi che vivono insieme in una data area e interagiscono con l'ambiente fisico. Questo permette che un flusso di energia porti a una ben definita struttura biotica e a una ciclizzazione di materiali all'interno del sistema (biosistema).

Alla fine degli anni 70 del XX secolo, la visione della città come un organismo vivente inizia a mettere le sue radici nei contesti altamente urbanizzati, riconoscendone un'importante problematica legata ad una crescita rapida e senza limiti. Con la ripresa del movimento regionalista, con le nuove politiche delle case popolari, che seguono il fallimento della pianificazione post guerra e delle nuove tecnologie prefabbricate che presentano limiti nella durabilità e nella manutenibilità, si inizia a vedere con chiarezza un maggiore interesse per la riqualificazione dell'esistente. Questo significa che si richiede ai progettisti di considerare il territorio come uno degli elementi del progetto, pensare tanto all'edificio, quanto alla città, nei suoi molteplici rapporti, con il clima, con il intorno naturale, con le tecnologie e le culture locali. Viene proposto un nuovo approccio, l'approccio bioclimatico. Il tentativo è quello di introdurre una valutazione delle condizioni ambientali di un determinato luogo, che consideri la valutazione tanto delle condizioni morfologiche, quanto di quelle climatiche e delle dinamiche sociali. Un esempio interessante è il piano di ampliamento realizzato per Barcellona dall'architetto Cerdà nel 1859, nella scia dell'igienismo ottocentesco. Riprende, infatti, alcuni principi di pianificazione morfo-bioclimatica molto interessanti e innovativi. Assume la corte aperta come modello fondante dell'insediamento nella tradizione della morfologia a corte, ma ruota la quadra di 45° rispetto al Nord, in orientamento equisolare, permettendo un ottimo soleggiamento a Sud- Est e Sud- Ovest, una buona illuminazione a Nord- Est e Nord- Ovest e un'ottima ventilazione dai quadranti sud Est e Sud- Ovest.

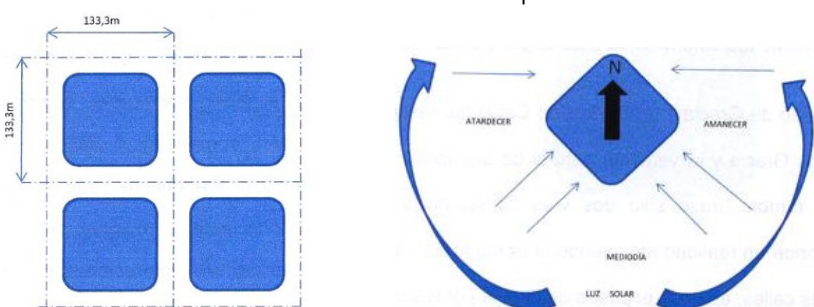


Immagine 1: I caratteri ambientali dell'Example dipendono in gran parte dall'orientamento equisolare. Fonte: Scudo, 2012

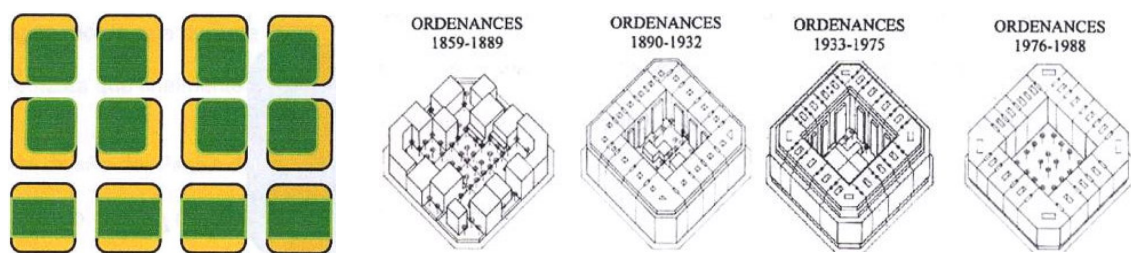


Immagine 2: Modello di aggregazione delle corti previsto da Cerdà ed evoluzione della *Manzana* dal 1859 al 1988. Fonte: Scudo, 2012

Le quadre si aggregano a quattro o in sequenza, dando origine a spazi pubblici e semi-pubblici lineari a concentrati. Il modello basato sui caratteri ambientali di accesso al sole, permeabilità al vento e alla mobilità pedonale è stato successivamente modificato, aumentando la densità fondiaria, arrivando, di fatto, sino alla chiusura quasi totale della corte e aumentando molto le altezze massime, costruendo al suo interno. Dopo la caduta della dittatura, il governo di Barcellona si è trovato davanti alla possibilità di modificare i regolamenti, riducendo la densità edificabile. Contemporaneamente ha attivato interessanti politiche e interventi di ripristino della permeabilità tra le quadre e riqualificazione degli spazi delle corti.



Immagine 3: Esempio di riqualificazione di uno spazio interstiziale con un piccolo giardino di uso pubblico. Jardin de la Torre de las aguas. Foto: Maria Molar. Fonte: Scudo, 2012

Come si vede nell'esempio di Barcellona, nel dopoguerra i grandi centri urbanizzati iniziano a risentire i risultati del processo di inurbamento rapido e senza limiti iniziato con la rivoluzione industriale. Al modello della città compatta, si contrappone quello della città diffusa, che ben presto inizia a far emergere i propri limiti.

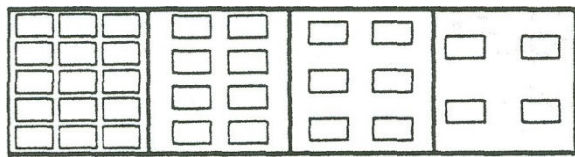
Per città compatta si intende un insediamento di densità di abitanti medio/ alta, intorno ai 250/350 abitanti/ettaro, e con una trama del tessuto continua. Mentre per città diffusa si intende un insediamento con una densità bassa, pari a circa 20/40 abitanti/ ettaro e un tessuto con trama discontinua. A parte la definizione dei modelli, riportiamo di seguito alcuni caratteri interessanti del dibattito: l'occupazione del suolo, la mobilità, gli spazi verdi e di transizione, il carattere bioclimatico degli edifici e la coesione sociale.

Partendo dall'occupazione del suolo, uno studio di Matthew Kahn, professore della University of California, pone in evidenza come in Europa le aree suburbane consumino più del doppio del suolo della città principale, lasciando margine a pochi commenti da parte dei sostenitori del modello di espansione urbana diffusa. Una conseguenza importante della minore occupazione di suolo è l'aumento della stabilità termica, cioè delle variazioni minime in inverno ed estate. Possiamo vedere che nella forma urbana dei centri storici (tipologia a corte "densa", densità fondiaria 3/4 mc/mq) è abbastanza elevata, diminuendo man mano che ci si sposta a tessuti dell'espansione ottocentesca (1.5/2 mc/mq), sino alla città giardino (0/1mc/mq). Parallelamente cresce la potenzialità di accesso alla radiazione, di illuminazione e ventilazione degli spazi pubblici (e degli edifici), diminuendo la densità.

TIPOLOGIE DI MORFOLOGIA URBANA: COMPORTAMENTO BIOCLIMATICO	
- A. Centro storico	> 3 mc/mq
- B. Espansione ottocentesca	tra 1.5 e 3 mc/mq
- C. Espansione anni '30 '80 (tipologia linea media densità)	1.5 e 1 mc/mq
- D. Urban sprawl (tipologia a padiglione bassa densità)	< 0.5 mc/mq
Aspetto che caratterizza le diverse morfologie urbane che hanno un comportamento bioclimatico molto differenziato	

Immagine 4: Schemi del comportamento bioclimatico delle diverse tipologie della morfologia urbana. Fonte: Rielaborazione propria da lavoro di Sergio Los in Scudo, 2012

MORFOLOGIA URBANA: DENSITA' E CONSUMI



I Consumi energetici per il riscaldamento (clima di Milano in kWh/mq anno)

- A 75 con S/V 0.2
- B 90 " 0.3
- C 120 " 0.5
- D 180 " 0.75

Aspetto che caratterizza il rapporto tra volume costruito e Superficie urbana fondiaria (Mc/mq)

Immagine 5: Schemi dei consumi energetici in funzione alla densità urbana. Fonte: Rielaborazione propria da lavoro di Sergio Los in Scudo, 2012

Dal punto di vista della mobilità il modello compatto è caratterizzato da una rete viaria più densa con meno strade e con dimensioni ridotte che possono creare problemi di congestione. Allo stesso modo, però, una rete viaria densa aumenta la prossimità ai servizi, alle attività e alle funzioni urbane, che unita a un'efficienza dei mezzi di trasporto pubblici e alternativi (bikesharing, carsharing, affitto biciclette, motorini...) consente una riduzione dell'uso del mezzo privato, diminuendo il problema di congestione del traffico, dell'inquinamento dell'aria e del consumo energetico dei trasporti pubblici e privati. In merito Salvador Rueda fornisce alcuni dati della città di Barcellona molto significativi per marcare la differenza tra il modello compatto e diffuso: nel primo l'accessibilità si divide in 10% mezzo privato, 40% mezzo pubblico, 10% biciclette e 40% pedone, mentre nel diffuso 80% mezzo privato, 15% mezzo pubblico, 3 % bicicletta e 2% pedone

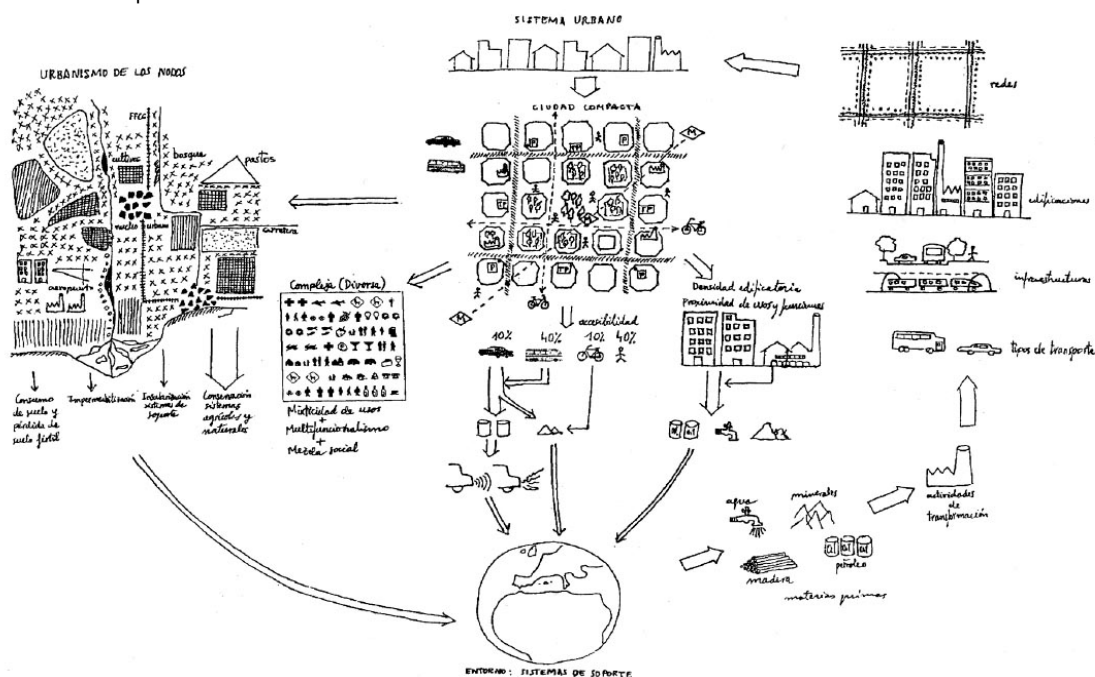


Immagine 6: Schema del modello di città compatta. Fonte: Salvador Rueda, Urbanismo Ecologico, 2012

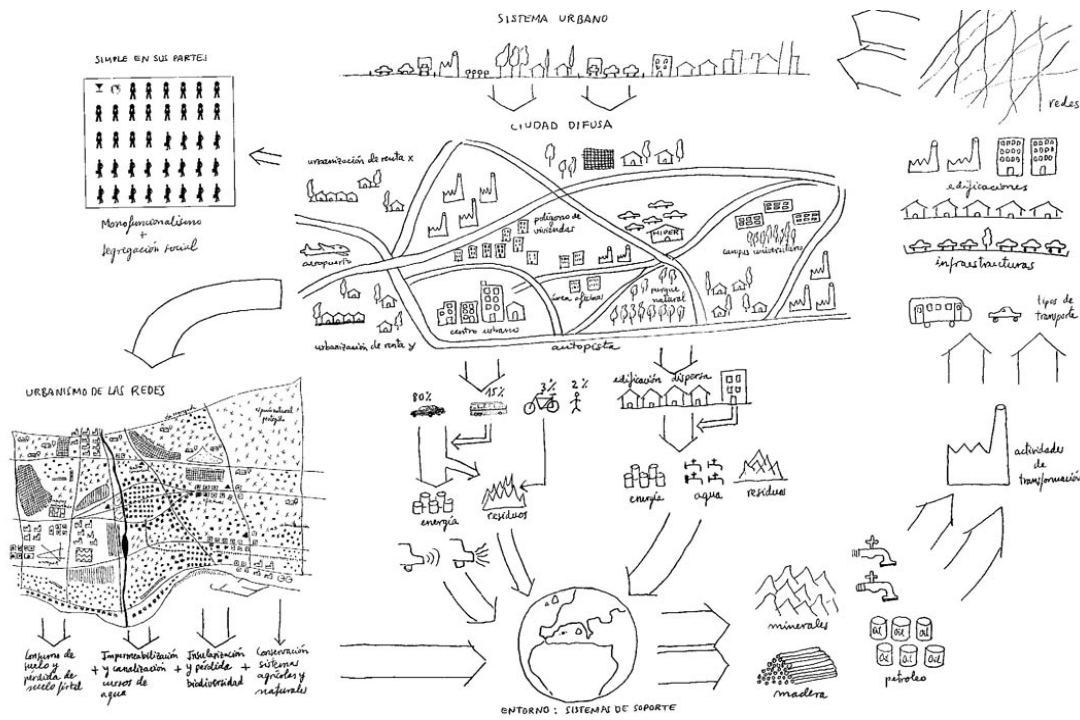


Immagine 7: Schema del modello di città diffusa. Fonte: Rueda, 2012

Inoltre da un punto di vista bioclimatico, gli insediamenti densi godono di un rapporto H/D (altezza/ larghezza) più alto: più stretta è la strada, minore è l'esposizione al sole e l'illuminazione del piano stradale e del fronte degli edifici, maggiore è la stabilità delle condizioni termiche.

FORMA URBANA: SEZIONE DEGLI SPAZI (rappresentata dal rapporto altezza / larghezza – H/D – per le strade)				
H/D	31,5/1	0,7	0,3
Aspetto che caratterizza la sezione media dello spazio del tessuto urbano formato dalle cortine dei fronti degli edifici.				

Immagine 8: Schemi del rapporto H/D. Fonte: Rielaborazione propria da lavoro di Sergio Los in Scudo, 2012

Il problema del degli spazi pubblici e privati adibiti a verde o meno lascia maggior spazio al dibattito, in quanto se da una parte nel modello compatto sono relegati a spazi privati, a parchi urbani, orti e viali alberati, il modello diffuso diminuisce l'estensione dell'ecosistema naturale intorno alla città, consentendo però che ogni casa sia circondata da spazi verdi pubblici che si sommano spesso a quelli privati di ogni abitazione. Se analizziamo il problema ampliando la scala e quindi considerando il territorio che circonda la città troviamo esempi virtuosi, tra i quali Vitoria- Gasteiz, Amburgo e Stoccolma, che mostrano come limitare l'occupazione di suolo consenta di poter contare su un anello verde che circonda il nucleo urbano. Inoltre una buona pianificazione del verde, degli spazi pubblici e delle aree abbandonate permette da una parte la mitigazione del microclima esterno e dall'altra la realizzazione di corridoi che connettano gli spazi verdi interni alla città con quelli esterni, permettendo l'auto-mantenimento della biodiversità della fauna e della flora anche all'interno della città. Fattori determinanti per la realizzazione di queste connessioni verdi, come della rete viaria, sono orientamento e la continuità della rete degli spazi pubblici influiscono sugli scambi con radiazione e vento. Se la direzione è allineata ai venti dominanti si ha, infatti, una maggiore ventilazione con svantaggi in inverno e vantaggi in estate. La direzione della maglia E-O determina vantaggi termici invernali ed estivi per la radiazione solare che raggiunge a sud tanto gli spazi esterni quanto gli edifici. La direzione della maglia N-S determina, invece, una la radiazione prominente Est – Ovest e sulla fascia centrale delle strade, con conseguente diminuzione delle temperature

in inverno e aumento in estate. Inoltre la continuità della rete viaria in una certa direzione presenta una maggiore permeabilità al vento e, quindi, vantaggi in estate ed eventuali svantaggi in inverno.

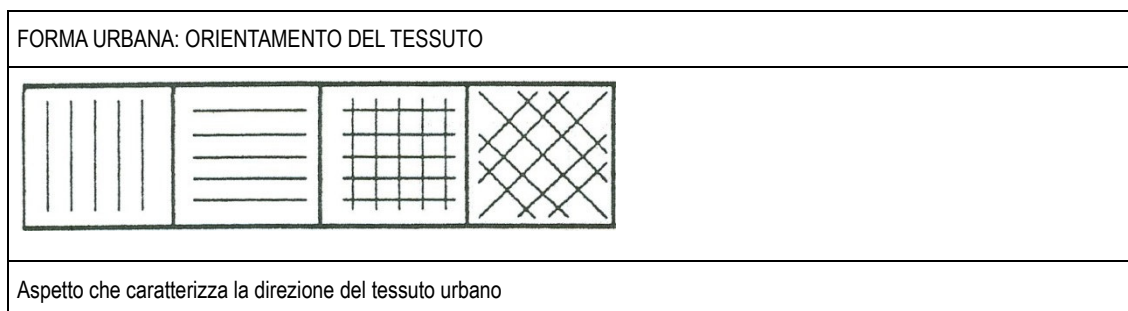


Immagine 9: Schemi della relazione tra l'orientamento e la continuità della maglia urbana e il comfort micro-climatico. Fonte: Rielaborazione propria da lavoro di Sergio Los in Scudo, 2012

Rispetto al tema del consumo energetico e capacità passiva prima di tutto risulta molto significativa l'analisi di Gauzin Müller sui consumi delle case isolate e addossate. Di fatto un edificio plurifamiliare di 8 alloggi può consumare un 11% meno di riscaldamento di 8 case unifamiliari addossate e il 32% in meno dello stesso numero di case isolate.

È vero, comunque, che le abitazioni isolate permettono una progettazione ottimale per quanto riguarda i caratteri bioclimatici legati l'orientazione, alle caratteristiche del sito e alla morfologia dell'edificio, mentre un insediamento denso non può garantire a tutti gli edifici il massimo della capacità passiva, soprattutto un orientamento adeguato. Per questo sarebbe opportuno che ogni edificio valutasse una destinazione d'uso adeguata ai propri caratteri costruttivi, morfologici e insediativi. Inoltre il tema dei materiali costruttivi apre davvero un dibattito sulle potenzialità dell'architettura vernacolare rispetto ai nuovi componenti costruttivi che mirano a standard sempre più alti di efficienza termica e acustica. Sicuramente un tessuto consolidato dà meno spazio alla nuova edificazione, ma molto di più alla riqualificazione energetica, quindi i benefici e limiti sempre si vanno a equilibrare. Non dimentichiamo poi che nel modello compatto i prezzi dell'infrastrutturazione di base, legati alla gestione dell'acqua, dell'energia, del ciclo produttivo, risultano molto più contenuti.

Molto interessante è l'analisi di Milano realizzata da Paola Bolchi, Lidia Diappi e Pasquale Regina per ENEA sulla valutazione del rapporto tra energia e forma urbana a scala di quartiere (Bolchi, Diappi, & Regina, 2013). L'obiettivo è valutare in modo quantitativo la relazione tra la morfologia e l'energia. Vengono, quindi, messi a confronto quattro progetti pensati per il quartiere Lorenteggio: case a bassa densità, edifici in linea, edifici a torre ed edifici a corte. Questi vengono, quindi, analizzati, utilizzano gli indicatori di valutazione della forma urbana, suddividendoli in 3 gruppi: l'accessibilità solare, il fattore di vista del cielo e i fattori di forma urbana, basata su tre indicatori morfologici, quali la superficie coperta/ superficie totale, la superficie di aree verdi e il fattore di forma.(S/V).



Immagine 10: Planimetria del quartiere di Lorenteggio e dei quattro progetti analizzati: case basse ad alta densità, edifici in linea, edifici a corte, edifici a torre. Fonte: Bolchi, Diappi, & Regina, 2013

Si può notare dalle analisi effettuate dal gruppo di ricercatori che, considerando la somma di ombreggiamento estivo e captazione solare invernale, lo stato di fatto risulta il più performante (circa 85%), infatti, gli edifici sono disposti secondo l'asse elio-termico. Segue, poi, la tipologia a case basse ad alta densità (80%), gli edifici a torre (78%), quelli a corte (75%) e, per ultimi, gli edifici in linea (62%). Per quanto riguarda il fattore di vista del cielo, gli edifici a torre raggiungono un valore più alto (0,77), seguiti dagli edifici a corte e in linea che quasi coincidono (0,71 e 0,68). Le case basse e lo stato di fatto, invece, hanno un fattore abbastanza basso, pari a 0,59 nel primo caso e 0,52, nel secondo. Il calcolo del fattore di vista del cielo sulle coperture, come si può immaginare, dà risultati abbastanza omogenei, marcando una differenza tra le tipologie a corte (0,95), a torre e in linea (0,94) e le case basse ad alta densità (0,86) e lo stato di fatto (0,89). Facendo una sintesi dei due risultati (in copertura e a terra) si nota che viene privilegiata la tipologia più rada e con altezze medie. Passando ai fattori di forma, vediamo che la tipologia a torre, per le sue caratteristiche, risulta abbastanza privilegiata, in particolare nel rapporto di copertura che raggiunge l'11%, che significa

maggior permeabilità del suolo e minore possibilità d'integrazione dei sistemi di captazione solare e recupero delle acque. Per le altre tipologie, i risultati del rapporto di copertura sono nettamente superiori: 42% delle case basse ad alta densità, il 36% degli edifici a corte, il 27% degli edifici in linea. Una proporzione simile l'abbiamo nel calcolo della superficie verde, dove vediamo che dai 76.372 mq (55%) della tipologia a torre, scendiamo a 37.727 mq (27%) delle case basse ad alta densità. L'unica differenza è che la seconda tipologia prevede per gli alloggi al piano terra un giardino privato, possibilità assente nelle altre tipologie. Il fattore di forma, che valuta in modo approssimato la dispersione energetica, si misura in base al rapporto tra la superficie esterna e il volume lordo riscaldato dell'edificio. Gli edifici a torre sono i più performanti con un valore di 0,22, seguiti da quelli a corte (0,33), lo stato di fatto (0,36) e gli edifici in linea (0,38) e le case basse ad alta densità (0,40) che risultano meno performanti. Infine, l'analisi multicriteria, riporta nel grafico in basso, mostra come la superficie a torre risulti essere la più performante, soprattutto per i fattori di forma, come anche lo stato di fatto, grazie all'orientamento che permette di raggiungere ottime prestazioni rispetto alla captazione solare e all'ombreggiamento. Gli edifici in linea, invece, che rappresentano una delle tipologie più diffuse nelle nostre città, sono i meno performanti.

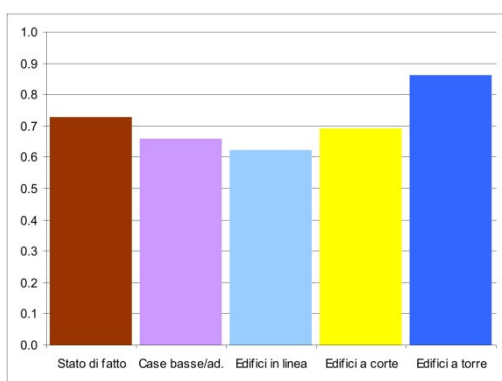


Immagine 11: Grafico dei punteggi finali dell'Analisi Multi Criteri. Fonte: Bolchi, Diappi, & Regina, 2013

Passando, per ultimo, alla coesione sociale, sappiamo che, nei contesti urbanizzati, è legata alla possibilità d'incontro, condivisione e interazione tra diversi gruppi sociali e con un mix di attività e servizi distribuito in modo omogeneo all'interno del contesto di riferimento. Se ci pensiamo la prossimità favorisce la vicinanza tra gruppi di persone con redditi, cultura, età e professione differente, ma è necessario che si creino dinamiche che consentano l'interazione e uno scambio di informazione tra i diversi gruppi. Il tentativo è evitare che non si creino luoghi accessibili per tipo di servizi o abitazioni o attività economiche solo a una parte della popolazione, perché la separazione di gruppi sociali per ragioni di reddito, età, genere o altri fattori crea insicurezza, emarginazione e quindi un ambiente vulnerabile da un punto di vista sociale e ambientale. In questo frangente gli spazi pubblici e di transizione giocano un ruolo importante, infatti, se ci pensiamo, nell'area mediterranea, hanno sempre avuto un ruolo fondamentale, tanto come mitigatori del microclima urbano, che come promotori di dinamiche sociali. Infatti, gli spazi pubblici erano per lo più caratterizzati da porticati, aggetti, passaggi coperti; tutti elementi che creavano spazi intermedi di relazione in cui era possibile sostare, convivere o che semplicemente scandivano il passaggio da un luogo privato a un pubblico e viceversa. In ogni caso questi spazi, oltre alla funzionalità, avevano un ruolo ambientale importante, sia per la mitigazione del comfort termico che di quello acustico e luminoso. Rappresenta, quindi, una grande possibilità per creare dinamiche sociali, economiche e ambientali che rendano l'ambiente urbanizzato realmente vivibile e fruibile dai diversi gruppi culturali. Devono essere luoghi accessibili prioritariamente al pedone e fruibili anche da persone con capacità ridotte. Luoghi in cui la popolazione possa camminare, passeggiare, sostare per diversione o per partecipare ad attività organizzate; luoghi abitabili e confortevoli. Luoghi con un mix di attività economiche, culturali, di scambio e interazione e di servizi fruibili dalle persone che partecipano dello spazio stesso. Non dobbiamo però dimenticare l'importanza che hanno gli spazi privati e le attività economiche nella creazione di urbanizzazioni con un alto livello di diversità e mixité. Le nostre città devono essere in grado di coprire tutte le necessità basiche delle comunità che le vivono (la salute, la casa, il lavoro, l'educazione, la cultura, le interazioni sociali, ecc), garantendo che siano accessibili, in modo equo a tutta la popolazione. Il modello compatto, effettivamente facilita la prossimità fisica e l'accessibilità pedonale e la creazione di luoghi con un'alta diversità e mix di attività, elementi attrattivi, luoghi di scambio, ubicati in modo omogeneo all'interno dei diversi quartieri, in modo che non risultino marginati alcuni a favore di altri.



Immagine 12: Immagini tratte dal libro di Gordon Cullen, *Townscope*.

La discussione tra il modello compatto e diffuso non ha, quindi, una risoluzione univoca, ma propone alcuni spunti interessanti che consentono di superare entrambi i modelli. La proposizione che vede la compattezza come sinonimo di efficienza si basa specialmente sul fatto che il trasporto è l'elemento chiave nell'efficienza ambientale, anche se per esempio l'alimentazione risulta essere maggiormente rilevante. Questo non significa che la proposizione sia sbagliata, ma semplicemente che non è dimostrata dai fatti e che, quindi, considera il problema in modo parziale, in quanto, per esempio, continuando con l'esempio dell'alimentazione, nella città compatta l'agroecologia urbana spesso non ha lo spazio di cui ha bisogno. Questo perché i limiti delle città compatte contemporanee non sono definiti e permane una separazione considerevole tra l'urbanizzazione e il territorio circostante.

Ricorda Magnaghi nel suo testo *Il progetto locale* che Platone considerava che, per una buona gestione politica, la città ideale non avrebbe dovuto superare i cinquemila abitanti. Questo limite, pur essendo una quantificazione che si riferisce all'idea di gestione ottimale della città, molto lontana dall'effettiva evoluzione degli insediamenti, ci fa ricordare che effettivamente la città tradizionale aveva limiti territoriali ben precisi, dettati dall'approvvigionamento energetico, alimentare, idrico, di materiali per la costruzione, dai trasporti e dalle vie di comunicazione e dalle attività produttive, artigianali ed economiche (Magnaghi, 2010). Questo non significa che le città contemporanee abbiano bisogno di limiti fisici o geografici, ma che devono essere in grado di ottimizzare i cicli metabolici urbani e territoriali, i processi produttivi e le relazioni del sistema a livello locale e, quindi, nell'equilibrio tra la città e il suo intorno.

Da qui nasce il modello proposto da Magnaghi di 'città di villaggi', che, considerando la conformazione insostenibile delle città contemporanee che hanno inglobato realtà territoriali differenti tra di loro, propone l'individuazione all'interno del nucleo urbanizzato di «centralità e identità urbane che consentano la scomposizione e la ricomposizione della urbanizzazione metropolitana in un sistema complesso di piccole città (o di villaggi o di quartieri) dotate ciascuna di centralità e confini, di complessità di funzioni e attività produttive, di spazi pubblici, di municipalità, di qualità estetica e ambientale» (Magnaghi, 2010). Questa proposta nasce dalla volontà di investigare i caratteri morfologici, tipologici storici e quelli socioculturali del territorio a livello locale, per farli riemergere dai segni che l'urbanizzazione ha lasciato. Far emergere questi caratteri consente di delineare delle identità locali, villaggi, con centralità chiare e confini delimitati da elementi di rilevanza storica, idro-geologica, produttiva o ambientale.

Magnaghi delinea alcune caratteristiche di questa aggregazione urbana:

- Il centro di ogni villaggio è individuato attraverso un'analisi storica e geo-morfologica dei caratteri del territorio.
- La mobilità è differenziata all'interno e all'esterno. Il traffico automobilistico è relegato all'esterno del villaggio, dove sono localizzati i vari parcheggi. Internamente, invece, si concentrano le aree pedonali e possono accedere solo i mezzi pubblici.
- I confini sono caratterizzati da elementi di verde periurbano, quali orti, frutteti, parchi agricoli.
- Il processo di scomposizione dell'area urbana, la considera tutta come città storica, questo significa che non ci saranno zone con migliore o peggiore qualità, o maggiori o minori servizi, ecc.. Inoltre ogni villaggio verrà coinvolto negli stessi processi di riqualificazione delle aree abbandonate o degradate e di rivitalizzazione degli spazi pubblici e verdi e delle attività produttive e artigianali.
- Le attività produttive locali sono essenzialmente processi di autoriproduzione che comprendono tutte quelle attività² capaci di creare legami di vicinato, di fiducia e cooperazione tra gli abitanti del villaggio che riconoscono nel proprio territorio un valore condiviso.

² Le attività citate dallo stesso Magnaghi nel suo libro *Il progetto locale* sono le seguenti: manutenzione urbana, servizi di base e di mutuo soccorso, orti urbani e mercati locali, cura dell'ambiente, attività culturali e ricreative, attività di autocostruzione, artigianato locale (Magnaghi, 2010)

- I villaggi non sono luoghi isolati, ma sono caratterizzati da servizi e specificità locali, produttive, culturali, ambientali e paesistiche che favoriscono la connessione tra tutte le centralità. Si crea tra le stesse una connessione reticolare favorita anche dalla vicinanza spaziale degli stessi che permette intercambio di prodotti e servizi.

Quello a cui mira il modello della 'città di villaggi' è prima di tutto il riconoscimento del territorio urbanizzato, delle città come «organismo vivente ad alta complessità [...] in continua trasformazione, prodotto dall'incontro eventi culturali e naturali, composto da luoghi (o regioni o ambienti insediativi) dotati di identità, storia carattere, struttura di lungo periodo» (Magnaghi, 2010). Lo stesso Magnaghi la definisce *neoecosistema*; un ecosistema emergente derivato dalle attività umane e che consente la combinazione di nuove specie e un funzionamento differente all'ecosistema naturale. Fa riferimento, pertanto, all'evoluzione del territorio antropizzato che nasce da un processo di coevoluzione tra l'insediamento umano e quello ambientale.

Tale definizione della città sarà il punto di partenza per lo svolgimento della ricerca, in quanto, nel marco teorico dell'evoluzione e la definizione della città, riprende l'eredità delle scienze biologiche, riconoscendone la natura complessa di un organismo, ma pone l'accento sulle interazioni, che hanno luogo all'interno della stessa, tra risorse naturali e individui, ma anche tra gli individui e i luoghi. Infatti, gli insediamenti umani e, in particolar modo, i contesti urbani concentrati e diffusi sono sistemi eterotrofi, basati su un crescente uso termodinamicamente inefficiente di materia ed energia e una crescente immissione di scarti e inquinanti nell'ambiente, risultando dipendenti da un punto di vista energetico, alimentare, di risorse e di materiali. La città non è solo un insieme di elementi intercambiabili, ma piuttosto un organismo (più o meno antropizzato) che vive, caratterizzato da una parte importante di capitale naturale e un'altra, altrettanto importante, di capitale sociale (le persone). Questi elementi interagiscono tra di loro, producendo processi metabolici, economici, produttivi, processi di socializzazione, partecipazione e sensibilizzazione. Queste interazioni mantengono il sistema vivo e capace di reagire e soprattutto recuperarsi di fronte a un trauma.

2.3 Un passo oltre la sostenibilità: il dibattito sulla definizione del concetto di resilienza

2.3.1 Dal concetto di sostenibilità forte a quello di resilienza

Abbiamo approfondito precedentemente l'ambiguità legata alla definizione di "sviluppo sostenibile", ma ci interessa andare a fondo della definizione di sostenibilità rispetto al capitale naturale a disposizione. Se, infatti, sostenibilità significa garantire alle generazioni presenti sulla terra e alle future di poter usufruire delle stesse risorse naturali, il punto importante che si vuol fare emergere è l'esigenza di una distribuzione equa della ricchezza

nel tempo e nello spazio. La variabile temporale gioca un ruolo fondamentale, in quanto risulta intrinsecamente connessa con la disponibilità della risorsa e, quindi, con la preservazione della stessa. Le risorse non rinnovabili, come sappiamo, per loro natura sono caratterizzate da cicli di rigenerazione molto lunghi, rimanendo, quindi, escluse dal dibattito sullo sviluppo sostenibile, che dovrebbe essere focalizzato solo sull'accesso a risorse di tipo rinnovabile.

Di fatto la salvaguardia del capitale naturale è strettamente legata alla soddisfazione di alcuni principi base enunciati da Herman E. Daly³ che afferma che «ci sono due modi di mantenere il capitale intatto. La somma del capitale naturale e di quello prodotto dall'uomo può essere tenuta a un valore costante; oppure ciascuna componente può essere tenuta singolarmente costante. La prima strada è ragionevole qualora si pensi che i due tipi di capitale siano sostituibili l'uno all'altro. In questa ottica è completamente accettabile il saccheggio del capitale naturale fintantoché viene prodotto dall'uomo un capitale di valore equivalente. Il secondo punto di vista è ragionevole qualora si pensi che il capitale naturale e quello prodotto dall'uomo siano complementari. Ambedue le parti devono quindi essere mantenute intatte (separatamente o congiuntamente ma con proporzioni fissate) perché la produzione dell'una dipende dalla disponibilità dell'altra. La prima strada è detta della "sostenibilità debole" la seconda è quella della "sostenibilità forte". [...] Oggi stiamo vivendo la transizione da un'economia da 'mondo vuoto' a una da 'mondo pieno': in questa seconda fase l'unica strada possibile per la sostenibilità passa attraverso l'investimento nella risorsa più scarsa, nel fattore limitante. Sviluppo sostenibile significa quindi investire nel capitale naturale e nella ricerca scientifica, sui cicli biogeochimici globali che sono la base della sostenibilità della biosfera» (Daly, 2001)

Quando Daly parla di sostenibilità forte intende sottolineare l'esigenza di mantenere intatto il rapporto tra capitale naturale e capitale prodotto dall'uomo, in quanto l'aumento del capitale prodotto fa aumentare la domanda di capitale naturale, impoverendone ulteriormente lo stock per il futuro. I due fattori sono complementari e di conseguenza quello più carente costituisce il "fattore limitante" del sistema. Attualmente ci troviamo in una nuova situazione in cui l'attributo limitante è il capitale naturale, in quanto il suo ruolo è quello di interagisce con il lavoro, fornendo energia e materia per produrre ricchezza economica che alimenta e stimola l'uomo consumatore, senza considerare i tempi di rigenerazione e assorbimento dettati dal capitale naturale. Gli stessi principi di sostenibilità denunciano che il sistema è caratterizzato da una circolarità di flussi di materia che esige la ponderazione dei flussi di prelievo ed emissione sulla base della capacità del capitale naturale di riassorbire le entrate e rigenerare le uscite. L'obiettivo da raggiungere è che la capacità di rigenerazione e di assorbimento siano trattate come capitale naturale, pertanto se non vengono mantenute si dovrà considerare un consumo di capitale non sostenibile (Tiezzi E., Marchettini N., 1999). È sufficiente questa definizione se analizziamo le nostre città in quanto neoecosistemi? Cosa stiamo trascurando se focalizziamo l'attenzione nella capacità metabolica e di funzionamento del sistema?

Il passo ulteriore che ci interessa approfondire considera l'introduzione di introdurre nell'analisi il capitale sociale. Significa considerare parte dell'ecosistema urbano la sua storia, la cultura locale, la società che lo vive. Parliamo di implementare e ricostruire il legame degli insediamenti con il territorio circostante che rappresenta il luogo in cui si possono leggere i segni tanto del capitale naturale, quanto di quello sociale, come delle loro relazioni. Questo significa ricostruire l'identità locale dei neoecosistemi, rendendoli capaci di rispondere di fronte a eventi che ne alterano l'equilibrio.

Con questa premessa il modello sostenibile risulta efficace solo in parte, in quanto, per un cambiamento radicale, non è sufficiente considerare solo la capacità di mantenere (per le generazioni presenti e future) il capitale naturale ma anche la trasmissione di tali risorse, introducendo, cioè, la possibilità di perdere risorse naturali, acquisendo però la capacità di compensarle con altre in grado di compiere le stesse funzioni (imparare- adattarsi).

³ Herman Daly, noto economista, impegnato nell'ambito della sostenibilità e cofondatore della rivista scientifica *Ecological Economics*, sintetizza alcuni principi di sostenibilità forte: il principio del rendimento sostenibile, per il quale il prelievo di risorse rinnovabili non dovrebbe superare la loro velocità di riproduzione; il principio della capacità di assorbimento, secondo il quale lo scarico di emissioni nell'ambiente non dovrebbe superare la capacità di assorbimento dei ricettori. Seguono il principio di sostituzione, per il quale il prelievo di risorse non rinnovabili dovrebbe essere compensato dalla produzione di una pari quantità di risorse rinnovabili che a lungo termine siano in grado di sostituirle e, per ultimo, il principio della capacità di carico, per il quale il peso complessivo deve essere riportato al livello in cui non supera la capacità di carico della natura.

Introduciamo quindi il modello resiliente, che significa parlare di «un sistema auto-sufficiente che è realmente omogeneo e nel quale le fluttuazioni climatiche sono ragionabilmente limitate, un sistema adattivo complesso» (Holling, 1973). È un sistema dinamico, sensibile a modifiche esterne e a inaspettati cambiamenti che non si concentra sulla presenza o assenza di determinate specie, ma anche e soprattutto sulle connessioni tra le stesse e tra l'ambiente estero e le componenti specifiche del sistema. I tre caratteri fondamentali che emergono da questa definizione sono: diversità delle componenti del neoecosistema, modularità e capacità di retroazione. Un sistema resiliente è, infatti, caratterizzato da una diversità di elementi capace di reagire in modo differenziato alle diverse sfide. È modulare nel senso che è costituito da gruppi di componenti ben connesse tra di loro all'interno e, quindi, maggiormente capaci di creare una comunità in grado di isolarsi in caso di shock. La modularità è una caratteristica tipica delle reti dei computer, valuta la divisione di una rete in moduli (comunità). Un modulo opera in un sistema indipendentemente dal contributo degli altri moduli. Questo significa che i diversi moduli possono collaborare tra di loro senza essere dipendenti l'uno dall'altro. Infine un sistema resiliente è caratterizzato da una buona retroazione, la capacità di memorizzare i risultati ottenuti e utilizzarli per modificare le caratteristiche del sistema stesso. Si mette in gioco, quindi, la catena causa effetto e si chiede al sistema di far ricadere i propri effetti localmente, in modo che sia capace di percepire le conseguenze delle proprie azioni in tempi rapidi e di attivare rapidamente una soluzione. Viene posto l'accento sulla capacità del sistema di mantenere le sue funzioni in seguito a un evento traumatico. In questa prospettiva, la resilienza è misurata rispetto la grandezza del disturbo che il sistema può tollerare continuando a esistere. Pimm (1984) introduce, però, un altro aspetto oltre alla capacità del sistema di resistere a un disturbo: la capacità di ritornare, in un determinato tempo, a uno stato di equilibrio in seguito al disturbo (Pimm 1984; Tilman e Downing 1994). Partendo da questa interpretazione di resilienza è possibile attribuire le seguenti tre proprietà: la qualità del cambiamento che il sistema può subire, pur mantenendo la stessa struttura e le stesse funzioni, la misura in cui il sistema è in grado di auto-organizzarsi. Per ultimo il grado in cui il sistema può sviluppare la capacità di apprendere e adattarsi. La capacità adattiva è, infatti, un componente della resilienza che riflette l'apprendimento del sistema in risposta a un disturbo (Gunderson 2000). L'aumento quindi dei livelli di auto-organizzazione e complessità consente al sistema di migliorare le capacità di risposta rispetto alle sollecitazioni esterne e, quindi, di adattamento e trasformazione di fronte al rischio. La dottoressa Graziano riporta nel suo testo un esempio molto interessante che riguarda gli ecosistemi forestali. Dice: «gli incendi boschivi hanno una parte importante in alcuni ecosistemi forestali poiché regolano la crescita del sottobosco, prevenendo lo scoppio di incendi molto più distruttivi» (Graziano, 2012). Questo significa che gli ecosistemi apprendono come affrontare la minaccia, rendendola un elemento che rafforza l'ecosistema stesso che nel caso specifica significa strutturarsi in modo che l'incendio elimini il sottobosco senza però raggiungere temperature elevate che possano danneggiare gli alberi adulti.

Il concetto di resilienza, infatti, deriva dal latino *resiliens*, dal verbo *resilio* che significa *saltare indietro, rimbalzare*. Rappresenta, quindi, una proprietà di un elemento o di un sistema e pertanto è applicato a differenti discipline, arricchendosi di sfumature diverse. In fisica e in ingegneria il concetto è strettamente connesso alla capacità di un materiale a deformarsi in modo elastico e, quindi, senza arrivare al punto di rottura, recuperare la forma iniziale o una forma differente, che mantenga però le stesse caratteristiche di partenza. In psicologia, mantiene un legame stretto con l'elemento del sistema, l'individuo, consentendo un cambio di paradigma molto importante in quanto sposta l'attenzione dalla vulnerabilità all'approfondimento della capacità dei bambini di superare ostacoli importanti durante il periodo dello sviluppo, che significa dalla patologia dell'individuo, alla sua forza. Un salto di scala viene fatto in ecologia, in cui la resilienza sottolinea la capacità di un ecosistema di sopportare un trauma, ripristinando le condizioni di equilibrio, non considerando, quindi, i singoli componenti del sistema, ma lo stesso nella sua interezza. Si definisce, infatti, come «capacità di un determinato ecosistema di reagire e riorganizzarsi in seguito a un trauma, mantenendo la stessa funzione, identità e retroazione».

Un ecosistema resiliente è caratterizzato da una diversità di elementi capaci di reagire in modo differenziato alle diverse sollecitazioni. È costituito da componenti ben connesse tra di loro, capaci, quindi, di isolarsi in caso di shock ed è caratterizzato da una buona retroazione, in quanto un sistema strettamente collegato al luogo è capace di percepire le conseguenze delle proprie azioni in tempi rapidi e di attivare quindi una soluzione, nel caso tali conseguenze siano dannose per il sistema. È, quindi, un sistema dinamico, sensibile a modifiche esterne e a inaspettati cambiamenti strettamente legati al numero di organismi e al grado di costanza degli stessi nel tempo.

L'elemento fondamentale che emerge dall'analisi dei concetti di resilienza e sostenibilità è il fatto che il primo non è legato esclusivamente al mantenimento (per le generazioni presenti e future) delle risorse naturali, come il secondo, ma anche alla trasmissione di tali risorse, introducendo, cioè, la possibilità di perdere risorse naturali, acquisendo però

la capacità di compensarle con altre in grado di compiere le stesse funzioni. Inoltre, a differenza della sostenibilità la resilienza può essere desiderabile o indesiderabile. Ad esempio stati di sistema che riproducono il benessere sociale, come la fornitura di acqua inquinata o le dittature, possono essere altamente resilienti. Al contrario la sostenibilità è un obiettivo globale che incorpora ipotesi o preferenze rispetto le quali i differenti stati del sistema sono desiderabili.

La scelta quindi, di approfondire la valutazione del neoeosistema urbano rispetto la sua capacità resiliente nasce dalla stessa definizione di neoeosistema che abbiamo analizzato. Il tentativo non è quello di analizzare il funzionamento del territorio urbanizzato, ma piuttosto comprenderne i caratteri, l'essenza, la storia e le connessioni che in esso si costruiscono. Comprendere i caratteri di un sistema che non dipende solo dalle risorse naturali e dai loro cicli di mantenimento e funzionamento, ma anche e soprattutto dalle connessioni materiali e immateriali che si creano all'interno del neoeosistema tra l'ambiente antropizzato e il suo territorio. L'individuo, la società, diventa quindi elemento determinante nella lettura del neoeosistema che abita. Non solo deve imparare a preservare il capitale naturale, attraverso l'attivazione di processi metabolici sostenibili, ma leggere il neoeosistema per capire quale sia il suo limite oltre al quale non riesce ad auto-organizzarsi, auto-sostenersi. All'analisi dell'efficienza del sistema viene affiancata quella della sufficienza dello stesso, approccio che garantisce il benessere sia dell'individuo, come collettività, che del territorio che abita. Come scrive Sachs «mentre efficienza significa fare le cose nel modo giusto, sufficienza equivale a fare le cose giuste». Infatti, il concetto di sufficienza da una parte è strettamente connesso con «la giusta misura, concepita come un sistema equo e come arte di vita» e pertanto dall'altra presuppone un «nuovo modo di rapportarsi con i beni e i servizi», senza cioè guardare solo alla quantità e all'efficienza della tecnologia, ma soprattutto alla qualità della vita e alla diminuzione del carico sul capitale naturale. L'approccio proposto in questa analisi dei neoeosistemi urbano, non prescinde dall'efficienza nell'uso delle risorse, ma considera che tale efficienza deve essere accompagnata e “gestita” da una prospettiva di sufficienza, rispetto al capitale naturale e sociale.

2.3.2 Definizione della scala d'interesse

Focalizzare l'analisi del neoeosistema urbano rispetto alla sua capacità adattiva necessita di una chiara definizione della scala di azione. Il cambio di comportamento a livello individuale e collettivo è, infatti, un elemento importante, ma non può non considerare la sua sua relazione con il territorio che abita.

Se si pensa all'ambito dell'ecologia, un ecosistema resiliente, in seguito a un evento traumatico, continuerà a funzionare, anche se determinate specie potrebbero non mantenere la funzione iniziale. Questo perché il concetto di resilienza comprende la possibilità che alcune specie tendano a zero, anche se il sistema, dopo un determinato tempo, ritorna all'attività normale (Common, Stagl, 2008). Pertanto, la capacità adattiva non è attribuibile a una o più componenti del sistema, ma al sistema nella sua interezza; si focalizza sul sistema, non sull'individuo, facendo in modo che lo stesso cresca come tale. Consente, pertanto, di mantenere in equilibrio il sistema umano con quello naturale e quindi le risorse e i luoghi che accolgono il neoeosistema, dotato non solo di una struttura bene consolidata, ma anche di un'identità storica e culturale ben precisa.

Rispetto a questo cambio di prospettiva risulta significativa l'esperienza dal movimento delle città di transizione⁴, nate tra il 2005 e il 2006, in Irlanda e in Inghilterra grazie all'azione dell'ambientalista Rob Hopkins che aveva l'obiettivo di preparare le piccole comunità di Kinsale e di Totnes ad affrontare i cambiamenti climatici dovuti al riscaldamento globale e al picco del petrolio. Il primo passo fu creare consapevolezza e condivisione degli obiettivi legati alla possibilità di insediamenti sostenibili e prepararli alla flessibilità richiesta dai mutamenti in corso (orti comuni, riciclaggio, pratiche di riuso, pratiche di supporto economia locale, moneta locale). Le iniziative in transizione, infatti, propongono un'immagine di un neoeosistema in grado di aumentare le capacità individuali per ricostruire la comunità come entità capace di interagire e relazionarsi con le altre componenti che lo influenzano: naturali, economiche, produttive, politiche.

Un elemento interessante di questa esperienza è il fatto di considerare la comunità come 'motore di cambiamento' per contrastare l'idea che qualsiasi politica sostenibile sia attuabile in differenti contesti più o meno urbanizzati, senza considerare che l'insostenibilità degli stessi deriva principalmente dal fatto di aver superato i limiti dello sviluppo che consentivano di mantenere una relazione biunivoca con il territorio circostante. Di fatto gli insediamenti antropizzati non hanno tenuto conto di essere degli organismi complessi che possono sì, trasformarsi, ma che hanno dei limiti

⁴ Per maggiori informazioni vedi Allegato 1: L'esperienza delle Transition Town in Spagna.

dettati dalle loro capacità metaboliche e dalle connessioni materiali e immateriali con il territorio circostante e con gli altri insediamenti. Lo squilibrio di queste relazioni ha portato a una dipendenza sempre maggiore a cicli metabolici gestiti a una scala globale e a livelli di povertà e degrado considerevoli. La risposta a questa emergenza, non può ricadere solo sull'individuo o sul territorio, ma sulla comunità a una scala locale, alla scala degli abitanti, proponendo un'alternativa critica al modello liberal-capitalista che preveda il riequilibrio tra il sistema naturale e quello umano. Questo significa utilizzare i nuovi saperi e tecnologie nel riconoscimento e nello studio dei saperi ambientali e storici che il neoeosistema stesso offre alla propria comunità. I punti nodali sono, quindi, la riorganizzazione del lavoro, diversi rapporti sociali e di produzione, nuove dinamiche partecipative e scelte produttive strategiche, fondate sui principi di sussidiarietà e complementarità (Magnaghi, 2010).

Un modello di crescita locale autosostenibile è capace di attivare all'interno del neoeosistema un ciclo autorigenerante, dove anche i rifiuti prodotti risultino componenti utili per il mantenimento del sistema stesso. Un modello di riferimento interessante è quello delle bidonvillage, proposto da Friedmann come modello informale di autorganizzazione dell'habitat, capace «di non rendere difficile, ma piuttosto facilitare la produzione di cibo, l'approvvigionamento di acqua, la protezione climatica, la salvaguardia dei beni privati e collettivi, l'organizzazione dei rapporti sociali e la soddisfazione estetica di ciascuno» (Friedman 2009). Lo stesso Friedman esplicita il principio del «gruppo critico» (Friedman 2009) legato a delle considerazioni su alcune capacità, biologicamente determinate dall'uomo, per le quali «ciascuna struttura di un gruppo ha una grandezza limite [...] rispetto alla capacità di reagire rapidamente di fronte ad aggressioni provenienti dall'esterno» (Friedman 2009). Tale ipotesi porta con sé alcune considerazioni che si collegano all'ipotesi di città come mondo di confini soprattutto fisici e quindi legato all'idea della presenza all'interno della stessa di spazi marginali, poco o per nulla popolati, «spazi della natura sopravvissuti, ai margini delle aree di più fitto popolamento e di più incisive trasformazioni dell'ambiente naturale», dove forse è ancora possibile un incontro con la natura. «[...] Luoghi dove si incontra il presente e passato, i migliori luoghi dell'identità, l'unico terreno incontaminato per esercitare la libertà individuale o di piccoli gruppi» (Friedman 2009). Di fatto le bidonvillage, come esplicita l'autore, non sono assimilabili agli insediamenti rurali, in quanto l'agricoltura non è l'attività principale degli abitanti, ma si affianca all'artigianato locale legato al riutilizzo di rifiuti urbani e al commercio. Inoltre nella conformazione spaziale di questi gruppi critici, ha molto rilevanza lo spazio di confine, o recinzione, come meccanismo di regolazione degli incontri, di connessione tra pubblico privato. «[...] Una parte dei recinti può essere coperta da tetti, vi sono alcuni dove ci si può sedere, altri fatti da dighe e canali; in alcuni si installano i mercati o campi da gioco e altri diventano zone in cui si accumulano rifiuti, per lo più organici visto che gli altri rifiuti sono quasi automaticamente riutilizzati dai suoi abitanti». Sono luoghi con un forte valore sociale, di relazione, un valore fisico di produzione e scambio e di connessione tra ambiti diversi, capaci di modificarsi. Le bidonvillage sono l'elemento di connessione tra la città e la campagna e per questo capaci di attivare un meccanismo di riduzione sostanziale dei flussi di risorse utilizzati nell'ecosistema urbano, sia per una ricchezza legata all'ambiente fisico che per una ricchezza da un punto di vista sociale, come attivatori di dinamiche sociali capaci di valutare i modi di vivere legati ai comportamenti delle persone. Lo stesso Magnaghi, infatti, parla di «società locale», mettendo in discussione i paradigmi della crescita economica, in quanto «il termine sviluppo non può che riferirsi alla *crescita della società locale* e alla sua capacità di *autogoverno* (e non già della crescita economica) per produrre benessere individuale e collettivo; lo sviluppo delle società locali dei loro autonomi e differenti 'stili di sviluppo' e delle loro reti non gerarchiche [...]» (Magnaghi, 2010).

La scala che ci interessa è quella locale che nella sua stessa etimologia - dal latino *localis*, da *locus*, luogo - contiene l'elemento essenziale del neoeosistema: il luogo come patrimonio. Il locale contrapposto al globale, che è diventato un elemento fondamentale dell'attuale dibattito su modelli alternativi di sviluppo dei neoeosistemi. Magnaghi nel suo testo *Il progetto locale*, propone una schematizzazione degli atteggiamenti che connotano tale rapporto locale-globale, dando una visuale abbastanza esaustiva degli elementi in gioco: *approccio funzionale alla globalizzazione economica, ricerca di equilibri fra locale e globale e sviluppo locale versus globale*. Nel primo l'elemento che interessa sottolineare, per dare spazio a una possibile convivenza tra lo sviluppo a scala globale e quello a scala locale, è il fatto che la globalizzazione sta invertendo la tendenza verso la produzione di processi di differenziazione e valorizzazione di prodotti legati ai caratteri delle singole realtà locali, all'interno dei processi di omologazione. È una vera e propria «alleanza fra finanza globale e attori economici locali» (Magnaghi, 2010), nella quale l'obiettivo è l'aumento della competitività locale, in quanto inserita nel sistema economico globale. Sicuramente più chiara nella definizione dei concetti di globale e locale è la visione 'glocale', che cerca un punto d'incontro tra i due ambiti. Il punto è la necessità del locale di connettersi a una scala più ampia per essere in grado di produrre processi effettivamente capaci di rivitalizzare il proprio patrimonio. La forzatura in questo approccio è che non evidenzia come di fatto la relazione tra

globale e locale sia del tutto squilibrata a favore del globale, in quanto l'economia globale fissa le regole, le tecnologie, i vincoli e i modelli. Di fatto il locale non partecipa in alcun modo a queste dinamiche, semplicemente entra a far parte della competitività del mercato globale, acquisendo, pertanto, maggiore visibilità. L'ultimo approccio propone una distinzione netta tra i due concetti, dove lo sviluppo locale, come possibilità di creare differenti relazioni e gerarchie all'interno della città, assume «i valori patrimoniali locali (culturali, sociali, produttivi, territoriali, ambientali, artistici), come elemento principale della forza propulsiva necessaria all'attivazione di modelli di sviluppo autosostenibili» (Magnaghi, 2010).

In quest'ultimo approccio risiede la chiave di lettura dell'analisi proposta. È necessario proporre un modello che rompa con le dinamiche della città contemporanea, attuando in modo decisivo nella valorizzazione del patrimonio del territorio, come bene comune condiviso. Questa possibilità crea la ricerca di nuovi stili di vita, di consumo e di produzione, di reti non gerarchiche che consentono di valorizzare le singole realtà locali, acquisendo la forza necessaria per contrastare le «grandi reti, fortemente centralizzate, della globalizzazione economica» (Magnaghi, 2010). Tale ricerca è possibile alla scala della comunità che identifica il territorio antropizzato come un sistema vivente, complesso, un neoecosistema, che produce ricchezza in modo duraturo e che non può essere scambiato o dissipato, ma valorizzato attraverso azioni che riconoscano e potenziano la sua identità.

3 Strategia della ricerca: critica della valutazione della resilienza urbana

3.1 Dalla valutazione dell'ecosistema naturale a quella del neoeosistema resiliente

«[...] A fronte di fattori di stress e, in particolare, ai fenomeni di cambiamento climatico e scarsità energetica», un neoeosistema resiliente è in grado di «assorbire shock e/o perturbazioni senza subire alterazioni rilevanti nella sua organizzazione funzionale, nel suo assetto e nelle sue caratteristiche identitarie» (Graziano, 2012).

Parliamo di un sistema complesso la cui struttura «[...] consiste nell'ordinamento spaziale e temporale delle sue componenti, le cui relazioni reciproche ne esprimono l'organizzazione» (Graziano, 2012). Significa che i sistemi urbani sono composti da differenti parti, interconnesse tra di loro e i cui legami creano delle informazioni addizionali che non sono visibili all'osservatore, se non nel momento in cui questa interazione di elementi e proprietà rende visibili nuove proprietà. In particolare un sistema complesso si caratterizza per un'interazione e una connessione forte tra le componenti, che significa, una buona capacità modulare. Oggi i neoeosistemi stanno perdendo questa capacità modulare a causa della globalizzazione, che seppur permette di connettere parti del mondo molto lontane e con caratteri differenti, indebolisce la capacità di reagire in modo efficace e tempestivo in caso di trauma. Un esempio significativo sono le epidemie e contaminazioni di animali che si sono estese facilmente e in modo rapido per quasi tutto il globo (l'influenza aviaria, la mucca pazza, il pollo alla diossina). Se si pensa alla produzione alimentare, infatti, è molto facile visualizzare il problema: se ogni città consumasse i cibi prodotti nella propria comunità, provincia o regione d'appartenenza, qualsiasi contagio potrebbe essere controllato in modo molto rapido e non si diffonderebbe a scala globale. Questo non significa, però, dover rinunciare alla connessione per scambiare informazioni, che, come abbiamo visto in eventi recenti, quali il movimento studentesco in Messico (Yo soy 132) o la denominata "primavera araba", ha consentito di dar loro voce e di mobilitare l'opinione pubblica su situazioni e avvenimenti che altrimenti avrebbero avuto uno spazio molto marginale. Questo consente di creare dei circuiti di retrazione corti, che significa acquisire la capacità di comprendere in tempi brevi e di rispondere in modo efficace a determinati cambiamenti che possono avvenire nel sistema. Un esempio chiarificatore è la provenienza dei prodotti materiali che troviamo in commercio. Comprare un mobile in legno tropicale a Barcellona ha un peso significativo, ingestibile a scala locale: il consumo di energia per il trasporto, il problema della deforestazione di parti delle foreste tropicali, lo sfruttamento della manodopera. Tutti elementi, la cui ricaduta non può essere gestita all'interno dei confini urbani, provinciali o regionali, ma piuttosto globali. Un sistema ben localizzato, al contrario, permette all'individuo, alla comunità di vedere le conseguenze delle proprie azioni, i problemi legati al territorio o a ipotetici traumi che possono sorgere all'interno del sistema, e quindi tentare azioni puntuali ed efficaci, nel breve tempo. Le differenti parti del sistema, se ben connesse, hanno la possibilità di auto-organizzarsi tra di loro per far fronte in modo rapido ed efficace a un determinato trauma. Parliamo, quindi, di un sistema aperto, che per il secondo principio della termodinamica, può aumentare il suo ordine interno attingendo all'esterno, all'ambiente. Si caratterizza per la presenza di *leverage points*, punti in cui una qualsiasi perturbazione, indipendentemente dalla sua grandezza può ripercuotersi in maniera amplificata all'interno di tutto il sistema, a causa dei circuiti di feedback. Ogni volta che il sistema oltrepassa il punto di equilibrio al quale tende, produce un errore al quale poi reagisce. Producendo errori al proprio interno, il meta-sistema impara ad anticiparli, riducendo così l'incertezza legata al manifestarsi di un evento esterno. Questa strategia che si chiama *regolazione a errore controllato* è alla base dei meccanismi di adattamento e apprendimento (Graziano, 2012).

Così si descrive un neoeosistema resiliente. I primi studi sul tema sono riconducibili al campo dell'ecologia con Eugene Odum, pioniere nell'applicazione dei processi scientifici del mondo della cibernetica, all'ecologia. Odum definì la resilienza in ecologia come la capacità di recupero di un ecosistema in seguito a una trasformazione a causa di un trauma, una perturbazione, utilizzando la definizione nel campo dell'ingegneria. Riprendendo questi studi negli anni 80 del XX secolo Crawford Holling introduce la definizione di SES (Social Ecological System), sistemi capaci di trasformarsi, in seguito a un trauma, in stati multipli differenti da quello iniziale. Questo significa che la capacità resiliente consente al sistema di evitare di collassare in uno stato di equilibrio, diverso, che generalmente sarebbe di livello inferiore e, quindi, governato da un differente set di processi che lo farebbero entrare in una crisi funzionale, che diminuisce l'entropia. Questa definizione allontana sostanzialmente il concetto di resilienza e resistenza che diventano opposti, in quanto un sistema resistendo a un trauma, non si adatta, non si trasforma e non impara da esso. Risulta, invece, un sistema vulnerabile e questo significa che può essere pregiudicato anche da piccole perturbazioni, se impediscono il ripristino alla situazione iniziale. L'elemento che differenzia sostanzialmente queste capacità degli ecosistemi è quindi l'apprendimento, la possibilità del sistema di introdurre variazioni che possano costruire innovazioni importanti.

In ecologia, quindi, le principali minacce per gli ecosistemi sono legate principalmente alla distruzione delle biodiversità e alla frammentazione. Di seguito sintetizziamo, rispetto a questi due rischi degli ecosistemi naturali, gli ambiti sui quali incidono e gli aspetti che devono essere considerati per aumentare la capacità resiliente degli stessi.

	DISTRUZIONE BIODIVERSITA'		FRAMMENTAZIONE ECOLOGICA	
ECOSISTEMA	AMBITI DI INCIDENZA	ASPETTO DELLA RESILIENZA	AMBITI DI INCIDENZA	ASPETTO DELLA RESILIENZA
COMPONENTI FISICHE	Climatici Geomorfologici Geografici Pressione antropica	Tutela eventi climatici estremi. Tutela dai fenomeni instabilità geomorfologica. Aumento delle aree protette. Diminuzione della pressione turistica.	Geografici Diversità biologica Pressione antropica	Tutela le tipologie ecosistemiche. Tutela delle configurazioni paesistiche. Tutela marginalità territoriale. Diminuzione dello sprawling urbano.
FUNZIONALITA'	Climatici Geomorfologici Geografici Pressione antropica	Tutela eventi climatici estremi. Diminuzione dell'inquinamento dell'aria, dell'acqua e del suolo. Comunità territoriali. Reti ecologiche.	Geografici Diversità biologica Pressione antropica	Misure di miglioramento della connettività delle componenti. Tutela processi di migrazione animali. Copertura forestale. Agricoltura locale, ecologica e diversificata. Reti ecologiche. Comunità territoriali

Tabella 1: Relazione tra gli ambiti di incidenza delle minacce che possono affliggere un ecosistema naturale e gli aspetti caratteristici della resilienza. Fonte: rielaborazione propria considerando le caratteristiche dell'indice EVI (Environmental Vulnerability Index).

Il tema della biodiversità nella valutazione delle performance generale di un ecosistema e dei suoi componenti è quello che Costanza definisce come "salute" dell'ecosistema (Costanza, 1992).

A questo proposito riportiamo di seguito una sintesi degli indici e indicatori che delle valutazioni quantitative della salute dell'ecosistema in generale e della resilienza o della vulnerabilità in particolare.

- INDICE DI SALUTE DEL SISTEMA COMPLESSO

Si calcola moltiplicando il vigore per l'organizzazione e la resilienza: $HI = V \cdot O \cdot R$.

Il Vigore è una misura cardinale dell'attività, del metabolismo e della produttività primaria del sistema ecologico.

L'Organizzazione del sistema considera la diversità e il grado di connettività tra i componenti biotici e abiotici del sistema (indice 0-1)

La Resilienza (indice 0-1)

- INDICE DI ASCENDENZA di Nortone Ulanowicz

Studio della differenza tra crescita e sviluppo di un ecosistema è basato sul concetto di ascendenza e fornisce un'interpretazione quantitativa e qualitativa. Per il calcolo, quindi, sono necessari tutti i trasferimenti che si verificano nel sistema. Lo stesso studioso definisce ascendente, «il prodotto di due componenti: l'informazione contenuta nella rete ecologica, chiamata Average Mutual Information (AMI), e il Total System Throughput (TST). La prima è legata allo sviluppo del sistema, l'altra alla sua crescita». Questo significa che se aumenta la diversità delle componenti di un sistema, aumenta la funzionalità e diminuiscono i disturbi, l'ascendenza aumenta e quindi la resilienza del sistema. Di fatto, come ricorda Tiezzi gli ecosistemi tendono naturalmente alla massimizzazione dell'ascendenza, che può essere

valutato secondo Ulanowicz, riportando la rete d'analisi delle funzioni goal approfondita da Fath, Patten e Choi nel libro *Complementary of Ecological Goal Function*:

(Max) ASC= AMI * [f(0)+ f(1)+ f(2)] dove

AMI= average mutual information, cioè l'indicatore d'informazione;

f= flusso x

Per ultimo è importante menzionare l'INDICE DI VULNERABILITÀ AMBIENTALE EVI (Environment Vulnerability Index), che venne sviluppato nel 2004 da UNEP (United Nations Environment Programme) e SOPAC (South Pacific Applied Geoscience Commission). Questo indice, valuta la vulnerabilità di un paese a rischio di shock esogeni e promuove, quindi, progetti che aumentino la resilienza ambientale. È significativo vedere che paesi come Spagna e Italia, paesi sviluppati, abbiano un livello di vulnerabilità molto alto, soprattutto l'Italia, mentre tra i 13 resilienti troviamo molti paesi dell'Africa centrale e meridionale.

Gli indici di salute del sistema complesso e di ascendenza si riferiscono all'ecosistema naturale e valutano lo stato dell'ecosistema legato alle sue funzioni metaboliche, alla produttività e alla connettività degli elementi. Con quello di vulnerabilità ambientale EVI viene introdotta la variabile antropica accanto a quella ambientale, nell'ottica di creare uno strumento che potesse valutare la vulnerabilità ambientale e accompagnare la valutazione della vulnerabilità sociale ed economica all'interno delle analisi dei processi di sviluppo sostenibile. È uno studio interessante che considera e sottolinea l'importanza della tutela del territorio non solo per quanto riguarda la diversità biologica, ma anche del patrimonio ambientale, facendo riferimento alle reti ecologiche, al contenimento della pressione antropica e al ripristino della continuità territoriale. Sottolinea quindi l'importanza di estendere l'analisi a livello territoriale, riconoscendo il ruolo fondamentale del territorio nell'attivazioni di progetti e dinamiche che siano efficaci per il miglioramento della vulnerabilità dei sistemi antropizzati.

Partendo da questo approccio, il passo successivo che ci interessa fare è capire come inserire il fattore sociale. Partendo dalla definizione di neoeosistema che può essere sintetizzato in tre componenti fondamentali: la struttura fisica, i processi e gli individui. Rispetto alle minacce che infliggono il neoeosistema, quali il cambio climatico e la diminuzione di benessere individuale, sono stati individuati gli ambiti di incidenza della minaccia e l'aspetto della resilienza che deve essere considerato e sviluppato per le tre componenti fondamentali del sistema stesso. Il risultato è sintetizzato nella tabella sotto.

	CAMBIO CLIMATICO		DIMINUZIONE DEL BENESSERE INDIVIDUALE	
NEOCOSISTEMA	AMBITO DI INCIDENZA	ASPETTO DELLA RESILIENZA	AMBITO DI INCIDENZA	ASPETTO DELLA RESILIENZA
STRUTTURA FISICA	Modello energetico Mod. di gest. idrica Mod. gestione ciclo materia Mod. occupazione del suolo Biodiversità	Adattamento al modello di efficienza e capacità passiva dei tessuti urbani (edifici e spazio pubblico)	Servizi Residenza Mobilità urbana Spazio pubblico Attività Popolazione Economia Partecipazione	Pianificazione urbanistica ecologica
PROCESSI	Modello energetico Mod. di gest. idrica Mod. gestione ciclo materia Mod. occupazione territoriale Biodiversità	Misure di miglioramento dell'efficienza (energetica e idrica) Materializzazione della gestione delle risorse Conservazione della biodiversità urbana	Servizi Residenza Mobilità urbana Spazio pubblico Attività Popolazione Economia Partecipazione	Capacità di autogestione (attività economiche e sociali) Desmaterializzazione dell'economia

NEOCOSISTEMA	AMBITO DI INCIDENZA	ASPETTO DELLA RESILIENZA	AMBITO DI INCIDENZA	ASPETTO DELLA RESILIENZA
INDIVIDUI	Modello energetico Modello di gestione idrica Modello gestione ciclo materia Modello occupazione territoriale Biodiversità	Sensibilizzazione e riduzione della domanda	Servizi Residenza Mobilità urbana Spazio pubblico Attività Popolazione Economia Partecipazione	Abitabilità degli spazi urbani Sensibilizzazione Relazione dell'individuo con l'ambiente (rurale e urbano)

Tabella 2: Relazione tra gli ambiti di incidenza delle minacce che possono affliggere un neo-ecosistema e gli aspetti caratteristici della resilienza. Fonte: Rielaborazione propria considerando il documento *Assessing Resilience In Social-Ecological Systems - A Workbook For Scientists* (Resilience Alliance, 2007)

Nella tabella viene sottolineata la responsabilità dell'individuo nei processi urbani e nel mantenimento della qualità degli stessi. Questo perché stiamo analizzando un luogo complesso, ricco di connessioni, relazioni e non solo di elementi fisici.

Pensiamo allo spazio pubblico: cosa significa "riscoperta e valorizzazione degli spazi pubblici"?

Se da una parte è necessario pensare al degrado fisico di questi spazi, al livello di inquinamento e di comfort ambientale, dall'altra è fondamentale valutarne il valore d'uso e di interazione sociale. Sono spazi di relazione (piazze, parchi, strade pedonali e alberate, orti, spazi comunitari) e di transizione tra l'interno e l'esterno (porticati, patii). Mutando le dinamiche urbane, la vita cittadina si è sempre più allontanata dalle strade e di conseguenza le strategie di controllo del comfort termico alla scala urbana perdono di vista la relazione con la qualità di vita degli individui che abitano le città, portando a un problema sempre maggiore di esclusione sociale.

Nell'articolo *Mesures de qualitat de vida i satisfacció ciutadana: noves tendències, subjectivitat i canvi d'escala* Català e Angell propongono un'analisi interessante sui caratteri della qualità della vita e della soddisfazione dei cittadini, cercando di individuare quali siano i beni e servizi che il cittadino può incontrare a scala locale, rispetto alla necessità di ogni individuo. Da una parte pongono in evidenza gli elementi collegati alla morfologia e ai caratteri dell'edificato come degli spazi pubblici e ai servizi e alle opportunità offerte dalle strutture urbane, che chiamano sussistenza. Dall'altra quelli legati a caratteri più sociali, come la riproduzione che pone l'accento sulla cura delle fasce deboli (donne, anziani e bambini), la sicurezza, sia negli spazi privati che in quelli pubblici, la cura dei malati, anziani e diversamente abili e l'affetto, considerando la tolleranza, il rispetto e la solidarietà come beni della comunità. Infine, viene approfondito il tema di qualità di vita come accessibilità a diverse possibilità e servizi: l'accesso alle informazioni, la partecipazione rispetto ai canali messi a disposizione, l'accesso a spazi e attività ricreative e per il tempo libero, la possibilità di coltivare la propria spiritualità, creatività e espressione emozionale. Tutti questi sono resi possibili, da una buona dotazione sicuramente, ma anche dalla costruzione della libertà individuale, legata sia alla presenza di mezzi di trasporto e alla mobilità, come alla diversità di servizi e possibilità di ampliare e condividere la propria conoscenza. Infine molto interessante, la valutazione del senso di identità come appartenenza a determinati luoghi e il riconoscimento in determinati atti culturali o di incontro comunitario. (Angell, N. 2007). Questo si ricollega alla prestazione fondamentale negli spazi urbani aperti, l'interazione tra flussi naturali e ambiente che Lynch ha definito "consonanza dei cicli naturali" nell'ambiente costruito. Fa riferimento ai contesti urbani contemporanei che generano spazi interstiziali, aree agricole intercluse, nuovi luoghi di incontro/scambio, che si affiancano alla tradizione storica degli spazi urbani mediterranei di relazione, quali piazze, logge, strade, portici, che creano uno scambio a livello ambientale e produttivo, oltre a favorire la prossimità con le grandi aree verdi.

Sono state approfondite diverse metodologie e indicatori quantitativi che valutano la resilienza nelle varie macro-categorie e ambiti d'interesse. Sicuramente nella valutazione dei contesti naturali si ha la facilità di poter restringere l'analisi al funzionamento e ai caratteri di un sistema complesso autosufficiente. La valutazione, invece, dei contesti antropizzati si complica perché esistono dinamiche sociali che non possono essere descritte nella loro interezza solo con strumenti prettamente quantitativi, soprattutto se pensiamo a un modello autosufficiente e, quindi, fondato su dinamiche e stili di vita che dipendono dall'efficienza del sistema ambientale/urbanizzato e dalla sufficienza di quello sociale, per quanto riguarda gli stili di vita individuali e la capacità di organizzarsi e supportarsi delle singole comunità e dei sistemi alternativi di consumo e di produzione che non rientrano nei sistemi globalizzati.

Analizzare la resilienza di un neoeosistema implica, quindi, affrontare la riqualificazione urbana con processi di rigenerazione complessi – cognitivi, sociali, produttivi e di assetto fisico - che permettano di rimodulare il metabolismo urbano (riducendo drasticamente i flussi di energia da fonti fossili, e quelli di materiali e incentivando quelli da fonti rinnovabili localmente disponibili ed i processi di riuso, condivisione, riciclaggio..) e sviluppare alti livelli di biodiversità che concorra a generare spazi comuni altamente “consonanti” cioè con prestazioni di benessere polisensoriale, di sollecitazione dei sensi e di sostegno dei ritmi naturali molto elevate (Lynch, 2008) pur rispondendo alle esigenze funzionali convenzionali (mobilità, sicurezza ecc..). Naturalmente la consonanza urbana richiede un riequilibrio delle attività situate: configurazioni di nuove “mixité” in grado di dar vita a quei ‘villaggi di città’ legati allo sviluppo locale: attività produttive locali (di riciclaggio, manutenzione, agricole di telelavoro ecc) ecc in gradi di ridurre sostanzialmente la necessità di mobilità casa/ lavoro ridimensionando le infrastrutture di trasporto per accesso ai servizi rari. Gli alti livelli prestazionali di consonanza si raggiungono con strategie rigenerative attivate da neoeosistemi virtuosi attraverso processi gradualmente e partecipati che negli ultimi trent’anni hanno avuto esiti estremamente interessanti. Si pensi ai piani strategici attuati con la logica di circolarità culturale, sociale e ambientale ben collaudata a partire dalla fine degli anni ‘ 70; coinvolgono generalmente un livello di politiche condivise e basate sulla partecipazione dei cittadini rispetto ai problemi che più toccano da vicino la qualità ambientale della vita quotidiana e che implicano una dimensione evolutiva caratterizzata da fasi di valutazione delle prestazioni (autovalutazione e/o post occupancy evaluation) e riorientamento dei processi.

Emerge, quindi, l'importanza di consolidare il legame con i luoghi che formano i territori, elemento intrinseco nella stessa definizione di neoeosistema, che sottolinea l'importanza che i luoghi antropizzati abbiano una forte identità comunitaria, siano incontro di eventi culturali e naturali e quindi valorizzino tanto il capitale naturale quanto quello sociale.

3.2 Il ruolo della resilienza nella valutazione della forma urbana: analisi del ciclo dell’acqua

Come abbiamo visto, il concetto di resilienza è legato a molteplici ambiti e categorie d’interesse. Le prime domande fondamentali che dobbiamo porci nella ricerca, sono quindi: la resilienza di cosa? E per cosa?

La ricerca mira a comprendere e definire il modello teorico del neoeosistema resiliente, partendo dall’analisi dei sistemi contemporanei. Come si costituisce e quali sono le potenzialità di una città resiliente?

Nel congresso Resilience Cities del 2011 vengono definite delle linee guida interessanti per la valutazione, quantitativa e qualitativa della resilienza. L’elemento fondamentale è l’esplicitazione del fatto che, parlando di città, l’analisi della resilienza non può vertere solo sul concetto di adattamento degli elementi del sistema al cambiamento climatico, ma deve considerare anche la qualità e il rendimento del sistema stesso. Questo significa che dipende dai caratteri morfologici stessi, dagli elementi identitari, dalle comunità che vi abitano, quindi, tanto dalla qualità intrinseca delle componenti quanto dalla qualità di vita dei luoghi interessati, strettamente relazionati alla qualità della forma urbana e l’identità con il territorio.

Esistono, infatti, alcuni parametri capaci di rispondere e non solo agli aspetti di comfort e quindi di pura soddisfazione della domanda, ma anche alle esigenze psicofisiche umane e di vivibilità sociale. Questi parametri si basano sulla forte relazione tra i valori dell’uomo e la forma fisica della città, intendendo come forma della città «la struttura spaziale che ospita le attività delle persone, il flusso di persone, di merci e informazioni che ne deriva e le configurazioni fisiche che intervengono a modificare lo spazio in modo» (Lynch, 1981).

Lynch individua cinque dimensioni prestazionali (performance) per giudicare la forma urbana e indicare aspetti su cui eventualmente intervenire: *vitality*, capacità di un insediamento di garantire il benessere fisico, *sense*, capacità di favorire l’identificazione e l’orientamento, *fit*, capacità di accogliere agevolmente le attività, *access*, capacità di facilitare il raggiungimento di zone e nodi e *control*, la capacità di rendere possibile una cura e una gestione diretta dei luoghi da parte di chi e fa uso effettivamente. Questa lettura della città sottolinea come non siano solo importanti i caratteri specifici di un insediamento, ma anche (e soprattutto) le dinamiche che concorrono a modificarli. Questo significa che il rapporto tra la forma urbana e l’acqua passa attraverso l’uomo, la società.

Come ricorda Bevilacqua nel suo testo *Tra natura e storia*, la natura e il lavoro umano sono i soggetti che producono ricchezza e quindi benessere. Questo significa che quando l’uomo dimentica questa dualità, espropriando le risorse naturali come fossero un dettaglio sostituibile o prescindibile, uno stock sempre disponibile, di fatto mette in pericolo la sua stessa sopravvivenza. «L’albero che cresce e dà frutti non è solo il risultato del coltivatore che pianta il seme,

fornisce il concime e cura lo sviluppo, ma e anche l'esito del lavoro oscuro delle radici e della chimica del suolo del libero e gratuito irraggiamento del sole, del vento e della pioggia. [...] Dunque anche sotto questo aspetto, i dati naturali, manipolati nel corso del tempo dagli uomini, e perciò divenuti storici, sono protagonisti attivi della produzione materiale» (Bevilacqua, 2009).

Pensiamo un momento alla risorsa acqua e alle sue implicazioni con l'operato dell'uomo, tanto nella sua stretta relazione con la forma urbana che considera da una parte la interconnessione con le attività artigianali, produttive e ludiche e dall'altra le opere idrauliche per lo sfruttamento come energia, per veicolare della materia organica e per le bonifiche agricole. La scelta del ciclo dell'acqua non è casuale, infatti, costituisce uno degli elementi fondamentali, una delle matrici più profonde nel radicamento degli insegnamenti umani sulla terra, avendo un ruolo centrale nell'attività umana e della natura nel suo insieme. A parte le proprietà indispensabili per la sopravvivenza umana e vegetale, è un elemento essenziale per il metabolismo della città e incide come fonte d'energia e come nutriente essenziale. In questo senso, l'acqua è stata e continua a essere un vettore fondamentale di modellazione ed equilibrio della forma urbana. Tale carattere di resilienza era chiaramente visibile nella città tradizionale in cui l'acqua era, da una parte, elemento fondamentale di nutrizione, personale dell'individuo e del territorio urbano e, dall'altra, elemento fondamentale di organizzazione urbana. Da una parte, infatti, l'approvvigionamento dell'acqua potabile risultava essere l'elemento dominante nella conformazione delle città, dalla localizzazione alle prime opere di ingegneria idraulica. Dall'altra il ritorno dei nutrienti al suolo era fondamentale per il mantenimento della fertilità dei terreni circostanti, che si basavano su un equilibrio sostanziale tra gli elementi estratti dall'ambiente e la loro compensazione o il loro ritorno allo stesso per poter garantire la capacità produttiva del suolo.

Questo insegnamento è chiaro nelle città tradizionali, che riconosciamo come modelli resilienti in completa e necessaria armonia con l'ambiente circostante. In questi neoeosistemi l'acqua giocava un ruolo determinante, era l'elemento d'orditura e di strutturazione, superficiale e sotterraneo, della forma urbana e quindi elemento fondamentale di definizione dello spazio antropizzato. In epoca moderna, nel mondo occidentale, l'acqua è stata invece vista come materiale da sfruttare, in termini di semplice abbellimento estetico o di una funzionalità priva di connessione con più ampie implicazioni. Con la città moderna, infatti, si ha avuto l'impressione di poter compensare e equilibrare questo ciclo a una scala che non era più quella locale. Colpevole di questa illusione è stato, sicuramente, il progresso che, nell'800, ha iniziato a beneficiare la produzione (industriale), i trasporti, il settore chimico e l'agricoltura. In questa nuova prospettiva di sviluppo e benessere illimitato le prime epidemie hanno giocato un ruolo di accelerazione della domanda di cambiamento da parte della società. Pertanto le città europee ottocentesche di fronte alla crescita demografica urbana e alla grande paura legata alle epidemie, non hanno considerato rilevanti i possibili costi ambientali.

Di fatto, l'aumento della popolazione urbana ha aumentato i consumi metabolici della città e soprattutto dell'acqua, che, com'è facile immaginare, era sempre il materiale più abbondante. Aumentarono inoltre i problemi legati all'igiene. Questo ha significato per la città moderna la necessità di una crescita e un'infrastrutturazione rapida che non si basasse più sul modello tradizionale organico ma sullo sviluppo illimitato; anteporre l'efficienza del processo alla sufficienza. Si posero, quindi, due questioni: quale sia il limite, il livello di sufficienza del neoeosistema, e quanto sia importante un cambio di comportamento a livello individuale e collettivo.

La forma urbana è, quindi, espressione e conseguenza di questi processi, in quanto la morfologia delle città dipende tanto dalla idrogeologia del suolo quanto dai processi metabolici, produttivi e sociali della stessa. Pertanto in essa si possono leggere le relazioni tra gli elementi del sistema. Partendo quindi dalla configurazione urbana tradizionale rispetto alla sua idrografia, l'ipotesi è di investigare il cambiamento avvenuto con l'età industriale, per poter individuare gli elementi che marcano il carattere di resilienza nel neo-ecosistema contemporaneo in modo da poter dedurre una valutazione del livello di resilienza del ciclo dell'acqua delle città attuali e delle strategie di miglioramento in tale direzione.

Pertanto, risulta necessario, nell'analisi della resilienza dei neoeosistemi, la lettura e la comprensione dell'evoluzione dell'idrografia e della forma urbana, in quanto consente di ricostruire gli elementi del capitale naturale e sociale e le loro relazioni, nella connessione con il territorio circostante. Questo significa comprendere il neoeosistema sia in grado di reagire di fronte a un trauma, di imparare e quindi di trasformarsi per ricostruire l'identità del luogo, grazie alle relazioni delle diverse esperienze attive.

«La vita degli uomini risponde alle ingiunzioni dell'ambiente, ma le aggira anche, se ne libera per impigliarsi in altre reti» (F.Braudel, 1994).

PARTE II. Definizione della metodologia utilizzata

1 Approccio qualitativo

1.1 Barcellona: Acqua potabile - Acqua e agricoltura - Acqua ed energia - Acqua e società

Nonostante la leggenda che racconta che la fondazione dei *Barcino* si deve al cartaginese Amilcare Barca, padre di Annibale, l'ipotesi più attendibile è che la fondazione sia avvenuta intorno al 300 a.C. da parte di una popolazione di origine libera. In seguito furono i Romani a riorganizzare l'insediamento che aveva il suo centro nell'attuale plaza de Sant Jaume. Gli stessi si occuparono di realizzare le opere di ingegneria idrica di cui ancora esistono tracce nella città. La prima opera importante, come avvenne nella maggior parte delle città di origine romana, fu l'acquedotto che trasportava le acque dalle fonti di Montcada alla città.



Immagine 13: Planimetria dell'acquedotto romano. Ipotesi di H. A. Orenge e C. Miró. Fonte: Guàrdia, 2011

La struttura era sotterranea e solo all'ingresso della città si alzava attraverso degli archi monumentali che distribuivano l'acqua potabile alle differenti fonti che erano essenzialmente di uso pubblico (le fontane e le terme).

Con il declino della città imperiale le grandi infrastrutture romane vennero progressivamente abbandonate dando spazio ai pozzi pubblici, il cui numero aumentò esponenzialmente, diventando l'unico sistema di approvvigionamento.

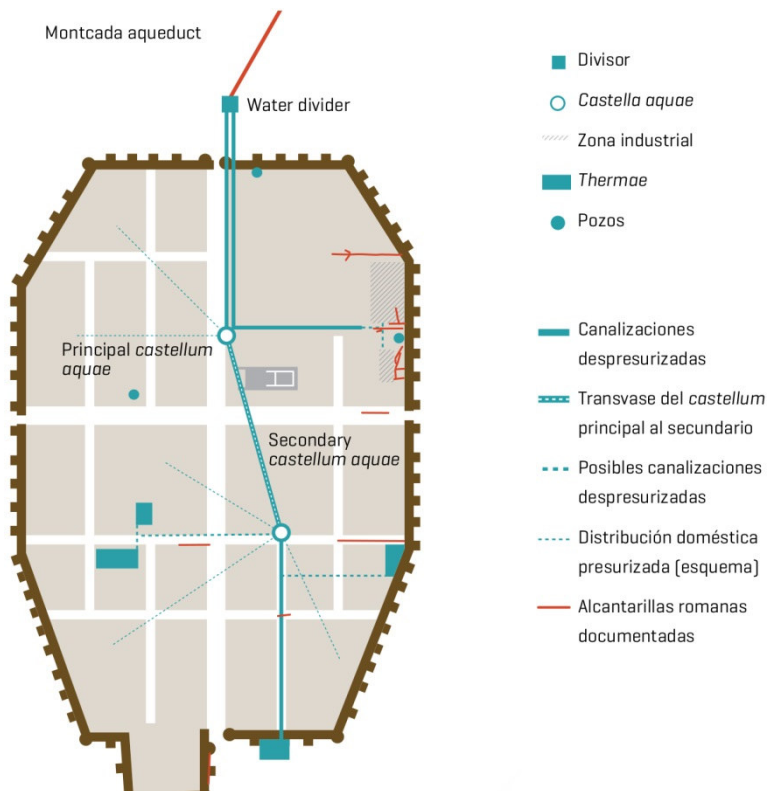


Immagine 14: Schema della distribuzione dell'acqua potabile all'interno della città romana, con gli edifici rilevanti. Ipotesi di H. A. Orengo e C. Miró. Fonte: Guàrdia, 2011

Durante il basso medioevo, intorno al XI secolo viene costruito la *Acequia Condal* (chiusa) *Condal* che segue lo stesso percorso dell'acquedotto, con dimensioni e portata d'acqua differenti, in quanto costruito per muovere i mulini e irrigare le acque adiacenti alla città.

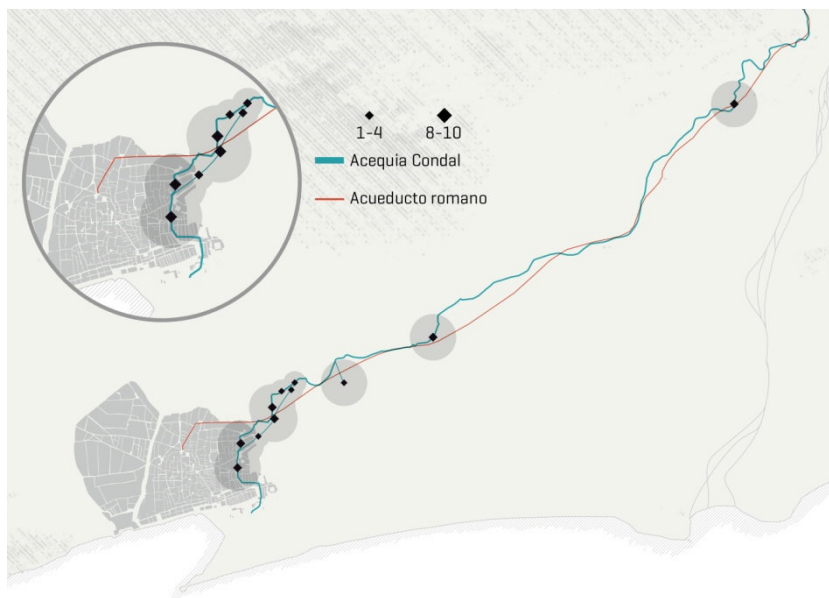


Immagine 15: Schema dell'*Acequia Condal* nell'età medioevale, con gli edifici rilevanti. Ipotesi di H. A. Orengo e C. Miró e Pere Ortí. Fonte: Guàrdia, 2011

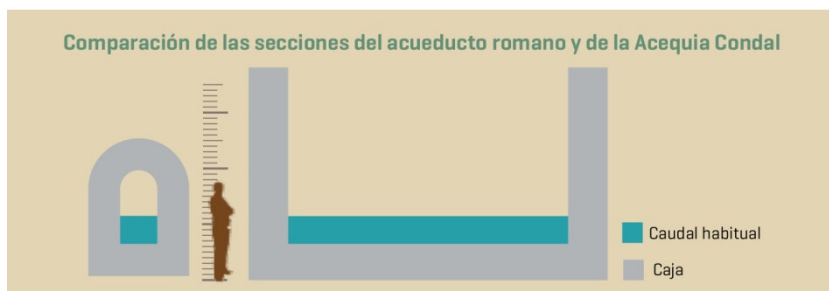


Immagine 16: Sezioni esemplificative dell'acquedotto e dell'*Acequia Condal*. Ipotesi di H. A. Orengo e C. Miró. Fonte: Guàrdia, 2011

Questo significa che il bene acqua diventa un bene produttivo, necessario per il sostento produttivo della città, l'agricoltura e le attività artigianali. Di fatto nella città medioevale nel 1518 si contano nella città quattro mulini e una moltitudine di attività artigianali e produttive, che sostenevano l'economia urbana e che si localizzavano vicino alle due opere idrauliche principali, per la loro dipendenza dall'acqua, come si vede bene nella planimetria.



Immagine 17: Planimetria della città medioevale con l'individuazione delle attività principali, dei mulini, dell'acquedotto, dell'*Acequia Condal* e del sistema di canalizzazione irriguo. Fonte: Guàrdia, 2011

Se si nota l'acqua è l'elemento che plasma la forma stessa urbana e tanto la vita economica come quella sociale. Plasmava la città, i vuoti urbani, le piazze, la morfologia degli edifici che davano direttamente ai corsi d'acqua, e quelli invece più senza accesso diretto. Questo ruolo è sostituito oggi dai tracciati viari.

A partire dal XIV secolo la richiesta d'acqua inizia ad aumentare in quanto si amplia l'accesso diretto alle istituzioni ospedaliere e religiose e anche a delle case private che avevano alcuni privilegi per importanza sociale. Iniziano da parte dei Consiglieri della città molte opere di conservazione e ampliamento delle fonti e delle mine di prelievo dell'acqua potabile e di conseguenza la necessità di gestire le attività relazionate all'acqua da parte di figure specifiche:

“il maestro delle fonti”. È della metà del XVII secolo il famoso *Libre de les fonts de la present ciutat de Barcelona*, redattato e scritto dal maestro delle fonti Francesc Socles. La rilevanza di questo documento, come si potrà immaginare, risulta fondamentale per conoscere in dettaglio la conformazione idrografica della Barcellona pre-industriale, in quanto in essa sono rappresentate e descritti tutti i pozzi, le fontane e le mine che fornivano acqua alla città.

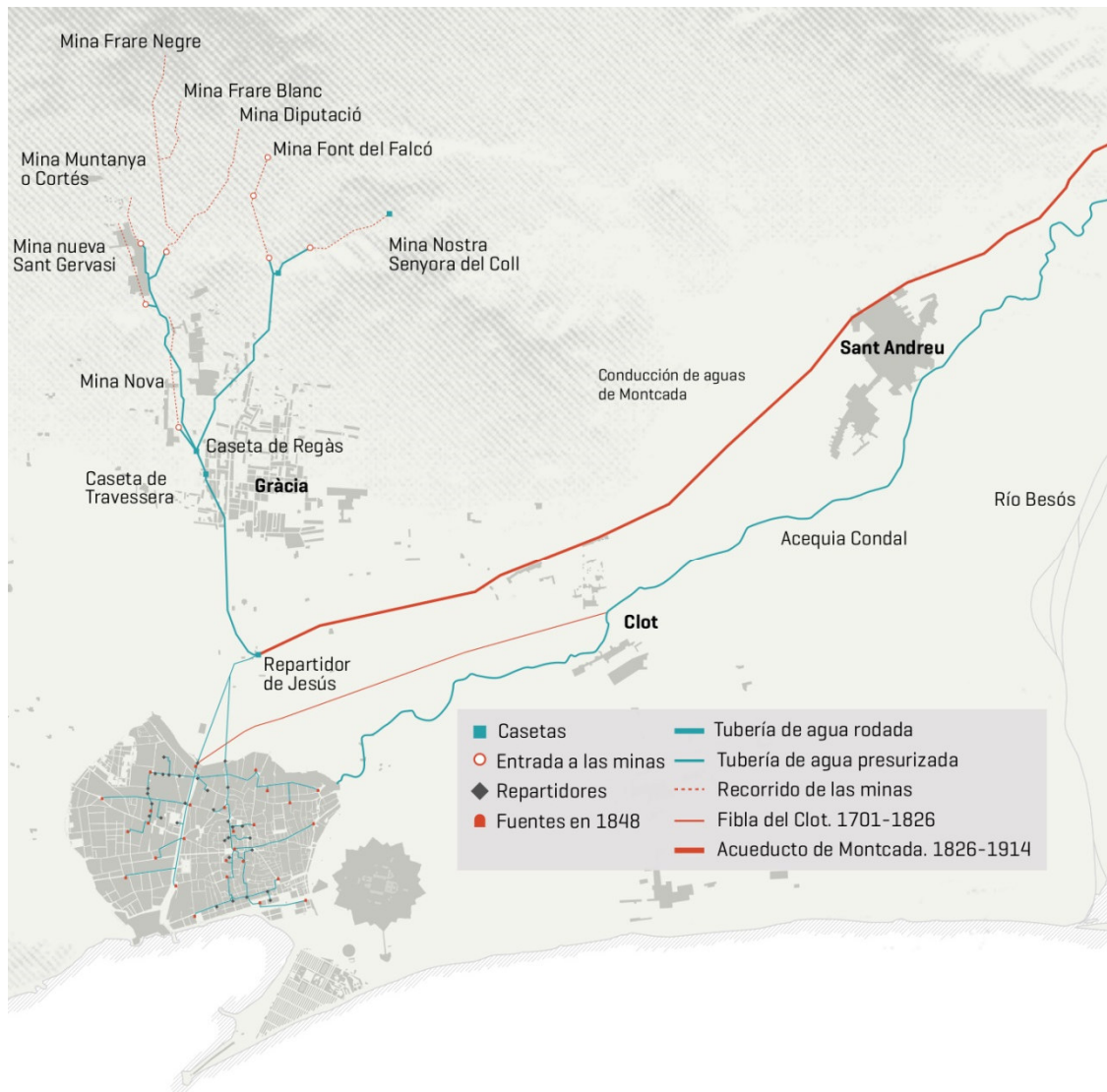


Immagine 18: Planimetria con sistema di captazione e distribuzione delle acque nella metà del XIX secolo. Restituzione ipotetica: M. Guàrdia. Documentazione: X. Cazeneuve, A. Cubeles. Disegno: A. Cerezo, H. A. Orengo. Fonte: Guàrdia, 2011

Come si vede nell'immagine, una canalizzazione realizzata nel 1701 portava l'acqua al *Clot*. Il canale, all'aria libera risultò essere una soluzione insufficiente e soprattutto poco insalubre per i due insediamenti. Inoltre, un'altra opera realizzata dal Comune nel 1778 fu la mina di *Montcada* a nord, che aveva come obiettivo l'aumento dell'a portata d'acqua che entrava nella città. Nel 1822 viene ampliata ulteriormente e tra il 1824 e il 1826 venne costruito l'acquedotto di *Montcada* a Barcellona, finanziato grazie alla vendita di *plumas*⁵ d'acqua potabile ai privati.

Un'altra fonte importante di approvvigionamento dell'acqua potabile erano i numerosi pozzi, fondamentali per le attività agricole, artigianali e domestiche.

5 La *pluma* era un'unità di misura della quantità d'acqua che variava rispetto alle diverse località. Per esempio a Barcellona equivaleva a 2200 litri/giorno, a Lleida 2160, Tarragona 3327, Reus e Valls 2459 e Mataró 7405 l/gg

1.2 Le crisi dell'acqua

L'attività industriale utilizzo l'acqua di falda in maniera intensiva. A questa domanda sempre maggiore d'acqua, si sommarono i primi problemi legati alla qualità della stessa. In molti casi infatti i pozzi di acqua potabile si trovavano vicino a i patii dove erano situati anche i pozzi neri. Questa vicinanza poteva portare, a lungo tempo, dipendendo anche dall'impermeabilizzazione degli stessi, alla contaminazione dell'acqua di falda per filtrazione. Inizia quindi a diffondersi la convinzione che l'acqua sia il veicolo della trasmissione del colera che ha colpito l'Europa alla fine del XIX secolo, relazionata alla scarsa igiene della città in repentina espansione a causa del processo di urbanizzazione in corso. Inizia ad avere abbastanza riscontro la teoria del miasma che considera che la causa dell'epidemia di colera sia da ricercare negli odori sgradevoli che caratterizzavano delle nuove città. Questo significa che si deve prestare maggiore attenzione allo spazio pubblico, favorendo una buona circolazione dell'aria e dell'acqua, creando fonti la cui qualità sia testata, rinnovando il sistema di smaltimento delle acque nere e grigie che dà luogo alle prime fognature e quindi le pavimentazioni delle strade e a loro pulizia e manutenzione. Alla fine dello stesso secolo, però viene abbandonata e viene accettata la teoria della trasmissione microbica. Questo non fu sufficiente per bloccare le opere idrologiche in corso che miravano all'isolamento della popolazione e degli spazi pubblici dalle fonti d'acqua, in quanto ormai la teoria del miasma aveva preso corpo all'interno della società

La popolazione cresce e con esso si cerca di vincolare in modo preciso l'igiene delle nuove città, tanto del centro come dei sobborghi. In questo cambio i sistemi urbani possono contare con uno sviluppo nel settore tecnologico e chimico considerevole, che modifica sostanzialmente la condizione dell'acqua. Diventa anch'essa un prodotto industriale, la cui domanda cresce esponenzialmente nel settore privato, infatti, a Barcellona, la somministrazione dell'acqua per il nuovo Eixample diventa il principale problema da risolvere.

1.3 L'evoluzione della relazione tra l'acqua e la forma urbana e la crisi attuale di sostenibilità

L'Eixample rappresenta il nuovo progetto di sviluppo della città di Barcellona, dopo i tentativi da parte della popolazione di demolire le mura medioevali, avvenuti tra il 1841 e il 1843. Nel 1854, infatti, il governo autorizza l'abbattimento delle mura e autorizza l'architetto Idefonso Cerdà a realizzare il rilievo topografico della città, al quale seguirà nel 1860, la realizzazione del Piano Cerdà.

Fa seguito un aumento considerevole della popolazione, che portò con sé il problema del somministro dell'acqua potabile. Il Comune non riuscì a rendere operativi i molteplici progetti portati avanti per aumentare la portata del Montcada, quindi, approfittarono le imprese private cercando di acquisire il monopolio de somministro di acqua potabile nel quartiere.

Tra gli anni '70 e '80 del XIX secolo la *Sociedad de Crédito y Fomento de Barcelona*, diede a Josep Oriol Mestres l'incarico di progettare la *Torre de las Aguas*, come deposito per il quartiere. Nel 1857, la *Sociedad Palau, Garcia y Cia* aveva iniziato un progetto di derivazione delle acque sotterranee delle valli di *Dosrius*, ma non trovando il capitale da investire venne acquisita dalla *Compañia de Aguas de Barcelona*, che si costituì a Lieja nel 1867, stesso anno della costruzione della Torre delle acque. L'anno successivo il progetto di derivazione delle acque delle valli di *Dosrius* ottenne la dichiarazione di utilità pubblica e nel 1871 si iniziò a commercializzare l'acqua. Nel 1873 la realizzazione della rete di *Gràcia y Sant Gervasi* era già abbastanza, mentre la parte che interessava l'Eixample e il centro storico era ancora all'inizio.

Nel 1881 iniziarono i problemi economici della Compagnia delle acque di Barcelonata, quindi entrarono nella società la *Société Lyonnaise des Eaux et de l'Éclairage*, dando vita alla Società Generale delle Acque di Barcellona (SGAB), come vediamo nello schema sotto.

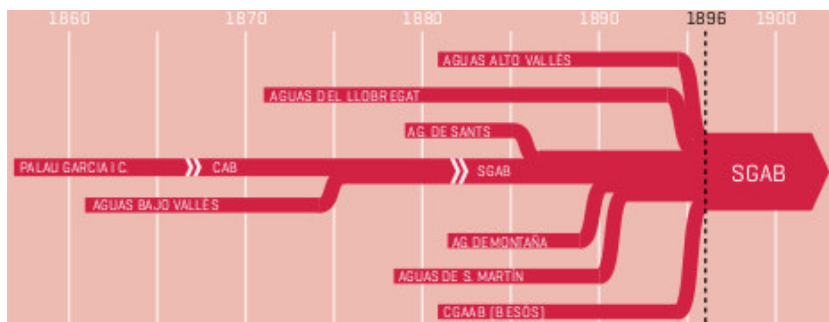


Immagine 19: Le principali iniziative di somministro di acqua a Barcellona e la concentrazione delle imprese in gioco. Fonte: Guàrdia, 2011

Di fatto, tra il 1885 e il 1890, come si vede nell'immagine precedente la maggior parte le opere di canalizzazione e la distribuzione dell'acqua potabile era a carico di diverse imprese, sino a che nel 1896 la SGAB assorbì tutte le imprese di somministrazione dell'acqua potabile, acquisendo l'egemonia.

È necessario sottolineare che il piano Cerdà non considerava una soluzione definitiva rispetto al problema dell'igiene urbana. Sicuramente le limitazioni economiche e la mancanza di un modello specifico da seguire fecero in modo che non fosse possibile dare una risposta chiara a queste carenze durante la costruzione dell'Eixample, che per esempio per anni continuò a dipendere dai pozzi neri. Solo negli anni '80 del XIX secolo iniziarono i primi progetti per la risoluzione del problema igienico, che si focalizzavano nella realizzazione di una nuova rete fognaria, realizzato da Pere Garcia Fària.

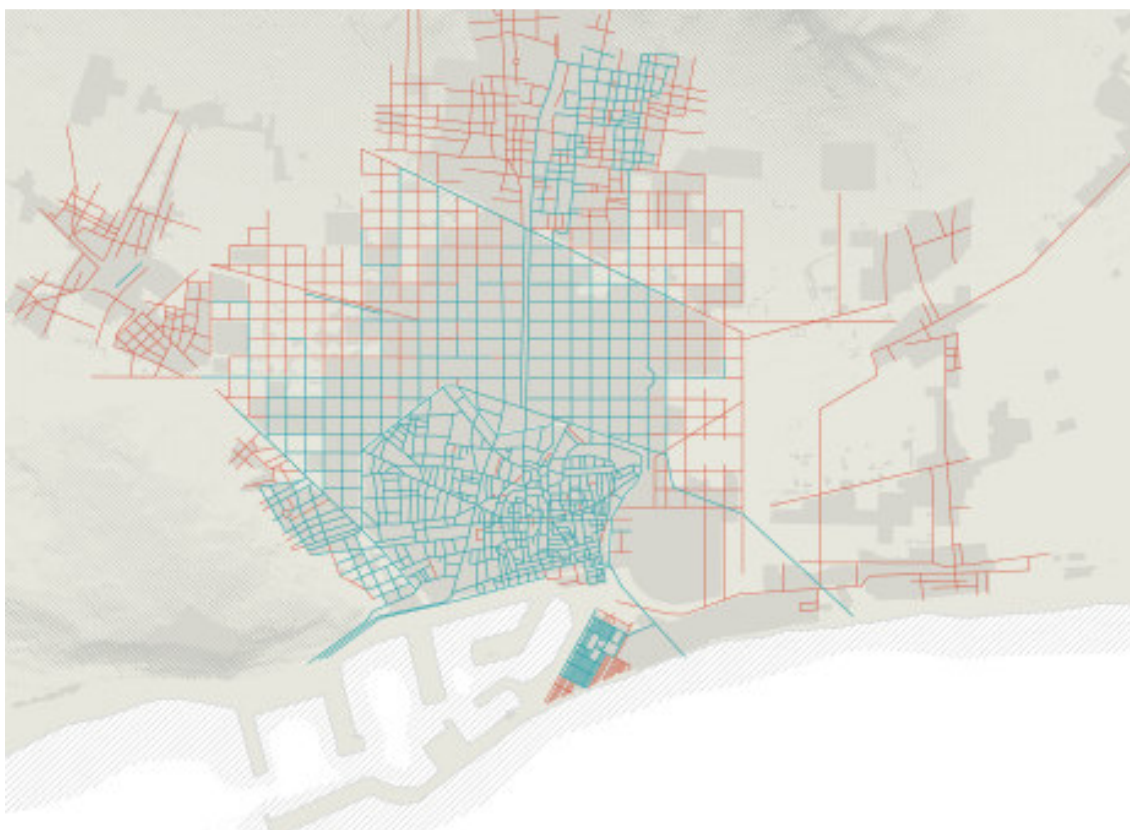


Immagine 20: Evoluzione della rete fognaria a Barcellona tra il 1903 (azzurro) e il 1914 (rosso). Fonte: Anuario Estadístico de Barcelona. Rielaborazione di S. Garriga. Fonte: Guàrdia, 2011

La necessità di una rete fognaria, come accennavamo, coincide con il cambio delle pratiche quotidiane, dovuto anche alla ricerca del miglioramento dell'igiene pubblica e provata nella città. Nell'ambito provato la latrina venne ben presto sostituita con il water closet, più confortevole e igienico, mentre la realizzazione delle vasche da bagno necessitò più tempo, infatti, dovette fare i conti una certa sfiducia da parte soprattutto dei medici per questioni igieniche e morali. In

ogni caso entrambe avevano bisogno di nuovi dispositivi sanitari che richiedevano una quantità minima d'acqua e quindi di nuove infrastrutture per la fornitura e l'espulsione delle acque grigie e nere.

Fu così che nei primi anni del XX il comune di Barcellona riprese in mano e tentò di avanzare nel progetto dell'acquedotto alto di Montcada, aprendo anche il dibattito sulla municipalizzazione dell'opera stessa. Si dovette però confrontare con il timore dei proprietari di dover pagare nuove e laute tasse, un'instabilità politica e l'epidemia di tifo del 1914 che compromise drammaticamente il progetto, mettendo in evidenza la carenza del servizio di fornitura delle acque potabili della città, soprattutto nelle nuove periferie che si crearono tra il 1920 e il 1930.

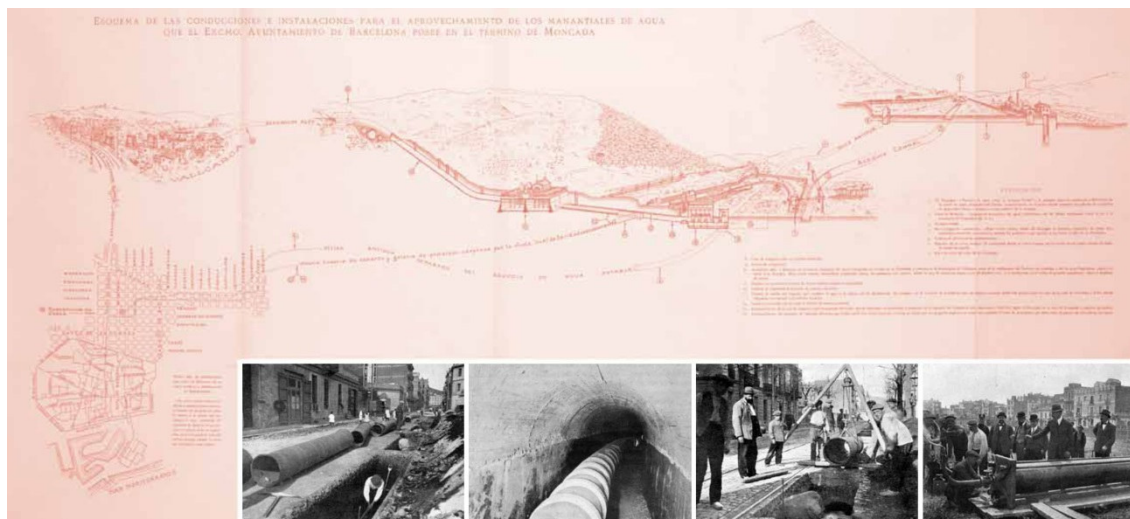


Immagine 21: Schema generale del nuovo sistema di acque di Montcada, 1914- 1920. Fonte: Arxiu Històric de la Ciutat de Barcelona. Fonte: Guàrdia, 2011

Nel 1930 si stimava che 6.780 edifici non disponevano di acqua corrente, che significava circa il 13% del totale. Ad ogni modo la nuova rete di distribuzione dell'acqua in pochi anni modificarono la vita quotidiana della maggior parte delle capitali europee, anche se effettivamente all'inizio i benefici erano goduti quasi esclusivamente dalle classi sociali più benestanti. La crescita del somministro di acqua venne frenato da avvenimenti politico- sociali importanti, come la Guerra civile, le miserie dell'autarchia, e le ristrettezze dell'a seconda Guerra, come la grande migrazione, che definitivamente obbligarono la città a posticipare i lavori che ripresero in modo concreto all'inizio degli anni '60 del XX secolo. Una volta terminata la guerra e in seguito alla parentesi della collettivizzazione, la SGAB riprese il filo dei decenni precedenti. Le tensioni di questi anni avevano privilegiato la captazione delle acque superficiali del Llobregat degli anni '50, che fu il primo passo per l'utilizzo delle acque del fiume, che necessito la formazione della Policia de Aguas a carico della SGAB. A questa fonte di approvvigionamento, negli anni '60 venne aggiunta l'acqua prelevata dal Ter, permettendo la definitiva modernizzazione e generalizzazione del servizio. La rete di prelievo delle acque del Ter venne appoggiata e fomentata dallo stesso Comune di Barcellona e dal Ministero delle Opere Pubbliche, senza critiche amare da parte dell'opinione pubblica a causa del regime franchista. L'obiettivo era quello di prelevare 8.000 l/s dei quali 6500 l/s avrebbero servito Barcellona, mentre i restanti 1.500 l/s i comuni limitrofi. L'acqua veniva portata ai depositi dei rispettivi Comuni e la distribuzione interna era poi a carico delle popolazioni beneficiare.

Si può notare come la transizione dell'acqua coincida con la pubblicazione dell'Informe Meadows, sui limiti dello sviluppo, che segna, di fatto, l'inizio di un nuovo ciclo con una nuova problematica. La conquista dell'acqua mestica, converte il bene acqua in un bene abbondante, accessibile istantaneamente e in modo illimitato e, quindi, in un bene invisibile, dematerializzato in un momento nel quale sarebbe necessario tenere più a mente le limitazioni e la materialità degli ecosistemi terrestri. Comunque siamo ancora in tempo per conservare la memoria e i testimoni fondamentali della nuova cultura materiale; un patrimonio che dovrebbe aiutare a svegliarci e a mantenere la coscienza della storia dell'acqua.

1.4 La formulazione di un modello teorico

Come ricordano Pasquale e Steduto nella prefazione del testo *L'acqua che mangiamo. Cioè l'acqua virtuale e come la consumiamo*, a cura di Marta Antonelli e Francesca Greco, lo slogan utilizzato dalla FAO per la giornata mondiale dell'acqua 2012 è stato "il mondo ha sete perché ha fame", sottolineando l'importanza del ruolo dell'acqua, come risorsa imprescindibile per la sopravvivenza dell'uomo e nella sua stretta relazione tanto con la produzione di cibo che con le attività che interessano il neoeosistema urbano.

Dall'analisi del caso della città di Barcellona, approfondito nel libro *La revolución del agua en Barcelona. Agua corriente y ciudad moderna 1867-1967*, infatti, si può estrapolare una metodologia utile per analizzare l'evoluzione della relazione tra l'acqua e la forma urbana nei due momenti di crisi che ha dovuto affrontare la città contemporanea: la rivoluzione industriale e la crisi attuale di sostenibilità.

CITTÀ TRADIZIONALE	CITTÀ MODERNA	CITTÀ RESILIENTE
Acqua = risorsa naturale fondamentale per uomo e natura	Acqua = stock illimitato	Acqua = bene comune
Buona qualità generale dei corpi idrologici naturali	Peggiora la qualità dell'acqua per scarichi industriali e domestici	Raccolta e trattamento urbano (fitobiologico) dell'acqua piovana. Trattamento suburbano fitobiologico dell'acqua residuale (depuratori)
Forma urbana plasmata dalle attività artigianali e produttive legate all'acqua	Problema igienico: l'acqua è il veicolo di contagio malattie. La forma urbana si modifica indipendentemente dal contesto naturale	Riqualificare i "luoghi d'acqua" e incrementare i loro usi attraverso la partecipazione attiva dei cittadini
Uso della materia organica in agricoltura	Materia organica in fognatura, non utilizzata per concimazione campi. Uso di fertilizzanti chimici	Uso della materia organica per orti urbani e/ o zone verdi urbane e sub urbane
Bonifiche e sistemi di canalizzazione acqua per agricoltura	Abbandono delle campagne. Monocolture	Riappropriazione delle campagne. Modificazione delle ciclo delle colture e utilizzo di colture autoctone.
Usi ricreativi	Scompaiono gli usi ricreativi. Acqua come adorno urbano	Integrazione dei sistemi d'acqua storici nella pianificazione urbana
Produzione d'energia locale (mulini in città e intorno)	Produzione d'energia a scala globale (Centrali idroelettriche)	Produzione d'energia a scala locale (integrazione con altre forme di produzione d'energia per diminuire scala di interesse)
	CRISI INDUSTRIALE	CRISI DI SOSTENIBILITÀ
	Urbanizzazione	Elevata impronta idrica
	Aumento popolazione	Inquinamento
	Aumento domanda idrica ed energetica	Consumo di risorse non rinnovabili
	Nuove tecnologie per pompaggio acqua	Distruzione di fonti di risorse rinnovabili
	Nuovi spazi privati e pubblici	Rottura rapporto città/campagna

Tabella 3: Schematizzazione della metodologia utilizzata per la valutazione della relazione tra l'acqua e la forma urbana, considerando le due crisi della città: quella industriale e quella attuale di sostenibilità. Fonte: Rielaborazione propria.

Dalla tabella emerge in modo chiaro quali sono i caratteri dei tre modelli di riferimento e come la concezione della risorsa idrica come bene illimitato sia la chiave prima della crisi industriale e poi di quella attuale di sostenibilità. Dopo la rivoluzione industriale, i neoeosistemi avevano a disposizione un'abbondanza di capitale naturale, tecnologie avanzate e un sistema efficiente di gestione che poteva essere implementato secondo la richiesta della popolazione anch'essa in aumento. L'aumento considerevole delle dimensioni della città, iniziato con il processo di urbanizzazione alla fine del XIX secolo, non considerava l'effettiva capacità del metabolismo urbano di autogestirsi. Legato a questo aspetto è la perdita di un'identità a scala territoriale che si manifesta con la rottura della relazione tra città e campagna non solo a livello spaziale, ma anche e soprattutto a livello economico, produttivo e sociale. Questo è stato possibile grazie alle nuove infrastrutture che collegavano in modo rapido i vari nuclei urbani e l'utilizzo di fonti non rinnovabili.

I neoeosistemi contemporanei sono il risultato di questa ricerca di sviluppo senza limiti e sono caratterizzati da un'impronta idrica elevata, determinata da uno sfruttamento eccessivo della risorsa non solo per uso domestico, ma anche e soprattutto per uso agricolo, industriale e civile, un elevato livello di inquinamento delle risorse idriche e la distruzione delle fonti rinnovabili.

Partendo dagli elementi che caratterizzano la crisi contemporanea, sono stati i vari aspetti che concorrono a migliorare la capacità adattiva di un neoeosistema rispetto ai suoi componenti: struttura fisica, processi e individui.

COMPONENTI NEOCOSISTEMA		ASPETTO DELLA RESILIENZA			
	Impronta idrica	Qualità	Gestione	Riappropriamento campagna	
STRUTTURA FISICA	Adattamento al modello di efficienza (edifici e spazio pubblico)	Conservazione e implementazione del capitale naturale a scala urbana e territoriale	Valorizzazione e riattivazione dei sistemi idrologici	Pianificazione urbanistica ecologica	
PROCESSI	Misure di miglioramento dell'efficienza e sufficienza produttiva	Misure di depurazione naturale della risorsa idrica a scala urbana e sub urbana	Misure di miglioramento dell'efficienza energetica e idrica	Capacità di autogestione (attività economiche e sociali)	
	Uso risorse rinnovabili	Processi che non utilizzano sostanze inquinanti Utilizzo della materia organica	Uso risorse rinnovabili	Desmaterializzazione dell'economia	
INDIVIDUI	Sensibilizzazione e riduzione della domanda	Sensibilizzazione rispetto all'uso di sostanze inquinanti anche a livello comunitario	Sensibilizzazione e riduzione della domanda	Identità locale	
	Modificazione della dieta alimentare	Raccolta differenziata	Auto-organizzaione degli spazi pubblici	Relazione dell'individuo con l'ambiente (rurale e urbano)	

Tabella 4: Relazione tra gli ambiti di incidenza delle minacce che possono affliggere un ecosistema naturale e gli aspetti caratteristici della resilienza nell'ambito del ciclo dell'acqua. Fonte: Rielaborazione propria.

Vengono sottolineati i vari aspetti di resilienza per le tre componenti del neoecosistema individuate. Per quanto riguarda la struttura fisica è fondamentale una rivitalizzazione della morfologia delle città che valorizzi i sistemi idro-geologici come elemento plasmante della stessa forma urbana. L'obiettivo è quello di ricostruire la relazione tra il sistema antropizzato e quello naturale, tra la città e la sua campagna, in modo che le attività produttive e artigianali ritrovano il loro luogo, senza distruggere la biodiversità e il capitale naturale.

Altro elemento fondamentale è l'evoluzione dei processi del neoecosistema, implementabili secondo una prospettiva di sufficienza e utilizzo di risorse rinnovabili e autogestione tanto delle attività economiche quanto di quelle sociali. Questo comprende l'attivazione di processi che non utilizzino e non producano agenti inquinati per il territorio.

Infine gli aspetti riguardanti gli individui si focalizzano nel cambio di prospettiva dell'acqua come bene comune, che deve essere tutelato per quanto riguarda la sua qualità e l'uso. Questo comporta il rispetto delle relazioni fondamentali che formano i neoecosistemi e che arricchiscono l'identità dei diversi luoghi.

Lo sforzo necessario è di imparare a leggere i segni di cui è ricco il nostro territorio per comprenderne il funzionamento delle diverse componenti prima che la mano dell'uomo imponesse i propri processi. Non significa fare un passo indietro, senza riconoscere gli strumenti che il progresso ha reso disponibili, ma ascoltare le necessità del territorio che ci circonda per riequilibrare tutti quei processi scompensati dalla ricerca di uno sviluppo senza limiti e di una domanda di capitale naturale superiore a quello disponibile.

2 Approccio quantitativo

2.1 individuazione dei parametri utili a descrivere la relazione tra forma urbana e capacità resiliente

Le esperienze di valutazione quantitativa partono da un tentativo comune di rigenerazione urbana che considera alcuni caratteri specifici rispetto le quattro macro-dimensioni considerate (economica, sociale/culturale, fisica/ambientale e governance), quali il reddito, l'occupazione, le abilità personali, la qualità della vita, l'educazione, la criminalità, le abitazioni agevolate, la qualità dei servizi pubblici, le infrastrutture, il rapporto gli spazi costruiti e quelli naturali, i trasporti, le comunicazioni, la natura del processo decisionale locale, l'impegno delle comunità locali, il coinvolgimento di altri gruppi e il tipo di leadership.

Le caratteristiche fondamentali della rigenerazione urbana, sono, quindi, il suo essere un'attività interventista, che si pone trasversalmente tra il pubblico, il privato e i settori comunitari e di volontariato e che per questo può creare cambiamenti nelle stesse strutture istituzionali nel corso del tempo, in risposta al cambiamento di circostanze economiche, sociali, ambientali e politiche. La rigenerazione è un mezzo necessario per mobilitare l'impegno collettivo e per fornire la base per la negazione delle soluzioni appropriate, in modo da poter ipotizzare politiche e azioni per migliorare la condizione nelle aree urbane e sviluppare le strutture istituzionali necessarie a supportare la preparazione di proposte specifiche.

Questo carattere di dinamicità legato alla rigenerazione è ben visibile nella realtà delle Transition Town e nelle altre pratiche proposte, che si sviluppano a partire dalle esigenze della popolazione, della comunità che si informa, documenta e investiga le tematiche legate al picco del petrolio alle emissioni di CO², alla resilienza e all'autosufficienza energetica e alimentare. Questo primo passo di sensibilizzazione e condivisione degli obiettivi principali consente di creare coesione all'interno della comunità e di interrogarsi sulle attività e sui progetti efficaci a livello locale, in modo poi da riuscire a coinvolgere le autorità di pertinenza.

Sono processi virtuosi, che mancano di quella sistematizzazione che consentirebbe loro di creare una visione a medio-lungo termine efficace e catalizzante, manca la metodologia presente è molto salda in Vitoria, costruita intorno ad un modello chiaro di città sostenibile, che, interagendo con l'amministrazione locale, dopo una valutazione dello stato attuale della cittadina presa in considerazione, rispetto a dei parametri soglia di efficienza e sostenibilità, propone scenari di miglioramento a breve/medio periodo.

Le diverse esperienze sono quindi state sistematizzate per definire l'interessante dei parametri significativi che possano descrivere una città resiliente, per comprendere, quanto e come la variazione di questi parametri possa descrivere la l'aumento della capacità adattiva in un dato contesto urbano.

FORMA URBANA	PARAMETRI DELLA RESILIENZA URBANA	Riferimenti
1. Caratteri fisici descrittivi insediamento (capitale naturale e sociale)	<ul style="list-style-type: none">- densità popolazione- caratteri popolazione e mix sociale e inclusione delle fasce deboli- carattere e qualità del tessuto urbano, rispetto l'efficienza della forma- carattere e qualità delle aree edificate- benessere sociale	Indicatori comuni europei Seattle sustainable European Green Cities Index Agenzia ecologia urbana
2. Benessere fisico dell'insediamento	<ul style="list-style-type: none">- qualità dell'aria e distanza da fonti inquinanti- percezione benessere rispetto variabile fisiologica (comfort termico, acustico, visivo)- percezione benessere rispetto variabile psicologica	Agenzia ecologia urbana Ecocities GL4
3. Identificazione e orientamento rispetto caratteri significativi insediamento	<ul style="list-style-type: none">- caratteri degli elementi della morfologia urbana, con valore storico e/o riconoscibilità da parte della comunità- livello di partecipazione e legame alla comunità	Indicatori comuni europei Transition Town

4. Accogliere e agevolmente le attività	- complessità delle attività e ai servizi - promozione, partecipazione e coinvolgimento da parte della comunità	Seattle sustainable Agenzia ecologia urbana Transition Town
5. Facilitare raggiungimento di zone e nodi	- prossimità alle zone e ai nodi significativi, individuati all'interno dell'insediamento - accessibilità a zone e nodi	Agenzia ecologia urbana Transition Town
6. Cura e gestione dei luoghi da parte della comunità	- sensibilizzazione della popolazione rispetto alle tematiche legate alla gestione dell'acqua, all'autosostenibilità energetica, alla diminuzione delle emissioni di CO ₂ e alla chiusura dei cicli produttivi - partecipazione della popolazione alle iniziative legate alle tematiche esplicitate sopra	Transition Town Vorarlberg
7. Metabolismo dell'insediamento, rispetto la capacità di carico	- produzione locale - sufficienza idrica - autosufficienza energetica - diminuzione emissioni CO ₂ - efficienza del sistema - chiusura ciclo dei rifiuti	Agenzia ecologia urbana Ecocities GL4 Transition Town 2000 watt Vrin

Tabella 5: Sistematizzazione delle esperienze di valutazione rilevanti a scala nazionale e internazionale e definizione dei parametri significativi che possano descrivere una città resiliente. Fonte: Rielaborazione propria

2.2 Analisi dei casi rappresentativi di valutazione della sostenibilità e della resilienza rispetto alla forma urbana

Definiti gli ambiti di valutazione della resilienza urbana è stato utile approfondire alcune esperienze significative nel contesto europeo e internazionale, che propongono una valutazione degli insediamenti contemporanei rispetto un obiettivo di sostenibilità, sia alla scala urbana che a quella di quartiere.

Di seguito riportiamo una sintesi nella quale per ogni esperienza viene evidenziata la scala di analisi (urbana o di quartiere), il contesto i promotori degli studi, l'obiettivo specifico e appunto gli ambiti entro cui viene ipotizzata la valutazione.

	scala	contesto	promotori	obiettivo	ambiti	note
Seattle sustainable (1993)	U	UE	Associazione	Sviluppo sostenibile	1- 4	99 indicatori
Indicatori comuni europea (ICE) (1993)	U /Q	Italia	Autorità locali - cittadini	Azioni locali per la sostenibilità	1- 3- 7	11
Progetto di città sostenibili WHO (1993)	U	UE	Ente internazionale	Sviluppo sostenibile	1- 4- 5- 7	57 -Valutazione fatta su 47 città UE
Habitat II (1994)	U	UE	Ente internazionale	Valutazione impatto ambientale	1- 5- 7	27
Organisation for Economic Cooperation and Development - OECD (1994)	U	Paesi membri	Ente internazionale	Sviluppo sostenibile	1- 7	72 descrittivi+ risposte

Audit urbano. Commissione europea. DG. XVI (1995)	U	UE	Ente internazionale	Valutazione stato socio-economico e ambientale città	1- 4- 7	33 Valutazione su 58 città UE
European Environment Agency (1995)	U	UE	Ente internazionale	Sviluppo sostenibile	1- 5- 7	55
Leicester (1995)	U	UK	Amministrazione locale	Sviluppo sostenibile – strategia nazionale	1- 5- 7	14
UNCHS/ HABITAT (1997)	U	UE	Ente internazionale	guida per sviluppo politiche urbane	1- 5- 7	53 città, per lo più PVS
TEPI (Toward Environmental Pressure Indicator) EUROSTAT (2000)	U	UE	Ente internazionale	Sviluppo sostenibile	1- 4- 7	60- definizione di un gruppo di 45 tecnici
Sviluppo sostenibile Andalusia (2001)	U	Spagna	Amministrazione regionale	Sviluppo sostenibile	1- 4- 7	70
Impronta ecologica Londra (2002)	U	UK	Amministrazione/ centri di ricerca	Sviluppo sostenibile	1- 7	
HQE ² R (2004)	U/Q	Francia	Ente internazionale	Sviluppo sostenibile	1	61
Workbook – Resilience Alliance (2007)	U	Svezia	Università/ centri di ricerca	Valutazione Resilienza sociale e ecologica	1-4-6-7-	
SUME (2008)	U	europeo	Università/ centri di ricerca	Valutazione del metabolismo urbano	1- 4- 5- 7	5 casi studio europei
Ecocities GL4 –Villasanta (2009)	U	Italia	Università/ amministrazione	Sviluppo sostenibile	1- 2- 7	19
European Green Cities Index (2009)	U	europeo	Società privata	Valutazione impatto ambientale	1- 5- 7	30 quantitativi qualitativi
Agenzia ecologia urbana – Vitoria Gasteiz (2010)	U/ Q	Spagna	Centro di ricerca privato	Sviluppo sostenibile	1- 2- 4- 5- 7	50

Tabella 6: Sintesi di alcune esperienze che propongono una valutazione della sostenibilità rispetto differenti gruppi di indicatori quantitativi. Fonte: Rielaborazione propria

Tali strumenti di analisi sono promossi da enti internazionali o amministrazioni locali e sono legati a programmi di sviluppo della Comunità Europea o alle Agende 21.

Risultano un punto importante da cui partire, in quanto forniscono interessanti metodologie e una linea comune che intende perseguire il miglioramento della sostenibilità ambientale a scala urbana e di quartiere.

In particolare risulta molto interessante il lavoro dell'*Urban Ecology Agency of Barcelona*, che è un consorzio statale costituito dal Comune di Barcellona, il servizio di distribuzione delle acque della città e la Provincia.

Il modello proposto è quello della città mediterranea, compatta, complessa, efficiente, con un alto livello di coesione sociale che consente la prossimità tra gli usi e le funzioni e allo stesso tempo, potenzia la loro mescolanza, moltiplicando la complessità organizzativa. Questo modello considera come funzione guida della sostenibilità urbana l'equazione di efficienza di un sistema E/nH , nella quale la E è il consumo di energia e di risorse, n il numero di persone giuridiche (attività economiche, istituzionali, associazioni) e H il valore di diversità. Secondo l'equazione al diminuire di E deve aumentare nH , al contrario di quello che avviene nei neo-ecosistemi contemporanei in cui solo all'aumento di E aumenta nH (Rueda, 1995).

L'approccio metodologico proposto dall'Agenzia si basa principalmente su due strumenti che stanno alla base dell'ipotesi che l'efficienza è legata alla forma urbana ed è una proprietà della stessa: la *Supermanzana* e l'urbanistica

a tre livelli. La prima è l'ambito definito dalle vie di base, le vie principali, all'interno delle quali, quelle secondarie diventano vie interne a traffico limitato, in quanto le prime devono garantire la funzionalità del sistema, mentre le seconde sono legate all'accessibilità pedonale e ai trasporti pubblici dal centro (raggio di 300m-400 m).

Il concetto dell'urbanizzazione a tre livelli ha come obiettivo il massimo uso dello spazio urbano e si caratterizza di tre dimensioni: quella alta (efficienza metabolica), che consente la captazione dell'energia e dell'acqua, lo stoccaggio dei rifiuti organici; quella di superficie, legata all'abitabilità dei luoghi di relazione da parte della popolazione e quella bassa (funzionalità) che è costituita dalle infrastrutture decentrate per la produzione di energia e per i veicoli.

L'ipotesi proposta nel progetto per la cittadina di Vitoria Gasteiz è la valutazione di tre scenari di sviluppo (attuale 2009 – 2020 – 2050), attraverso l'applicazione di 50 indicatori che fanno riferimento a 8 macro categorie di approfondimento, quali: l'occupazione del suolo, l'abitabilità, la mobilità e i servizi, la complessità urbana, il metabolismo urbano, lo spazio verde e la biodiversità, la coesione sociale e l'efficienza energetica.

Come esiti sono stati portati avanti alcuni studi della pianificazione urbanistica di espansione della città (piani, progetti). Primo è il piano della mobilità che prevede la ristrutturazione della rete delle linee del trasporto urbano, la consolidazione della rete ciclabile, la riorganizzazione dei parcheggi in superficie ed eventuali nuovi, l'aumento delle qualità dello spazio pubblico e delle strade per quanto riguarda accessibilità, la permeabilità pedonale, la presenza di vegetazione, il comfort termico e acustico, la qualità dell'aria e la sicurezza. Segue il piano integrale per la gestione dei rifiuti (2008- 2016), in accordo con le prescrizioni UE, per la generazione e la diminuzione di rifiuti, che prevede il miglioramento della raccolta differenziata, la massimizzazione della valorizzazione di tutti i flussi di residui, il potenziamento del riuso e del recupero dei materiali da costruzione. Infine il Piano "contro il cambiamento climatico" (2010-20), collegato al progetto di "Vitoria città zero emissioni" (2020- 2050), che ha come obiettivo la riduzione gas serra attraverso azioni di maggior efficienza e produzione energetica e la riduzione delle emissioni di CO₂ rispetto il settore residenziale, i servizi e i trasporti.

A questi strumenti, che trovano applicazione principalmente nella pianificazione delle trasformazioni urbane da parte delle Amministrazioni pubbliche che utilizzano indicatori specifici per valutare il livello di sostenibilità, sembra necessario affiancare parametri di valutazione diversi che abbiamo come promotori gli stessi cittadini e che risultano quindi strettamente connessi alle loro esigenze e ai caratteri dell'insediamento preso in esame. Di seguito riportiamo una sintesi di alcune esperienze partecipative di sviluppo locale, che mirano alla creazione di insediamenti più resilienti e autosufficienti da un punto di vista metabolico. La sintesi sarà strutturata allo stesso modo delle esperienze di valutazione della sostenibilità ambientale.

	scala	contesto	promotori	obiettivo	ambiti	note
Vorarlberg (1997)	U		Amministrazioni locali/ associazioni	Auto sufficienza	3- 4- 6- 7	5 comuni pilota Reti solidali
SAGACités (2001)	Q/ U	Canada	collettivo di persone	Azioni contro Cambiamento climatico	1- 4- 5- 6	
2000Watt - Basilea (2002)	U	Svizzera	Società privata/ cantone/ università	Sviluppo sostenibile	1- 5- 7	
Appennino bolognese (2004)	U/T	Italia	Centro di ricerca	Sviluppo locale	1- 5- 7	
Transition town – Totnes (2005)	Q/ U	UK	associazioni abitanti/ reti sociali	Auto sufficienza/ Resilienza	3- 4- 5- 6- 7	partecipazione della comunità
Vrin	U/T	Svizzera	Amministrazioni locali/ associazioni	Auto sufficienza	1- 4- 7	

Tabella 7: Sintesi di alcune "buone pratiche" nel contesto europeo e internazionale. Fonte: Rielaborazione propria.

Le buone pratiche, infatti, rappresentano delle esperienze nate dalla partecipazione e dalla sensibilizzazione della comunità rispetto alle problematiche legate al cambio climatico, al picco del petrolio e anche alla necessità di creare città più resilienti e autosufficienti a livello metabolico e accessibili da un punto di vista sociale.

L'esperienza della cittadina di Totnes risulta essere molto significativa nel tentativo di spiegare i fondamenti, il processo e i risultati delle esperienze sintetizzate in tabella, in quanto valuta la possibilità di un cambiamento rispetto tutti gli ambiti considerati. Questa cittadina dal 2005 porta avanti alcune pratiche che mirano a creare comunità libere dalla dipendenza dal petrolio e fortemente resilienti, attraverso la ripianificazione energetica e la rilocalizzazione delle risorse di base della comunità.

L'obiettivo delle città in transizione è attivare una trasformazione urbana verso un modello di insediamento resiliente, non dipendente da risorse non rinnovabili. Un obiettivo generale chiaro e condiviso dalle differenti comunità, accompagnato da obiettivi specifici che, invece prendono forma rispetto alle attitudini particolari della comunità, con l'attivazione di iniziative e buone pratiche che mirano al conoscenza e alla valorizzazione del territorio circostante. Il promotore è il cittadino, le associazioni di abitanti; sono processi governati dal basso che trovano la loro solidità nella costruzione di una rete sociale e solidale molto forte tra gli abitanti delle comunità.

Allo stesso modo l'approccio metodologico risulta essere molto semplice e chiaro: sensibilizzazione della comunità rispetto allo scenario attuale, creando gruppi di lavoro rispetto le attitudini della comunità, attivando buone pratiche rispetto i temi sensibili alla stessa, facilitando l'acquisizione di nuove competenze e costituendo relazioni con l'amministrazione locale rispetto pratiche attivate. In questo lo strumento più efficace è la partecipazione della comunità rispetto alle abilità specifiche e alle risorse locali.

Allo stesso modo gli esiti raggiunti rappresentano iniziative comunitarie, molto puntuali, legate al contesto specifico analizzato. Nel caso di Totnes è stato recuperato un sito industriale in disuso, con l'utilizzo di materiali locali e naturali, sono state attivate pratiche di co-housing, di gruppi ciclismo (ciclismo locale), di decrescita energetica, di produzione alimentare locale, creando un rapporto forte tra gli agricoltori e i produttori locali, sia per la ristorazione che per la vendita al dettaglio. Sono stati realizzati orti comunitari, banche del tempo e della memoria, librerie e negozi di noleggio di film comunitarie, sono stati piantati alberi pubblici, è stata attivata una moneta locale e un gruppo che si occupa della comunicazione verso l'esterno per dare più visibilità alle iniziative.

2.3 Individuazione del gruppo di indicatori

L'ipotesi di un pannello di indicatori capaci di valutare la resilienza urbana, parte dall'analisi di quelli che possono essere i fattori di perturbazione del neoecosistema, strettamente connessi con il problema del cambio climatico e la diminuzione di un livello sufficiente di benessere dell'individuo, ponendo appunto il problema alla scala locale che considera l'individuo e il suo essere parte di una comunità.

Pensando alla problematica del cambio climatico, gli aspetti che influiscono sull'aumento della capacità resiliente del neoecosistema sono legati al capitale naturale e alla sua gestione. Da una parte, infatti, possiamo individuare come problematiche delle città contemporanee l'esaurimento delle risorse e l'effetto serra, che incidono sul modello urbano con i flussi di prelievo e immissione di rifiuti nell'ambiente e di gestione della materia. Dall'altra invece, collegata a entrambe, è la perdita di biodiversità che incide sul modello di occupazione di suolo, sulla diversità biologica e sulla protezione delle specie.

Considerando, poi, la necessità di garantire un livello sufficiente di benessere, possiamo individuare come minacce, la mancanza di dotazione dei servizi di base (educazione, sanità e residenza), una bassa qualità degli spazi urbani, legata sia alla vitalità degli stessi che alla mobilità. Per ultimo una bassa coesione sociale che ha come ambiti di incidenza specifici la complessità delle attività quotidiane e di uso comunitario, la partecipazione comunitaria alle stesse come alla vita politica e comunitaria, i caratteri della popolazione e i processi produttivi, materiali e alimentari, considerandone tutto il ciclo di vita.

Nello specifico, nella tabella riportata di seguito sono stati evidenziati, per ogni ambito di incidenza delle minacce individuate, i caratteri relazionati alla capacità resiliente del neoecosistema, rispetto le tre componenti dello stesso: la struttura fisica e quindi il capitale naturale e quello antropizzato, il capitale umano che lo abita (individui) e le interazioni e connessioni tra gli stessi (processi).

	CAMBIO CLIMATICO		DIMINUZIONE DEL BENESSERE INDIVIDUALE	
COMPONENTI DEL NEOCOSISTEMA	AMBITO DI INCIDENZA	ASPETTO DELLA RESILIENZA	AMBITO DI INCIDENZA	ASPETTO DELLA RESILIENZA
STRUTTURA FISICA	Modello energetico Modello di gestione idrica Modello gestione ciclo materia Modello occupazione del suolo Biodiversità	Adattamento al modello di efficienza e capacità passiva dei tessuti urbani (edifici e spazio pubblico)	Servizi Residenza Mobilità urbana Spazio pubblico Attività Popolazione Economia Partecipazione	Pianificazione urbanistica ecologica
PROCESSI	Modello energetico Modello di gestione idrica Modello gestione ciclo materia Modello occupazione territoriale Biodiversità	Misure di miglioramento dell'efficienza (energetica e idrica) Materializzazione della gestione delle risorse Conservazione della biodiversità urbana	Servizi Residenza Mobilità urbana Spazio pubblico Attività Popolazione Economia Partecipazione	Capacità di autogestione (attività economiche e sociali) Desmaterializzazione dell'economia
INDIVIDUI	Modello energetico Modello di gestione idrica Modello gestione ciclo materia Modello occupazione territoriale Biodiversità	Sensibilizzazione e riduzione della domanda	Servizi Residenza Mobilità urbana Spazio pubblico Attività Popolazione Economia Partecipazione	Abitabilità degli spazi urbani Sensibilizzazione Relazione dell'individuo con l'ambiente (rurale e urbano)

Tabella 8: Relazione tra gli ambiti di incidenza delle minacce che possono affliggere un neoeosistema e gli aspetti caratteristici della resilienza. Fonte: Rielaborazione propria.

Dal marco teorico emergono gli aspetti da considerare nello strumento di valutazione quantitativa che proponiamo di seguito. Sono stati approfonditi e rielaborati alcuni degli indicatori che propongono le esperienze analizzate nel paragrafo precedente, tanto a livello nazionale che internazionale, considerando che l'esperienza delle Transition Town, che espressamente esplicita l'obiettivo di creare comunità resilienti, non conta ancora con indicatori quantitativi, ma piuttosto con linee guida e buone pratiche

2.3.1 La diversità ambientale e sociale come valutazione dell'identità territorio/individuo

Il primo ambito considera le caratteristiche fisiche del sito, il capitale naturale e quello antropizzato, per comprendere se le componenti presenti costituiscono una diversità di elementi adeguata a garantire la possibilità di adattamento a un trauma. Questa mappatura considera tanto i luoghi consolidati del tessuto che quelli adatti a nuovi processi di trasformazione, riqualificazione e rivitalizzazione (ex fabbriche, aree abbandonate, aree di espansione).

Nello specifico sono stati individuati due sotto-ambiti di analisi: la struttura dell'edificato e degli spazi esterni rispetto la capacità passiva legata alla morfologia del tessuto e all'occupazione del suolo, come specificato sotto.

Indicatore	Calcolo
A. Struttura edificato	
1. Aree non utilizzate	(aree non utilizzate/ tot. sup.)
2. Densità tessuto urbano	(vol. edificato/ tot sup.)
3. Densità abitanti	(abitanti/ tot sup.)
4. Tasso abitazioni libere	(abitazioni libere/ tot. abitazioni)
5. Fattore permeabilità suolo	(adimensionale) $\sum (f_i * a_i) / A_t$
6. Sup. spazio di relazione	(sup./ persona)
7. Densità alberi	(alberi/ ha tot.)
8. Densità delle strade	(lunghezza/ tot sup.)
9. Connettività	(inter. con. str./ tot. inter.)
10. Sup. per rigenerazione acqua	(sup. per rigenerazione/ sup. tot)
11. Sup. per gestione materia	(sup. per gestione/sup. tot)
B. Capacità passiva	
12. Fattore di forma	(sup. edificata/ vol. edificato)
13. Efficienza forma solare	(adim.) $\sum (A_{ef} * S_f) / A_{tot}$
14. Efficienza forma vento	(adim.) $\sum (A_E * 0,8 + A_I * 0,2) / A_{tot}$
15. Compattezza edificio	(adim.) $V_t^{2/3} / per * h + sup$
16. Snellezza edificio	(adim.) $h / \sqrt{(S_o / \pi + h^2)}$
17. Addossamento edificio	(adim.) $S_{ad} / (S_{ad} + S_{in} + S_{pt})$
18. Porosità isolato	(adim.) $0,094 * S_3 / 2 / V_T$
19. Efficienza edificato	(edifici livello suff./ tot. edifici)
20. Car. bioclimatica strade	(% strade)
21. Proporzione delle strade	(% sup.)
22. Incidenza ombre nel contesto	(adim.) $\sum [(A_{of} * s_f) / A_{totSE} / S_O]$
23. Incidenza protezione solare	(adim.) $\sum A_i / A_{tot}$
24. Incidenza vento invernale	(adim.) A_{pro} / A_{est}
25. Incidenza vento estivo	(adim.) $A_{est} - A_{pro} / A_{est}$

Tabella 9: Indicatori relazionati al primo ambito: la struttura fisica – Struttura dell'edificato e Capacità passiva. Fonte: Rielaborazione propria da esperienze significative presentate nel paragrafo 6.2.

Un neoecosistema può risultare favorito da una struttura compatta (3, 4, 5), dove sia possibile lavorare sulle aree inutilizzate (1, 2) per implementare una progettazione che abbia come obiettivo il miglioramento della biodiversità e la creazione di spazi adeguati e confortevoli di incontro e condivisione per la comunità. Dare quindi un valore nuovo a quelli che sono gli spazi di transizione e gli spazi aperti in quanto recettori di attività, relazioni, comunicazione e informazioni.

Dall'altra parte è stato posto l'accento sulla capacità passiva dell'edificato e del tessuto urbano, (6, 7, 8, 9, 12, 14, 16, 17). Questo consente di individuare le fragilità all'interno del tessuto per orientare la pianificazione verso un miglioramento delle condizioni di partenza, che per un edificio potrebbe semplicemente dire un cambiamento di uso dei locali e per uno spazio esterno, una progettazione del verde o una diversa organizzazione degli spazi di istanza e di transito in modo da utilizzare al meglio il soleggiamento e l'ombreggiamento e la ventilazione naturale dato dalla morfologia.

Infine, partendo dalle stesse considerazioni, è stato posto l'accento sulla relazione tra gli spazi edificati e pubblici, quali parchi, piazze, orti (15, 18, 19, 20, 21), come elementi di coesione, di relazione e condivisione da parte dell'individuo e della comunità

Quanto detto mostra un cambio di prospettiva rispetto la valutazione della sostenibilità. In questo senso la valutazione del controllo della crescita urbana è relazionata alla capacità ambientale considerata (1, 2, 3, 4) che significa non solo

valutare la giusta densità per i flussi urbani, come nel modello sostenibile, ma anche e soprattutto fomentare la riqualificazione delle aree consolidate e non. In questo senso la gestione delle acque pluviali e marginali (10) e del ciclo della materia organica (11) diventa rilevante nel considerare i sistemi di rigenerazione naturale e che consentono la chiusura dei cicli di acqua e materia senza un'ulteriore perdita di energia (fitodepurazione, biodegradazione, rimozione di sostanza organica, stagni, orti urbani, raccolta porta a porta o altri tipi di raccolta dei rifiuti, workshops e corsi per il riuso di materiali per prodotti di artigianato, etc.).

C. Coesione sociale

21. Grado partecip. vita politica	(banda debole/ tot. pop.) (assoc. rappresentative/ tot.)
22. Grado partecipazione attività	(pop. con part. suff./ tot.)
23. Tasso volontari	(n. volontari/ n. impiegati)
24. Capacità sociali	(n. giovani con cap. soc. suff. /tot.)
28. Popolazione per età	(adimensionale)
29. Popolazione straniera	(%)
30. Popolazione per genere	(%)
31. Pop. terzo grado studi	(%)
32. Tasso di istruzione insuff.	(adimensionale)
33. Indice di segregazione	(adimensionale)

Tabella 10: Indicatori relazionati al primo ambito: la struttura fisica –Coesione sociale. Fonte: Rielaborazione propria da esperienze significative presentate nel paragrafo 6.2.

Gli indicatori di mix sociale hanno una stretta relazione con la vulnerabilità sociale. Da una parte l'invecchiamento della popolazione (28) riduce la parte di popolazione produttiva e aumenta la percentuale di popolazione dipendente, dall'altra il problema della segregazione culturale, religiosa, di età e di genere (29, 30, 31, 32, 33) ha bisogno di un intervento sociale per prevenire eventi di esclusione ed emarginazione. Oltre a queste problematiche, sviluppate anche dal modello sostenibile, sono introdotte quelle della partecipazione della comunità e della capacità sociale. Come spiegato in precedenza, infatti, il livello di partecipazione alla vita politica della comunità (21, 22) aiuta a creare o potenziare la consapevolezza delle problematiche e delle potenzialità del proprio territorio a livello individuale e comunitario (23).

2.3.2 L'individuo e la società

Il secondo ambito approfondisce un aspetto molto importante del neoecosistema, l'individuo, come parte di una comunità. Da una parte, infatti si valuta la percezione di benessere dello stesso negli spazi esterni e la possibilità di accedere a un certo numero di attività e servizi differenti e dall'altra il livello di coesione. Questi elementi sottolineano la necessità che un neoecosistema resiliente sia in grado di garantire un adeguato livello di qualità di vita all'individuo e alla comunità che vi abita e di contribuire a creare tale livello di benessere. Può sembrare un elemento secondario, se si considera la semplice definizione della resilienza come capacità di adattarsi, reagire e imparare in caso di trauma, in quanto è difficile vederlo come uno strumento concreto, come può essere l'orto urbano in caso di un trauma nella produzione alimentare.

Però, come abbiamo cercato di introdurre nel paragrafo precedente, nel rafforzamento (o creazione) di questa capacità, un posto rilevante lo copre il rapporto tra territorio e individuo e tra individui della stessa comunità.

Il primo è strettamente collegato alla "riscoperta" dell'uso di spazi pubblici esterni, spazi di transizione, di relazione. Questo significa lavorare per la qualità di questi spazi, da un punto di vista dell'abitabilità, e del riconoscimento del proprio territorio come un bene comune da comprendere tutelare e da cui imparare in modo da essere in grado di reagire in tempi brevi ai traumi che possono occorrere. La creazione di spazi riconoscibili, sicuri, confortevoli e identitari consente anche di lavorare sui problemi di segregazione, vulnerabilità sociale e a tutti quegli aspetti collegati alla qualità della vita dell'individuo, come evidenziato nella tabella sottostante

Indicatori	Calcolo
A. Percezione della qualità degli spazi urbani	
1. Relazione tra pedone e auto	(% sup. viaria ped./% sup. carr.)
2. Comfort acustico	(m ² con < 3dB/ m ² tot.)
3. Comfort termico invernale	(m ² con suff. Liv comfort/ m ² tot.)
4. Comfort termico estivo	(m ² con suff. Liv comfort/ m ² tot.)
5. Comfort visivo	(m ² con suff. Liv comfort/ m ² tot.)
6. Esposizione ai. contaminanti	(pop. esposta/ pop. tot.)
7. Accessibilità	(m ² con acc. suff. /m ² tot.)
8. Percezione del verde urbano	(m ² verde/ m ² tot.)
9. Esposizione a rischi naturali	(pop. esposta/ pop. tot.)
10. Percezione di sicurezza	(pop. esposta/ pop. tot.)
11. Elementi identitari	(presenza elementi identitari)
B. Accesso a servizi di base	
12. Servizi basici	(dotazione per tipologia/ dot. ottima)
13. Edilizia sociale	(edilizia sociale/ abitazioni tot.)
14. Prox. attività comunitarie	(pop coperta/ pop. tot)
15. Prox. spazi di relazione	(pop coperta/ pop. tot)
16. Prox. Vendita prodotti loc.	(pop coperta/ pop. tot)
17. Prox. reti alternative	(pop coperta/ pop. tot)
18. Accesso a canali di info	(pop. con acces. suf./ pop. tot)
19. Livello politiche sensibil.	(incentivi per tipo/ pop.)
20. Tasso riuso	(Kg materiali riusati/ kg. tot)

Tabella 11: Indicatori relazionati con il terzo ambito : l'individuo - l'abitabilità degli spazi aperti. Fonte: Rielaborazione propria da esperienze significative presentate nel paragrafo 6.2.

La tabella mostra come la morfologia di un neoecosistema resiliente debba rispondere non solo ad aspetti di comfort, ma anche alle necessità psico-fisiche dell'individuo e a un buon livello di vitalità (Lynch, 1981), in quanto una persona ha bisogno di riconoscersi, vivere e muoversi nel proprio neo-ecosistema in modo facile.

Questo significa che, come il modello sostenibile, da una parte necessita spazi con microclimi che garantiscano il benessere dei fruitori (1-8), con una accessibilità (12, 13, 14) e prossimità (15, 16, 17) adeguata ai servizi di base e alle attività comunitarie. Dall'altra considera, come parte della qualità della vita, il raggiungimento di un livello adeguato di sicurezza (9,10), la presenza di elementi identitari (11) e un buon livello di sensibilizzazione da parte della comunità e dell'amministrazione pubblica (18, 19, 20)

Indicatori	Calcolo
B. Complessità urbana	
9. Diversità urbana	(adim.) $\sum (P_i \cdot \log^2 P_i)$
10. Densità attività associative	(Ass. activities/ tot.)
11. Occupazione locale	(persone impiegate loc./ tot. pers.)
12. Moneta locale	(moneta locale in circolazione/ tot.)

Indicatori	Calcolo
C. Biodiversità urbana	
13. Indice di diversità alberi	(adim.) $\sum P_i^* \log^2 P_i$
14. Indice di funzionalità parchi	(dim.less)
15. Abbondanza di uccelli	(specie città/specie provincia)

Tabella 12: Indicatori relazionati con il terzo ambito : l'individuo – Complessità urbana e Biodiversità urbana. Fonte: Rielaborazione propria da esperienze significative presentate nel paragrafo 6.2.

Un altro aspetto importante è l'implementazione della diversità delle attività comunitarie (9), l'incremento e il potenziamento dell'organizzazione e dell'autogestione comunitaria (10) è l'implementazione della gestione dei processi economici a livello locale e comunitario (11, 12). Allo stesso modo parlando però di biodiversità (13, 14, 15), diventa fondamentale il ruolo della fauna e della flora urbana, soprattutto legata alla possibilità che si possano mantenere all'interno del neoeosistema in modo autonomo, garantendo una mitigazione degli spazi esterni di relazione e la creazione di momenti di incontro e apprendimento per la popolazione (orti urbani).

2.3.3 Il metabolismo urbano

Il terzo ambito valuta i processi che nascono dalle interazioni tra le varie componenti del neoeosistema, la struttura fisica e gli individui, all'interno del territorio. Nei neoeosistemi esistono dei processi legati all'uso del capitale naturale, che a loro volta creano delle interazioni tra gli elementi fisici e le persone (complessità urbana). Inoltre risultano importanti, per il mantenimento di un buon livello di biodiversità all'interno del neo-ecosistema, tutti i processi di autogestione della flora e della fauna urbana, come si vede nella tabella sotto.

Indicatore	Calcolo
A. Capacità metabolica	
1. Ciclo dell'acqua	(acqua rigenerata/ consumi tot.)
2. Ciclo dell'energia	(KWh rinnov. locali/ consumi tot.)
3. Ciclo dei rifiuti	(kg rifiuti ricic/kg riusati/tot)
4. Tasso prod. Alimentaria locale	(cons. locale/prod attuale/ prod tot) (cons. attuale/ cons. locale/ dieta %)
5. Tasso produzione locale	(negozi prodotti locali/ tor. Negozi)
6. Modalità di spostamento	(n. con trasp. privato/ n.tot.)
7. Emissioni CO ₂	(adim.) $\sum tCO_2/tot.persone/365$
8. Tasso uso materiali eco. /locali	(kg mat. eco-loc./ kg tot.)

Tabella 13: Indicatori relazionati con il secondo ambito: processi di funzionamento – Capacità metabolica. Fonte: Rielaborazione propria da esperienze significative presentate nel paragrafo 2.2.

La tabella, in particolare, chiarifica il fatto che la scala di valutazione della resilienza sia quella locale, marcando l'importanza della consapevolezza da parte degli abitanti del proprio territorio e delle risorse dello stesso. Parlare uno sviluppo locale (senza o con limitata crescita) significa, infatti, pensare alla intersezione di diversi processi auto-sufficienti portati avanti da diverse culture, individui, soggetti economici e politici per un equilibrio dell'ecosistema. In questo senso un aspetto rilevante è quello legato al metabolismo urbano dei cicli di materia (1, 3) ed energia (2), rispetto al quale risulta ancora più chiara la distinzione che facevamo nel primo paragrafo tra il concetto di efficienza e sufficienza. Primo passo per un metabolismo resiliente è la diminuzione dell'uso di risorse non necessarie, quindi la massima efficienza dei cicli e infine la eliminazione di rifiuti che non possano essere riutilizzati in altri, magari differenti, cicli produttivi. Il metabolismo sostenibile spesso spinge molto sull'efficienza dei cicli, dimenticandosi quanto sia

importante il primo e l'ultimo passo. Questo è comprensibile, considerando che la diminuzione dell'uso di risorse, l'eliminazione dell'uso di materiali che non possono essere facilmente riciclati o riutilizzati e il riuso, riciclo dei rifiuti sono dinamiche che non possono essere controllate esclusivamente dall'alto, ma che comprendono un alto livello di partecipazione della comunità. Parlando di metabolismo urbano locale è necessario comprendere tutti i processi di produzione alimentare (4) e di oggetti di consumo (7, 8) e l'impatto di questi processi urbani sul livello di inquinamento dell'ambiente (5, 6) a scala locale.

2.4 Sintesi dei risultati: il caso studio di Barcellona

La verifica per l'implementazione del gruppo di indicatori sopra elencati, è stata portata avanti attraverso l'analisi di un caso studio: 4 tessuti di Barcellona. Born, Gracia, Eixample, St. Martí. I 4 tessuti sono stati scelti in quanto significativi del carattere misto della città: il Born rappresenta l'espansione romana, Gracia, l'annessione di un insediamento agricolo al tessuto cittadino. Infine l'Eixample e St. Martí, che rappresentano l'espansione di Cerdà, nel primo caso più densa perché a destinazione esclusivamente residenziale, nel secondo meno per la destinazione mista.



Immagine 22: Individuazione dei quattro tessuti della città di Barcellona: Born, Eixample, Gracia e St. Martí. Fonte: Rielaborazione propria.

Riportiamo di seguito un esempio di alcuni dei calcoli svolti per il primo gruppo di indicatori “la diversità ambientale e sociale come valutazione dell'identità territorio/individuo” :

- A.2 Densità del tessuto.
- A.5 Fattore di permeabilità del suolo
- B.15 Compattezza
- B.16 Snellezza
- B.18 Porosità

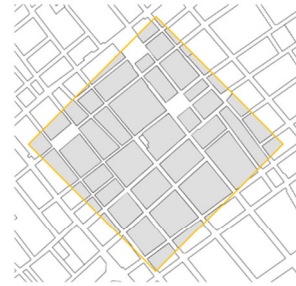
Sarà possibile far vedere come si è sviluppato il calcolo dell'indicatore, dalla realizzazione tridimensionale, quando non sono reperibili i dati da fonti ufficiali, alla realizzazione dei fogli di calcolo, sino composizione di alcune delle mappe geo-referenziate per la comparazione degli scenari attuali con quelli resilienti.

I dati sono stati reperiti dalle statistiche del Comune, dalle cartografie e da alcune mappature sulla città di Barcellona, messe a disposizione dall'Agencia e il tessuto scelto è quello del quartiere di Gracia.

		D	0,56	
volume edificato	V	mc	90.008	
maglia (ha) - 400x400	A_{tot}	mq	160.000	

DENSITÀ TESSUTO

$$V / A_{tot}$$



— A_{tot}

	valori di riferimento	ponderazione
centro storico	>3mc/mq	1
espansione ottocentesca	tra 1,5 e 3	0,8
espansione anni 30 80 (tipologia linea)	tra 1,5 e 1	0,6
urban sprawl (tipologia padiglione)	<0,5	0,4



Immagine...: Foglio di calcolo dell'indicatore A.2 "Densità del tessuto".

IBS 0,11				
Sup. considerata a	mq	tabella		
Fattore tipo suolofi	n	tabella		
Sup. aperta	At mq	82015		
a				fi tipo di superficie
a ₁	1342807	a ₁ *fi	0	0 Impermeabile
a ₂	17845	a ₂ *fi	5353	0,3 parzialmente impermeabilizzata
a ₃	6492	a ₃ *fi	3246	0,5 semipermeabile
a ₄	1383	a ₄ *fi	691	0,5 spazio verde senza connessione con suolo naturale (<80cm)
a ₅	0	a ₅ *fi	0.00	0,7 spazio verde senza connessione con suolo naturale (>80cm)
a ₆	0	a ₆ *fi	9291	1 spazio verde con connessione suolo naturale
a ₇	0	a ₇ *fi	0	0,2 infiltrazioni dell'acqua piovana * mq di area del tetto
a ₈	0	a ₈ *fi	0	0,5 verde verticale (sino a 10m)
a ₉	0	a ₉ *fi	0	0,7 coperture verdi

FATTORE DI PERMEABILITÀ DEL SUOLO

$$\Sigma (fi \times ai) / At = 0,3$$

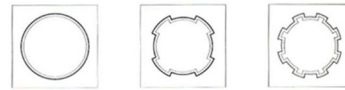


- impermeabile
- parzialmente imp
- semi- permeabile
- spazio verde senza connessione suolo naturale

Immagine 23: Foglio di calcolo dell'indicatore A.5 Fattore di permeabilità del suolo. Fonte: Rielaborazione propria.

compattezza	c	0,25	con strade	
valore tra 0- 1		0,49	senza strade	
vol tot edificio	Vt	112500,00		$V_t^{2/3}$ 2330,42
sup globale involucro esterno	Sg	45400,00	con strade	
		22900,00	senza strade	
		40000,00	sup	
compattezza assoluta V/S	C	2,81		
vol tot edificio		112500,00		
sup tot edificio		40000,00		
fattore di forma S/V	ff	0,36		
sup tot edificio		40000,00		
vol tot edificio		112500,00		
snellezza	s	0,90		
valore tra 0- 1				
altezza edificio (h)	h	12,00		
sup occupata in pianta	S _o	100,00		
raggio del cerchio di So	r	10,00	S_o / π	31,83
	d		$(S_o / \pi + h^2)$	175,83
porosità	p	0,56		
valore tra 0- 1				
volume tot edificio (con patii)	V _t	250,00		
sup pareti patii+ sup lati edificio	S _{pp}	130,00	$S_{pp}^{3/2}$	1482,23

COMPATTEZZA



$$c = \frac{S_{ca}}{S_G} = 4,836 \frac{V_T^{2/3}}{S_g}$$

SNELLEZZA



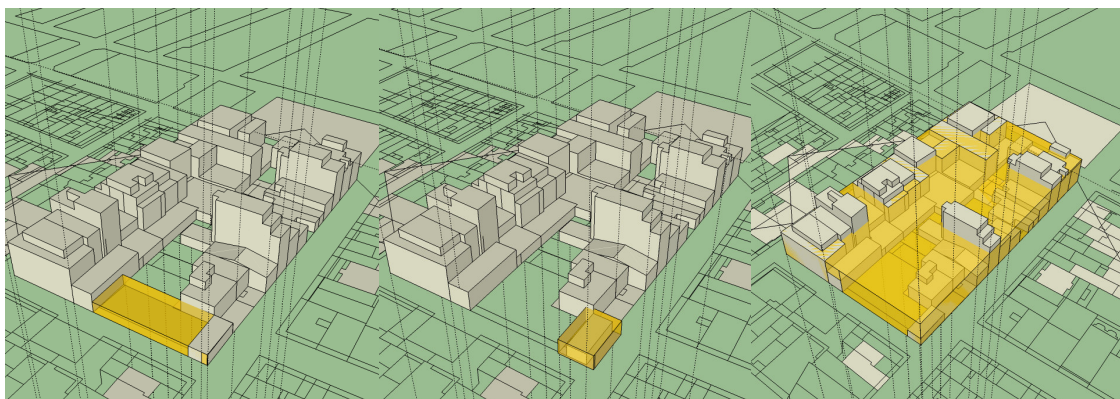
$$s = \frac{h}{d} = \frac{h}{\sqrt{\left(\frac{S_o}{\pi} + h^2\right)}}$$

POROSITÀ



$$p = \frac{V_{cp}}{V_T} = 0,094 \frac{S_{pp}^{3/2}}{V_T}$$

Immagine 24: Foglio di calcolo dell'indicatore B.15 Compattezza, B.16 Snellezza e B.18 Porosità. Fonte: Rielaborazione propria.



B.15 Compattezza

B.16 Snellezza e Addossamento

B.18 Porosità dell'isolato

Immagine 25: Rappresentazione tridimensionale degli isolati, rispetto alle diver, utili per verificare il calcolo degli indicatori. In questo caso, per quanto riguarda la porosità, ci si è resi conto che il calcolo a scala dell'isolato risultava essere più significativo per quanto riguarda la valutazione di scenari di resilienza urbana pensati in relazione all'uso e all'implementazione degli spazi di collegamento, di comunicazione tra esterno e interno e di risulta. . Fonte: Rielaborazione propria.

- calcolo indicatori dell'Agenzia di Barcelona
- calcolo indicatori Ecocities GL4
- calcolo indicatori resilienza

		tessuto 1- città vecchia - Born			tessuto 2- tipo misto - Gracia			tessuto 3 - isolato chiuso - Eixample			tessuto 4 - isolato aperto - St. Martí		
		dati	BCN	MI	dati	BCN	MI	dati	BCN	MI	dati	BCN	MI
CARATTERE TESSUTO													
C.1	f occupazione			0,54			0,49			0,42			0,25
dati	sup. edificata	mq	86632		77985			67574			39930		
	sup maglia	mq	160000										
B.15	Compattezza	m ≥ 5	10,02		5,85			3,80			2,25		
A.2	Densità tessuto	tabella		1,00			1,00			1,00			0,80
dati	volume edificato	mc	1602418		935825			608166			359376		
	sup maglia	mq	160000										
	f permeabilità	%	0,2-0,4	0,08			0,06			0,03			0,21
			0,30	0,18			0,11			0,06			0,27
C.3			0-1	0,60			0,38			0,20			0,91
dati	impermeabile	ml	12133		134279			146829			78074		
	parzialm perm	ml	30929		17844			5616			51871		
	semi perm	ml	6896		6492			5562			13261		
	sup verde <80cm	ml	836		1383			1991			5125		
	sup verde >80cm	ml	0		0,00			0,00			11667		
	sup aperta	ml	73367		82014			92425			120069		

Immagine 26: Foglio di calcolo riassuntivo rispetto i 4 diversi tessuti urbani. Nella tabella viene evidenziata il riferimento del calcolo dell'indicatore, come da leggenda . Fonte: Rielaborazione propria.

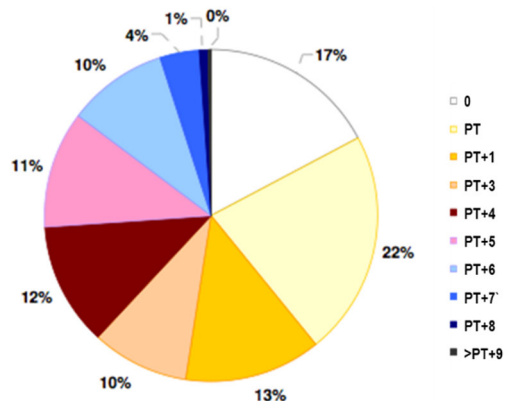


Immagine 27: Rappresentazione del tessuto di Gracia secondo l'altezza degli edifici con il programma Geomedia. È stata realizzata per il calcolo dell'indicatore A2 Densità del tessuto. Fonte: Rielaborazione propria.

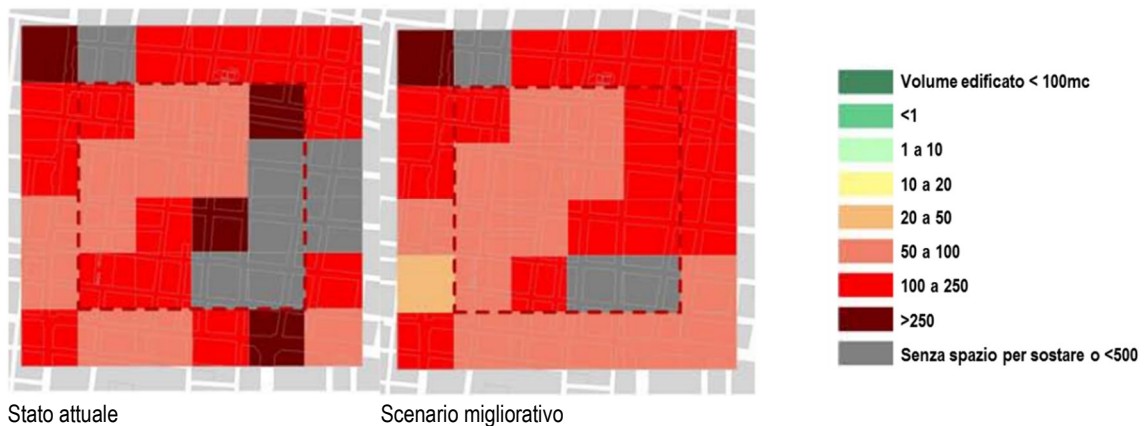


Immagine 28: Rappresentazione dell'indice B.15 Compattezza nel tessuto di Gracia, con il programma Geomedia. Il programma georeferencale consente di rappresentare i risultati degli indicatori in modo grafico e quindi più immediato e di facile lettura. In questo caso sono stati sviluppati due scenari: quello attuale e uno migliorativo. Fonte: Rielaborazione propria.

3 Conclusioni

Facciamo un passo indietro: esiste un modello di città resiliente, considerando che non stiamo parlando di una caratteristica intrinseca del neoeosistema, ma di una capacità dello stesso che dipende da avvenimenti traumatici esterni? È possibile crearlo e se sì quali strumenti necessitiamo? Qualitativi, quantitativi o entrambi?

L'analisi quantitativa si basa sulla consapevolezza che i fatti sociali sono specchio di una realtà oggettiva, le cui variabili possono essere identificate e, quindi, misurabili con strumenti quantitativi. È anche vero però che la realtà che si analizza ha una forte dipendenza dal contesto e pertanto le relazioni tra le stesse sono complesse e difficili da misurare quantitativamente; necessitano quindi di un approccio più descrittivo del fenomeno, qualitativo. Da una parte, quindi, è innegabile che l'approccio quantitativo, basandosi su dati categorizzati in classi ben definite, non lascia spazio a ambiguità. L'obiettivo è quello di creare un modello che possa spiegare attraverso l'elaborazione di dati quantitativi, ciò che si è osservato. Dall'altra parte, invece, l'approccio qualitativo permette una maggiore libertà nel risultato nel senso che non si ha a che fare con dati, calcoli e risultati numerici, ma piuttosto con la definizione di domanda, interviste aperte e dettagliate che prevedono la partecipazione quindi di un interlocutore che può essere fisico, se la ricerca si avvale di interviste dirette alla popolazione, associazioni, enti coinvolti etc, oppure fondata su una ricerca bibliografica. In entrambi i casi l'obiettivo è quello di descrivere dei processi complessi che caratterizzano un determinato contesto. Il vantaggio consiste nella stessa soggettività del metodo che permette di considerare dati senza categorizzarli in classi ben definite, per tanto se esistono ambiguità, caso impossibile, come appunto sottolineavamo, nell'approccio quantitativo, possono essere più facilmente individuate nell'analisi, arricchendo pertanto la stessa analisi. Di fatto, per coerenza, nell'approccio quantitativo è necessario verificare la validità e la frequenza dei dati utilizzati e spesso le categorie devono essere quindi unificate.

Non ci interessa approfondire i pro e contro dei differenti approcci, ma cercare di capire quale sia la metodologia più efficace e coerente quando analizziamo una capacità che non dipende solo dai caratteri del neoeosistema, ma dal tipo di trauma a cui il sistema stesso è sottoposto e, quindi, dalle possibili variazioni delle componenti in base alla sollecitazione esterna. Inoltre come abbiamo specificato nella prima parte, non stiamo investigando solo gli aspetti ambientali, ma anche quelli sociali e la loro stretta correlazione, che sta alla base della stessa definizione di metabolismo sociale.

Possiamo quindi dire che un approccio prettamente quantitativo, non risulta esaustivo per valutare la capacità adattiva e di trasformazione del sistema, che, come abbiamo visto, in primo luogo, dipende strettamente dal trauma che si presenta e, in secondo luogo, dalla capacità di reazione delle comunità e dalla forza delle relazioni che hanno costruito con la realtà circostante e con il territorio, oltre che dai caratteri intrinseci della stessa.

Questo ci porta a interrogarsi sull'esistenza o meno di un modello urbano resiliente di riferimento: la città è un ecosistema, possiamo considerare utile e sufficiente il modello dell'ecosistema naturale? Oppure potremmo prendere

come riferimento il modello dell'urbanismo ecologico proposto dall'*Agencia de Ecología Urbana de Barcelona* che di fatto ha sviluppato in pannello molto ampio e completo di indicatori di sostenibilità urbana, abordando differenti ambiti di interesse della città, l'occupazione del suolo, lo spazio pubblico e l'abitabilità, la mobilità e i servizi, la complessità urbana, il metabolismo urbano, lo spazio verde e la biodiversità urbana, la coesione sociale e la sostenibilità. Il lavoro e la ricerca, portati avanti sino a oggi, hanno portato l'*Agencia* a occupare un posto di rilevanza nel dibattito legato alla valutazione quantitativa della sostenibilità urbana. A voler semplificare un po' il lavoro svolto, ormai da 15 anni, a Barcellona e molte altre città spagnole, possiamo dire che il modello di riferimento sia la stessa Barcellona e che la metodologia proposta si basi prettamente su una valutazione quantitativa, che quindi non considera le dinamiche sociali di cui abbiamo parlato in precedenza.

Il problema da affrontare è la definizione del modello di riferimento rispetto al quadro metodologico e teorico esplicitato. La linea scelta è stata quella di utilizzare un'analisi qualitativa che permetta di definizione di un modello teorico di neoecosistema resiliente che evidenzi i caratteri qualitativi e quantitativi della stessa, riscontrabili nelle città contemporanee.

L'attenzione si focalizza nel ciclo dell'acqua e specialmente nell'analisi della relazione tra l'idrologia e la forma urbana nel passaggio dalla città tradizionale, pre-industriale, e quella moderna, post-industriale, mettendo in evidenza quali sono gli aspetti conflittivi introdotti con la rivoluzione industriale e come questa relazione ha modificato il metabolismo sociale delle città sino ad oggi. Questa analisi viene svolta rispetto quattro ambiti di interesse differenti: l'acqua potabile, da fonte pubblica e privata, partendo dalla conformazione idrologica dell'insediamenti sino all'analisi delle opere di ingegneria idraulica e la loro evoluzione durante i secoli. Secondo aspetto è l'acqua legata gli usi sociali, cercando di evidenziare se e come le opere idrauliche influenzavano e tenevano una precisa relazione con la forma urbana, le attività artigianali, i mestieri e anche le attività di svago dei cittadini. E nel caso come questa relazione si modifica negli anni. Altro tema: come usciva l'acqua dalla città? Le acque grigie, quelle nere e le acque pluviali come uscivano dalla città e soprattutto se e come venivano impiegate nell'agricoltura. Ultimo aspetto fondamentale è, infatti, la relazione tra acqua e agricoltura: le opere di canalizzazione e per l'irrigazione dei campi e quindi la fondamentale relazione tra l'idrografia e la produzione alimentare.

Quali sono i conflitti che ha portato con sé la rivoluzione industriale? Qual è il ruolo dell'acqua in questa prima rivoluzione che ha portato alla conformazione della città moderna? La città contemporanea come si è sviluppata? Stiamo forse vivendo una seconda rivoluzione?

Da queste domande si delinea la metodologia di analisi del modello teorico di neoecosistema resiliente rispetto al quale è possibile esplicitare gli aspetti implementabili nei contesti contemporanei analizzati.

«Natura e libertà, soggetto e oggetto, categorie sulla cui separazione si fonda non da ultimo la chiarezza della tradizione, sono unificate nella rappresentazione della società emancipata.»
(Jonas, 1999).

PARTE III: Linee guida per la resilienza. L'acqua e la forma urbana

1 La lettura dell'evoluzione della città rispetto alla sua idrografia

1.1 Milano in età romana

Le indagini archeologiche che interessano *Mediolanon*⁶ celtica indicano che la zona è stata abitata ininterrottamente dall'età della pietra. Secondo Alessandro Colombo⁷, l'importanza della localizzazione della stessa città di Milano in quel periodo avevano origine dal fatto che si trovasse all'incrocio di due diagonali di collegamento. Quella maggiore aveva andamento NO-SE e, nella sua parte meridionale, corrispondeva al corso del Lambro, mentre la minore aveva direttrice NE-SO (Colombo, 1994). Le prime popolazioni insediate si chiamavano Bitungi ma vennero assorbite nell'etnonimo di Insubri dopo la conquista da parte dei Galli. Il primo insediamento di *Mediolanon*⁸ si estendeva per una superficie di circa 12 ettari tra la zona asciutta costituita dalla fascia delle risorgive e quella meridionale maggiormente soggetta a inondazioni e impaludamenti. L'insediamento pre-romano era interessato a nord direttamente dal Nirone e dal fontanile Molia.

Pietro Verri, nella sua *Storia di Milano*, pubblicata nel 1783, sostiene che la città fosse stata frutto di una progressiva aggregazione di insediamenti agricoli, escludendo, quindi, l'idea che alla base della fondazione ci fosse una pianificazione strategica⁹. La posizione di Verri mette in luce alcune questioni importanti: quali sono gli elementi che stanno alla base della fondazione di una città dell'importanza di Milano? Qual è il ruolo dell'acqua in questo processo fondativo? Che legame esiste, quindi tra l'acqua e la città e, più specificatamente, la forma urbana?

Con ragione Verri ricorda che la consuetudine voleva che gli insediamenti urbani si sviluppassero in prossimità di corsi d'acqua più o meno importanti, perché l'acqua rappresentava un elemento essenziale per gli usi quotidiani e per gli spostamenti di persone e merci. Milano però rappresenta un'eccezione fortunata, infatti, pur non essendo una città fluviale, nasceva nella confluenza di quattro corsi d'acqua, quali il Seveso, il Nirone, l'Olon e il Lambro (Cracco

⁶ Polibio nel suo testo *Historiae* (vol II) dice: «I Galli si ritirarono a *Mediolanon*, il principale centro degli Insubri». L'origine di *Mediolanon* ha una ricostruzione controversa, che incontra la sua prima testimonianza nell'opera di Tito Livio, *Ab Urbe Condita*, in cui viene raccontato come la *Mediolanum* romana venne fondata nel 600 a.C., sotto il regno di Tarquino Prisco, dal gallo Belloveso che sconfisse le popolazioni etrusche insediate. (Ab Urbe condita. Libro V Cap 34). Questa ipotesi è sostenuta da racconti leggendari che narrano come Belloveso, dopo aver superato le Alpi, arriva nella Pianura padana e nel luogo indicato dalla dea Belisama in sogno e vede una scrofa con il pelo lungo nella parte posteriore. Da qui l'immagine della scrofa semilana e, quindi, il nome *Mediolanum* da medio- lanum. (Verri, Urbani, & Ogliari, 2003)

⁷ Si fa riferimento al testo: Alessandro Colombo. *Milano preromana, romana e barbarica*. Milano, Hoepli, 1928

⁸ I ritrovamenti archeologici fanno ipotizzare che l'oppidum celtico fosse localizzato in prossimità dell'insediamento golasecchiano. L'ipotesi di Polibio e Strabone, che fosse un villaggio, è supportata dal fatto che non sono state rinvenute alcune opere difensive urbane. Ciò fa pensare che erano costruite in legno e in terra, come avveniva negli insediamenti definiti "villaggi" a quell'epoca (Verri, Urbani, & Ogliari, 2003). Alessandro Colombo, sulla base di indagini toponomastiche, sostiene che l'impianto della prima *Mediolanon* aveva una forma ellittica che aveva come centro piazza della Scala, dove c'era una radura sacra consacrata al culto di Belisama. Questa ipotesi è stata avvalorata anche recentemente dalle analisi altimetriche, da indagini fornite dall'archeoastronomia e dalla considerazione che, in quell'epoca l'impianto viario solia coincidere con un'ellissi.

⁹ «Chiunque avesse avuto pensiero di fabbricare una nuova città su di questa pianura, doveva essere invitato a disegnarla poche miglia lontano, alle sponde del Tesino, ovvero dell'Adda, oppure anche del Lambro: l'acqua è tanto necessaria agli usi comuni, e la navigazione è tanto opportuna per trasportare ogni genere, che si dovettero scavare artificialmente de' canali secent'anni sono, per rendere comuni anche a Milano questi comodi; il che si sarebbe certamente risparmiato qualora il sito fosse stato trascelto con determinazione di piantarvi una città. Milano mi sembra formata per una serie di circostanze senza un fondatore, e mi pare che, dalla condizione di un povero villaggio, gradatamente ampliata, diventasse insensibilmente una città, senza che uomo alcuno avesse concepito l'idea dappiincipio di farla tale» (Verri, Urbani, & Ogliari, 2003)

Ruggini, 1990), in un punto strategico per il commercio, di terra e fluviale, e sulla linea de fontanili¹⁰, che significava un'abbondanza di acqua sotterranea e una facile difesa grazie alle paludi circostanti.

Se si osserva attentamente l'idrografia del territorio milanese, infatti, si nota come l'insediamento celtico sia posto all'interno di coppie di fiumi che avvicinandosi all'insediamento diminuiscono d'importanza: il Ticino e l'Adda, l'Olona e il Lambro, il Nirone e il Seveso.

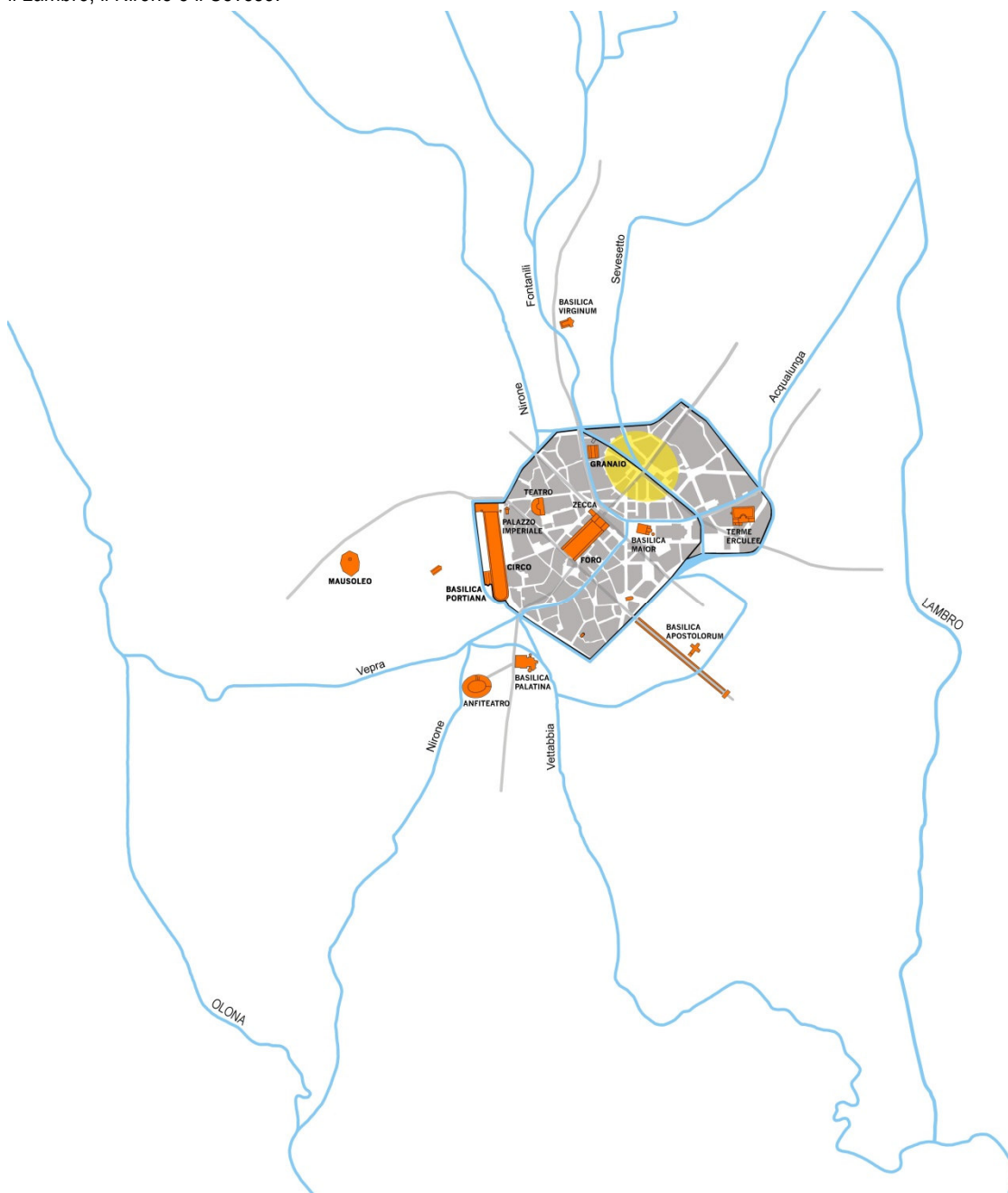


Immagine 29: Sintesi a scala regionale dei caratteri dell'area milanese, dibattuti nello studio della fondazione di *Mediolanum*.
Fonte: Rielaborazione propria

¹⁰ Le risorgive e i fontanili sono una sorgente di acqua dolce, tipici dei terreni di piana alluvionale, come appunto la pianura Padana. La distinzione dei due termini è abbastanza sottile, infatti, rappresentano lo stesso fenomeno, ma se le risorgive rappresentano un affioramento naturale, il termine fontanili, invece, si utilizza quando l'affioramento è di origine antropica. L'elemento centrale era la torre che rappresenta la polla da cui affiora l'acqua sorgente, che si trova in strati di ghiaia e sabbia a pochi metri sotto il livello dell'alveo, a una temperatura costante compresa tra i 10 e i 12 gradi. Le acque, quindi, affioravano spontaneamente in un punto per poi distribuirsi tutto intorno. Le rive dei fontanili erano e sono tutt'ora formate da un ampio e poco profondo scavo che aveva una forma di anfiteatro, con un leggero pendio verso l'esterno e un scosceso verso lo specchio d'acqua Veniva quindi creato un piccolo ecosistema, ricco di fauna e flora.

L'idrografia milanese si compone di corsi d'acqua che corrono lungo una direttrice che da N-O va verso S-E, sino a raggiungere il Po, che li raccoglie tutti. Questo andamento segue la morfologia della pianura lombarda che è caratterizzata da una superficie debolmente inclinata nella medesima direzione di circa 0,3 %, che significa una differenza di quota di 2,7 metri ogni km lungo la massima pendenza (Poggi, 1911).

L'uniformità della pendenza è interrotta nella parte centrale da «una specie di promontorio» (Poggi, 1911), che rappresenta il risultato delle demolizioni e ricostruzioni che hanno modificato il centro storico della città. Attorno al promontorio il terreno accenna a due lievi dislivelli, uno verso l'Olona e il Lambro meridionale a ovest e l'altro verso il Lambro orientale a est.

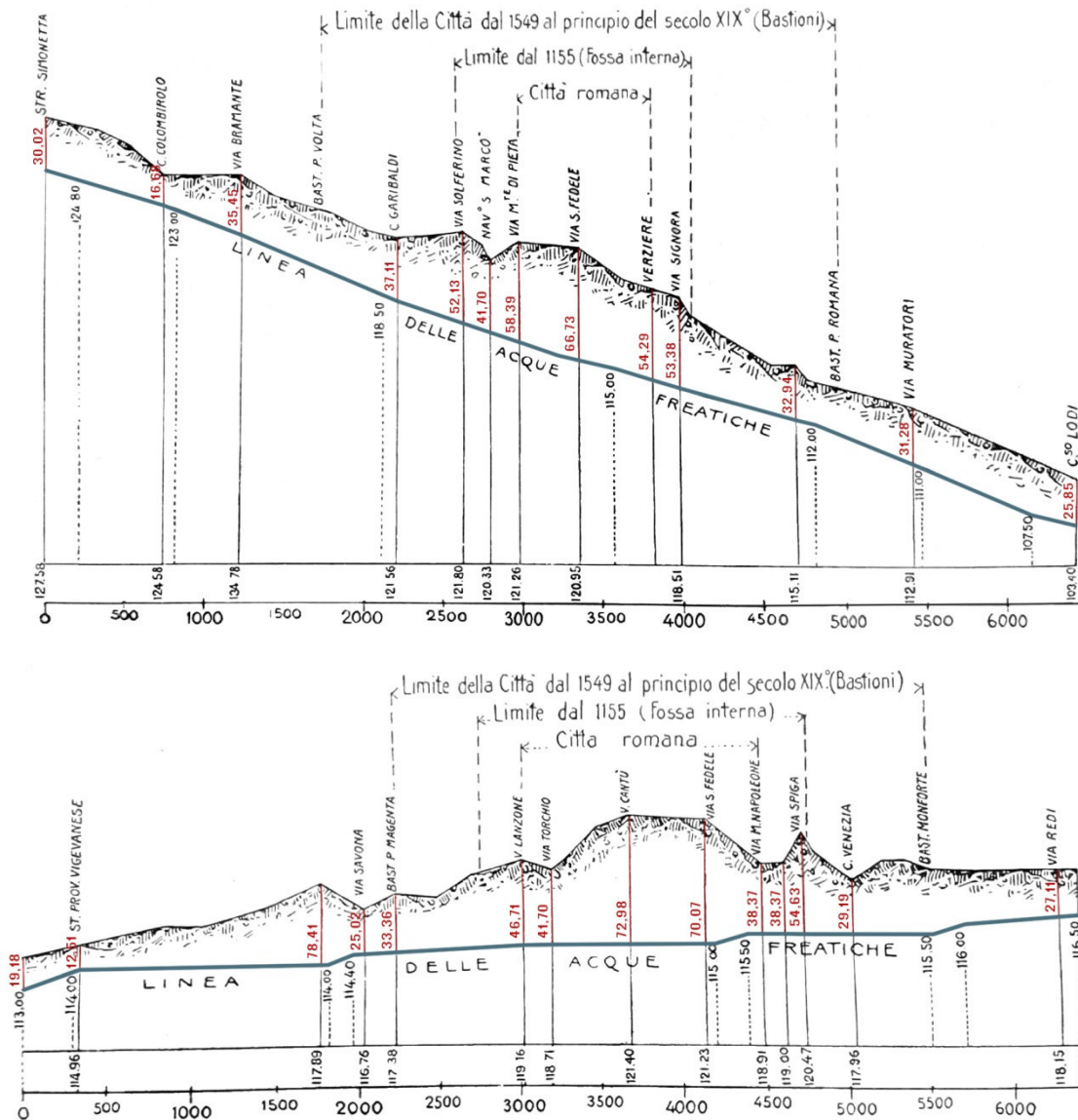


Immagine 30: Sezione longitudinale (a) e trasversale (b) di Milano, redatte per lo studio di fattibilità del progetto della fognatura (Tavola III). Fonte: Felice Poggi, *Le fognature di Milano* (Poggi, 1911)

Significativo di queste due sezioni, oltre all'andamento del terreno in prossimità di Milano, è l'altezza e l'andamento della falda acquifera, che all'inizio del XX secolo aveva un'altezza media tra i 35/ 40 m. Di fatto, come sottolinea lo stesso Poggi, non è possibile affermare se la falda sotterranea sia costituita da un unico grande bacino alimentato dai laghi o da differenti bacini di dimensioni inferiori. Il sottosuolo, infatti, è caratterizzato da depositi alluvionali di ghiaia e sabbia ai quali si intercalano banchi di argilla, che si sono formati durante il quaternario, e poggiano su un fondo di origine marina. L'abbondanza di acque meteoriche e superficiali, grazie all'alta permeabilità e al potere filtrante del suolo, ha consentito la formazione di un bacino sotterraneo considerevole e, in epoca meno recente, di qualità, che mantiene lo stesso deflusso da N-O a S-E.

Le zone argillose hanno estensioni differenti e possono sovrapporsi in alcuni punti, ma non creano uno strato di separazione, quindi, sino a 120- 140 metri di profondità, si può contare con un acquifero unico. Tale conformazione ammortizza gli effetti degli eventi sismici e crea falde idriche a diverse profondità. Inoltre, il progressivo sbriciolamento dei materiali lapidei delle Alpi, trascinati a valle dal defluire delle acque verso il Po, ha determinato il formarsi di strati ghiaiosi nella zona prealpina e di depositi argillosi e impermeabili nella pianura. Una differenziazione geologica nell'area milanese che ha consentito una differenziazione anche delle attività produttive della zona¹¹ oltre ad un'abbondanza di acqua potabile nel sottosuolo per molti secoli. Le zone collinari e alpine erano ricche di legnami e di materiali lapidei, mentre quelli pianeggianti consentivano uno sviluppo dell'agricoltura e permisero di sfruttare l'abbondanza d'argilla nella fabbricazione di mattoni per la costruzione.

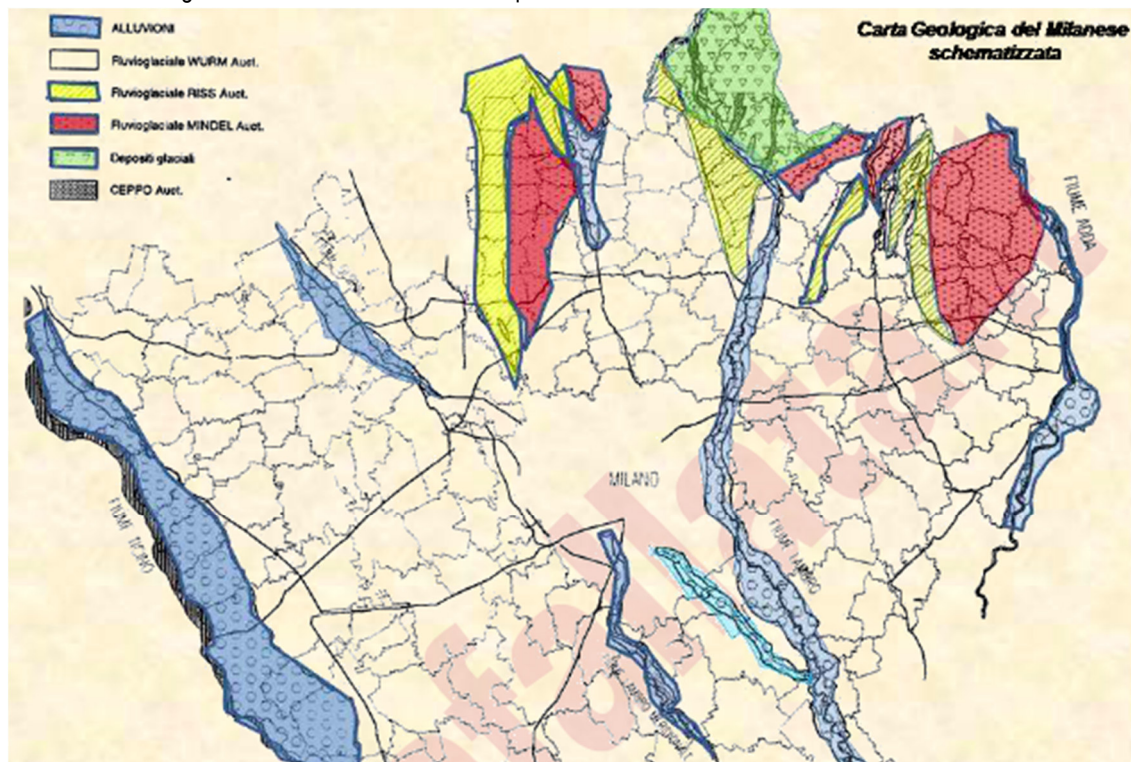


Immagine 31: mappa geologica area milanese. Fonte: Rosti G., *Le risorse idriche sotterranee della "città d'acqua"*. Brevi appunti sulle caratteristiche idrogeologiche delle falde milanesi. Milano, 1994. www.acquafallata.it

Inoltre, nei punti in cui le stratificazioni argillose sotterranee si incontrano, le acque profonde non possono defluire verso valle e salgono, quindi, in superficie, dando origine a sorgenti d'acqua naturali, chiamate risorgive (Rosti, 2009). Questo carattere geo-territoriale, sommato alla scarsa profondità degli alvei dei fiumi nella bassa pianura padana, ha portato sempre problemi di esondazioni e impaludamenti del terreno. Con la centuriazione romana¹² e soprattutto con l'opera dei monaci cistercensi che hanno introdotto il sistema delle marcite e aumentato e migliorato le opere di canalizzazione delle acque per l'irrigazione, anche questi caratteri, sommamente negativi, si sono trasformati in un punto di forza per l'agricoltura milanese. Infatti, per bonificare i terreni paludosi della pianura, venne posto ordine al territorio agrario, dando un disegno preciso alle risorgive alle quali si sommarono nuovi scavi, profondi da 2 a 5 metri, che consentirono di canalizzare le acque limpide sotterranee.

¹¹ Bovesin de la Riva nel suo libro *Le meraviglie di Milano* racconta come «le selve e i boschi e le rive dei fiumi producono legno duro di diversa qualità, adatto a costruzioni e a molti altri usi, e anche l'indispensabile legna da ardere: tanta è la sua abbondanza che nella sola città è assolutamente certo che se ne bruciano ogni giorno più di centocinquanta carri, [...] sembra stupefacente anche questa affermazione: che nel contado di Milano più di centocinquanta carri di vino, nelle annate buone, vengono messi in botte» (de la Riva, 2009)

¹² La funzione della centuriazione erano tre: individuare i confini di proprietà, stabilendo in modo chiaro la proprietà dei diversi terreni da parte dei coloni; realizzare un sistema di canali per il controllo delle acque e per l'irrigazione e, infine, identificare un sistema di comunicazione a livello locale e territoriale. (Denti, 2012).

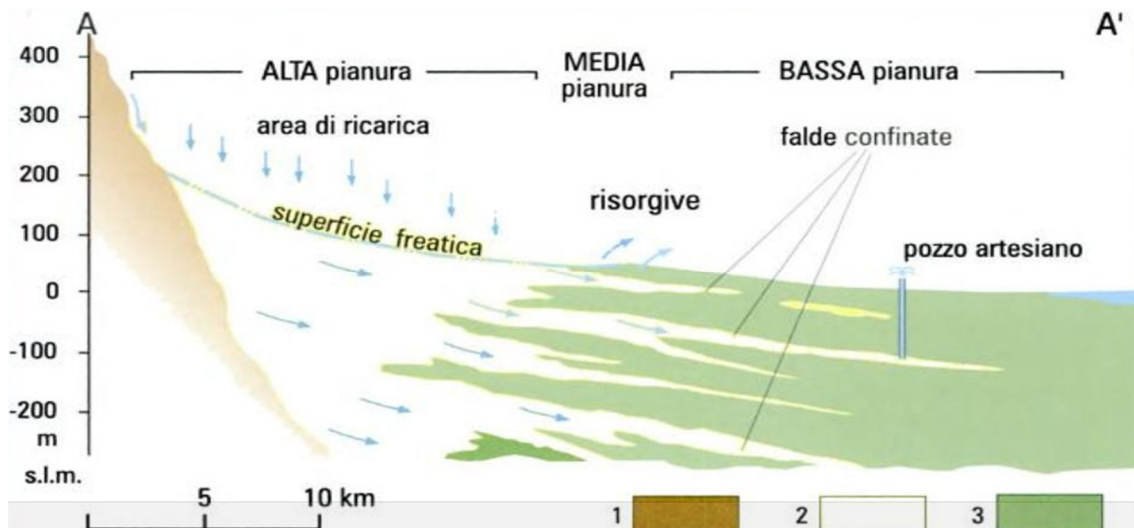


Immagine 32: Sezione geologica schematica della pianura lombarda. 1) Prealpi e substrato roccioso profondo; 2) Ghiaie dell'alta pianura passanti a sabbie e sabbie-ghiaiose nel sottosuolo della bassa pianura; 3) limi e argille impermeabili della bassa pianura. AA.VV., *Il Parco dei fiumi Lemene, Reghema e dei laghi di Cinto*, Edicilo Editore srl, Venezia, 2003

Il basso romano impero (270- 430 d.C.) è caratterizzato da contrasti economici e politici, tra i quali le rivolte dei contadini e le invasioni barbariche, che obbligano *Mediolanon*, come la maggior parte degli insediamenti, a murarsi, creando una divisione netta tra quello che stava dentro o fuori della città. Le opere difensive di Milano furono abbastanza rilevanti e sicuramente tennero conto del fatto che la città era uno dei centri di potere di quel periodo. La cinta muraria era costituita anche da un fossato con sezione a U che aveva una larghezza di 3 metri e una profondità di circa 1,5 m¹³. Tali dimensioni fanno supporre che la funzione del fossato non si limitava all'approvvigionamento idrico, necessario per lo smaltimento dei rifiuti pubblici e privati, ma anche come protezione e per il trasporto di merci e persone. (Caporusso, 2002).

Nel 222 a.C. venne conquistata per mano di Gnaeus Cornelius Scipio Calvus, e venne chiamata *Mediolanum*¹⁴, riproducendo probabilmente il toponimo celtico. La localizzazione della Milano romana coincide con l'espansione dell'insediamento celtico e trovava la sua parte più alta dell'abitato in prossimità degli attuali Duomo e Castello Sforzesco, per poi degradare verso N-O e S-E, come si vede nella sezione dell'ingegner Poggi (Poggi, 1911). Sin dall'epoca romana esisteva, infatti, una stretta relazione tra gli edifici pubblici di rilevanza della prima età repubblicana romana e i luoghi sacri che vennero poi eretti nella successiva età imperiale. Entrambi erano strettamente collegati alle opere idrauliche di derivazione dei fiumi che alimentavano i fossati. (Treccani degli Alfieri, 1960)

A partire dal 89 a.C. *Mediolanon*, in seguito alla promulgazione della *Jus Latii*, divenne una città di diritto latino e venne realizzato un sistema di acque e strade rispetto al quale la via Emilia giocava un ruolo centrale. Di fatto, Milano è stata costruita nel punto di intersezione tra il vettore territoriale che divenne in seguito via Emilia e la fascia delle risorgive, tipica della pianura Padana (Denti, 2012).

La conformazione geo-idrologica con una falda acquifera alta ha consentito che sin dalla fondazione l'approvvigionamento di acqua potabile avvenisse tramite pozzi e fonti per lo più pubbliche. Di fatto, come testimoniato

¹³ Per intendere la grandezza dell'opera, si consideri che in quell'epoca la città era costituita probabilmente da 25.000 abitanti e che aveva un'estensione di circa 1,23 Km² e la larghezza dei fossati degli insediamenti minori raggiungeva al massimo i 1,5 metri. Avevano sezione a U, consolidata da palizzate di legno. Inoltre la fascia di terreno libero, compresa tra la cinta e lo scavo, veniva rinforzata con riporti di terra in modo da facilitare l'autodifesa della popolazione. Bovesin de la Riva li descrive così: «i fossati esterni offrono alla città una risorsa alimentare, la pesca, attività caldeggiata da religiosi e municipalità, che produce circa cinque tonnellate di pesce all'anno, mentre quelli interni vengono riempiti o trasformati in canali fognari».

¹⁴ *Mediolanum* o *Mediolanium*, dal latino, significa località in mezzo alla pianura o tra corsi d'acqua. L'etimologia del nome della città fa, quindi, pensare a una progettazione strategica di un insediamento che potesse sfruttare la centralità della sua localizzazione per il commercio e per la difesa e la ricchezza di risorse per la vita quotidiana, comprendendo l'approvvigionamento idrico come l'agricoltura e le attività artigianali che da esse ne derivano. (Treccani degli Alfieri, 1960)

dallo stesso Poggi nel suo testo sulle fognature di Milano, la fonte principale di approvvigionamento di acqua potabile sino alla seconda metà del XIX secolo erano pozzi privati e pubblici, profondi da 2 a 12 metri¹⁵.

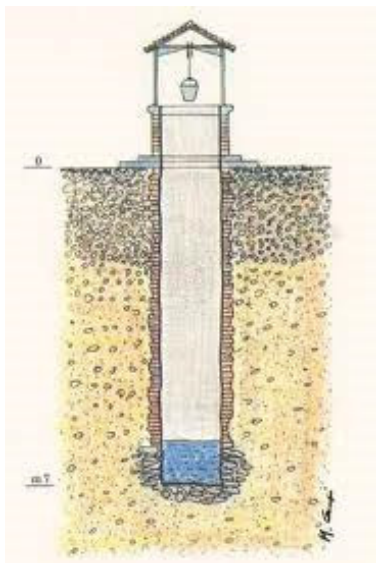


Immagine 33: Schema di un pozzo privato. Fonte: <http://www.storiadimilano.it>

L'acqua potabile è un flusso socialmente controllato nel senso che viene fatta affiorare per pressione in punti precisi della città per controllarne il flusso e l'accesso. In questo senso l'acqua potabile è un flusso continuo, perché attinge dalla falda acquifera che è permanente, però proprio per lo stesso motivo può essere irregolare, in quanto dipende dalle stesse condizioni della falda e della capacità di ricarica della stessa. Si pensi, infatti, che nei periodi di secca non era sempre possibile usufruire di un approvvigionamento regolare anche se a differenti livelli di profondità. Per garantire, quindi, un flusso omogeneo durante tutto l'anno venne realizzato un sistema di condotti che serviva di acqua potabile le fonti e i bagni. Questi canali erano alimentati dalle derivazioni di uno o più fontanili o dei corsi d'acqua principali. Il secolo scorso vennero ritrovati tubi in terracotta con una forma conica, imboccanti l'uno nell'altro, che probabilmente erano posti in un condotto di muro e protetti da due tavelloni, posti a 90° rispetto l'altro.

L'idrografia superficiale si componeva dalle acque del fossato che correva lungo il versante occidentale delle mura e che era alimentato principalmente dal Nirone e da alcune rogge riunite nel Rile de Crosa o Molia che correva lungo l'attuale corso Garibaldi fino al Pontaccio. Le derivazioni del Seveso¹⁶, invece, avevano una duplice funzione: una in zona S. Marco per alimentare il fossato (Sevesetto) e l'altra lungo corso Venezia (poi chiama Acqualunga¹⁷), che consentivano portare l'acqua sino al centro della città servendo anche le Terme Erculee e i battisteri della cattedrale¹⁸. Nella fascia sud della città vennero ritrovate numerose anfore che avevano funzione di drenaggio e molti degli edifici erano costruiti su palificazioni, a causa della conformazione del terreno. Inoltre vennero ritrovate vasche e sottili condotti che costituivano impianti termali. La quantità dei ritrovamenti ha fatto supporre che fossero molto frequenti anche nelle residenze private.

¹⁵ I primi, considerata l'abbondanza e la superficialità della falda, avevano una profondità di circa 2-3 metri, però ben presto, per preservare la qualità dell'acqua, raggiunsero i 6-7 metri. A ogni modo erano tutti impermeabilizzati con pareti in laterizio, per evitare contaminazioni dell'acqua.

¹⁶ Donatella Caporusso, nel suo testo *Vie d'acqua e canali nella Milano romana*, spiega come «prima della realizzazione del canale della Martesana, nel 1457, che modificò l'andamento dei vari immissari, sottraendo e acque per convogliarle nei navigli, il principale apporto era fornito dal fiume Seveso» (Caporusso, 2002)

¹⁷ Il nome Acqualunga deriverebbe dal latino *aqua longa*, facendo supporre che il canale fosse stato costruito espressamente per soddisfare i bisogni della città. Infatti lungo il tracciato si trovavano le terme Euclidee, il Battistero di Santo Stefano, quello di San Giovanni alle gt e un *balneum* citato in documenti del X secolo.

¹⁸ Si può ipotizzare che tali condotti fossero utilizzati anche nella prima metà del XIV secolo. Nel suo testo *Storia di Milano*, parla di un condotto che alimentava d'acqua limpidissima e abbondante la peschiera di Azzone Visconti (1330- 1339) situata nell'attuale Palazzo Reale e che «quest'acqua, la quale presentemente passa coperta sotto della Regia Ducale Corte, l'aveva Azone raccolta da due sorgenti ritrovate di porta Comasina, nel luogo detto alla Fontana; e per canali sotterranei l'aveva condotta sino al suo palazzo. S'ingannano coloro che confondono quell'acquedotto col Seveso, colla Cantarana o col Nirone» (Verri, Urbani, & Ogliari, 2003)

Una volta alimentati i luoghi pubblici e privati della città le acque di scolo era fatta defluire sino ai canali attraverso un sistema articolato di chiaviche¹⁹ praticabili. Si aggiungeva l'acqua di pioggia che veniva filtrata dal suolo sino ad affiorare nei fiumi o nei condotti di deflusso delle acque che convogliavano tutte le acque al fossato. Attraverso il fossato erano scaricate a meridione dal canale artificiale della Vettabbia, che a sua volta confluiva nel Lambro nei pressi di Melegnano. Nel tragitto urbano, si arricchiva di materia organica, e veniva, quindi, raccolta e condotta per gravità sino ai campi coltivati e ai prati a sud della città, attraverso un ricco sistema di irrigazione. I rifiuti organici, infatti in età romana, venivano raccolti come compost per gli orti o, per le abitazioni e le attività vicino ai canali, venivano direttamente fatti defluire agli stessi con l'acqua grigia. Questo consentiva anche agli orti e campi a sud della città di essere concimati in modo naturale grazie alla stessa acqua che era il vettore primario della materia organica. In questo senso il deflusso dell'acqua di scolo determina tanto la localizzazione dei campi e dei prati, quanto la forma urbana che li indirizza a essi, l'andamento delle strade e dei canali urbani. Le strade avevano una forma a cunetta centrale con trottoiri e marciapiedi di granito a livello che come fece presente Felice Poggi nel suo studio per le fognature di Milano, sino all'inizio del XX secolo era l'unico sistema in uso nella città.

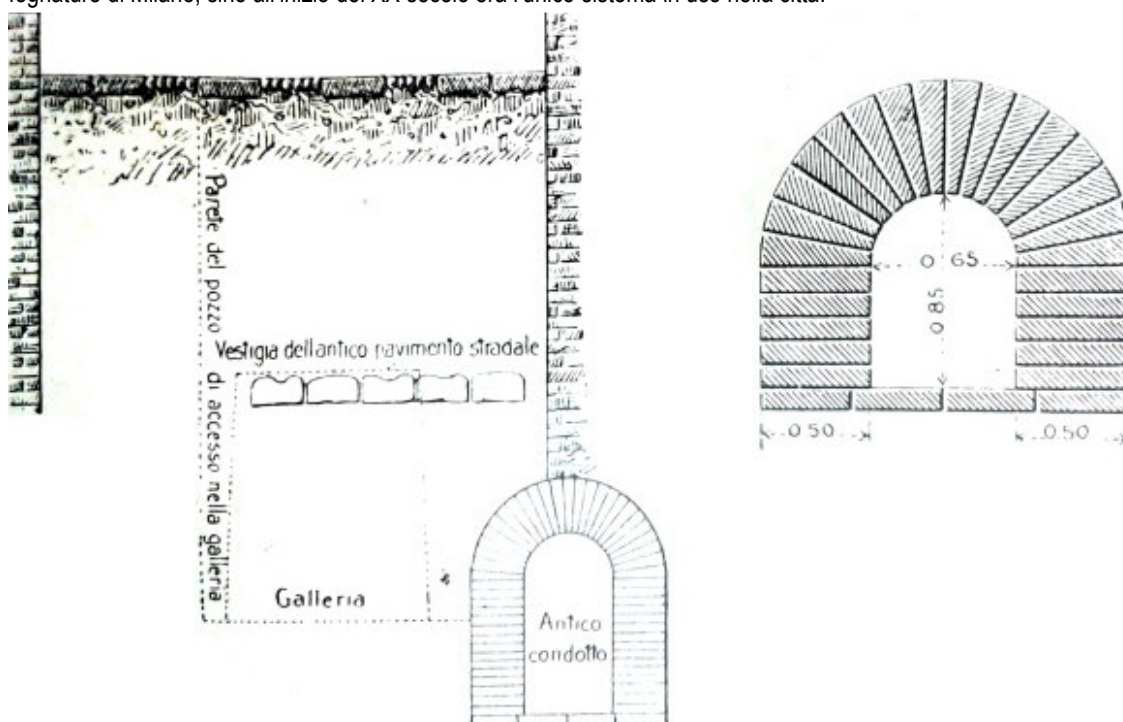


Immagine 34: Sezione schematica di un condotto di epoca romana in prossimità di via S. Maurilio. Fonte: Felice Poggi

La portata aumenta molto quando Milano rimodella le parti spianate del terrapieno per realizzare le prime chiuse stabili che permettevano appunto di regolare il deflusso dell'acqua per l'irrigazione e per il funzionamento dei mulini. Bisogna specificare che l'attività molitoria non era agli inizi, anche perché le principali attività della città erano l'agricoltura e il commercio. Si pensa, infatti, che nella *Mediolanum* romana già fosse presente un porto²⁰, che sarebbe stato alimentato dalle acque del fossato e dall'Acqualunga.

¹⁹ La chiavica è un sistema idraulico che consente di modulare il flusso di un determinato corpo idrico. Realizzata in muratura consiste nella realizzazione di un varco negli argini del corso d'acqua. Durante i periodi di magra, le acque di scolo provenienti dalla campagna si immettono nel fiume, mentre nei periodi di piena, attraverso l'uso di paratoie, viene impedito il deflusso dell'acqua fluviale ai terreni che si trovano a un livello inferiore del livello di piene, attraverso cui le acque di scolo defluiscono nel corso stesso. (Treccani degli Alfieri, 1960)

²⁰ Un passo di Landolfo Serione del XI secolo, parla di un «collegamento diretto tra Milano e il Po attraverso il canale Vettabbia per il trasporto quotidiano di *ultramarinae divitiæ*» (Caporusso, 2002). La localizzazione del porto di Milano è abbastanza dibattuta dagli storici delle origini di *Mediolanum*. Una delle prime ipotesi avanzate sosteneva che il porto si trovasse all'inizio del canale della Vettabbia, anche se non esistono ritrovamenti archeologici che appoggino l'ipotesi. Mentre dei resti importanti vennero trovati nella zona di porta romana, subito fuori dalle mura, dove appunto è presente una depressione del terreno. Quest'ultima ipotesi è supportata anche dalla persistenza di alcuni toponimi quali via Pantano (prima via Pozzolaghetto), via Laghetto e l'appellativo della chiesa di San Giovanni in Conca, anche se tradizionalmente sono riferiti al porto di età medioevale che venne conservato sino al 1857.



Immagine 35: Sovrapposizione mappa delle rilevanze architettoniche della Milano dell'età imperiale romana in una planimetria del 300 400 d.C. con schema idrografia e principali strade. Fonte: rielaborazione propria da (Berner, 2002)

Mediolanum nasce come insediamento strategico per l'attività commerciale del nord Italia, trovandosi al centro della pianura Padana ed essendo quindi vicino tanto ai laghi al nord, quanto al Po a sud che era il collegamento con il Mar Adriatico. Se ci pensiamo, infatti, tutte le opere idrauliche e stradali, furono gli elementi determinati della stessa morfologia dell'insediamento. Doveva essere facilmente accessibile via terra a e via fiume e doveva consentire l'approvvigionamento di acqua potabile ma anche e soprattutto per il commercio, la difesa stessa della città e per la bonifica del territorio circostante che permetteva la sussistenza dell'insediamento.

La città era circondata da un fossato che rappresentava il punto nodale della città e, con la realizzazione delle prime chiuse che ne regolano la portata, aumenta la sua importanza anche come principale elemento difensivo. Milano era alimentata a nord dal Nirone e da alcuni fontanili, che irrigavano i capi che sovrastavano la città e alimentavano le acque della parte ovest del fossato, raccogliendo i rifiuti organici che uscivano dalla città, grazie anche all'aiuto della Vattabbia, per arricchire attraverso un sistema d'irrigazione molto fitto la campagna a sud della città. Uno dei punti nodali del fossato era la Darsena, in cui si incontravano il Nerone che poi sarebbe uscito dalla città per diventare affluente del Lambro, la Vattabbia, che invece diventava affluente del Seveso e la Vepra che invece entrava nella città per portare l'acqua ai palazzi e ai luoghi pubblici più rilevanti. La parte sinistra del fossato veniva invece alimentata dalle due diramazioni del Seveso, realizzate nella stessa epoca, il Sevessetto più a nord e l'Acqualonga, più a sud. Queste derivazioni e il fossato che proteggeva e alimentava la città, fecero di Milano una città d'acqua che non aveva nulla da invidiare alle città portuali o fluviali dell'epoca. Consentirono inoltre di iniziare la bonifica della campagna circostante, soprattutto di quella settentrionale caratterizzata da numerosissime risorgive, che iniziarono a essere sistematizzate per la bonifica agricola. I Romani furono capaci di trasformare un aspetto negativo dell'idrogeologia

della città nel suo punto di forza. Si pensi solo che in quest'epoca vennero realizzati i primi fontanili e i primi pozzi di acqua potabile per lo più pubblici nelle piazze principali della città.

1.2 Milano in età medioevale

Con la caduta dell'Impero Romano d'Occidente per mano delle popolazioni nordiche e centroeuropee, che si dedicavano prevalentemente alla pastorizia e meno all'agricoltura, le opere idrauliche e stradali che avevano fatto guadagnare a Milano un ruolo di rilevanza durante l'Impero, vennero abbandonate. Il sistema stradale risultò essere insufficiente a media e lunga distanza e vennero abbandonate le opere di centuriazione delle campagne circostanti, che avevano consentito sino a quel momento un uso razionale e organizzato delle risorse agricole e idriche (Berner, 2002). Da una parte la difficile comunicazione provocò la diminuzione del commercio che stava fiorendo in età romana, dall'altra l'abbandono della campagna, vista la natura idro-geologica del territorio milanese, portò all'estendersi delle paludi e delle foreste. Venne meno il sistema dei canali e delle rogge che reggevano il metabolismo idrico e materico della città, lasciando spazio a boscaglie e paludi. Si assistette pertanto a un calo considerevole della demografia urbana, passando da 100.000 a 30.000 abitanti.²¹

Per assistere alla rinascita della città si dovette aspettare sino al XI secolo, quando gli ordini monastici acquistano un ruolo fondamentale e iniziano a mettere in atto una bonifica radicale del territorio agricolo nella sua stretta relazione con il sistema urbano. Le opere idrauliche più impegnative riguardavano la zona meridionale della città, dove tutti i corsi d'acqua confluivano in un unico canale di scarico, la Vettabbia²² che nel 1135, con la fondazione del monastero di Chiaravalle, divenne il fulcro della bonifica. La bonifica comprendeva l'aspetto produttivo²³ e di riorganizzazione del territorio a sud di Milano e venne portato avanti come un progetto a scala territoriale che permise di riequilibrare l'uso delle risorse territoriali e le scelte insediative grazie allo sfruttamento razionale della risorsa idrica, principalmente attraverso la del sistema dei navigli e delle canalizzazioni irrigue.

La Milano medioevale riacquista il potere perduto con le invasioni barbariche, si espande e necessita quindi dell'implementazione delle difese attraverso la realizzazione di una seconda fossa che delimitava il nuovo perimetro urbano. Nel 1156 Guglielmo da Guintellino, ingegnere militare durante il conflitto di Milano con Federico Barbarossa, organizza il sistema della difesa delle forze milari imperiali e si occupa della progettazione e della realizzazione della seconda fossa che prenderà il nome di "Fossa Interna" dopo la costruzione delle mura spagnole. (Berner, 2002) Questa condiziona totalmente l'impianto stradale e quello edilizio, tanto della città come dei nuovi borghi.

²¹ Il medioevo è caratterizzato da un regime feudale che vedeva piccoli centri di potere distribuiti nel territorio, che esercitavano la propria influenza su aree relativamente ridotte che non avevano relazione tra di loro. Il sistema feudale trova una delle sue maggiori debolezze nell'incapacità di dar spazio a uno sviluppo culturale e sociale. (Treccani degli Alfieri, 1960),

²² Il nome Vettabbia deriva dalla parola latina *vectabilis*, che significa trasportabile, capace di trasportare. Di fatto, all'epoca dei Romani, il canale era navigabile e soprattutto era unito al Po, attraverso il fiume Lambro. Pertanto permetteva alla città di godere di un'attività commerciale molto fiorente, che approfittava dello sbocco verso il mar Adriatico, possibile grazie al collegamento con il fiume Po (AA.VV., 2000). L'ingegner Felice Poggi nella sua ricostruzione dell'idrografia di Milano, realizzata all'inizio del Novecento per il progetto delle fognature di Milano, considera il canale Vettabbia un corso d'acqua naturale. L'architetto Marco Prusiscki nell'articolo: *la Valle della Vettabbia risorge*, che fa parte di un testo più ampio con titolo *la Valle dei Monaci. Un territorio con origini antiche torna a vivere per Milano*, considera che il canale sia composto da quattro tratti in parte artificiali e in parte naturali.

²³ Nel XIII secolo venne creato il consorzio della Vettabbia che comprendeva i monasteri di Chiaravalle e Viboldone, le chiese di San Pietro in Campo Lodigiani e di Santa Maria di Calvenzano e sette famiglie milanesi. Il consorzio regolava i diritti legati alle pratiche irrigue e idrauliche, dei quali abbiamo testimonianza dagli *Statuti delle strade e delle acque* che «stabilivano la manutenzione i manufatti e delle opere civili che confluivano poi nella *Rubrica generale de l'acqua e de la rasone de li molini e delle strade*» (Malara, 2002), che era un atto che sanciva l'importanza dei mulini nell'economia cittadina.

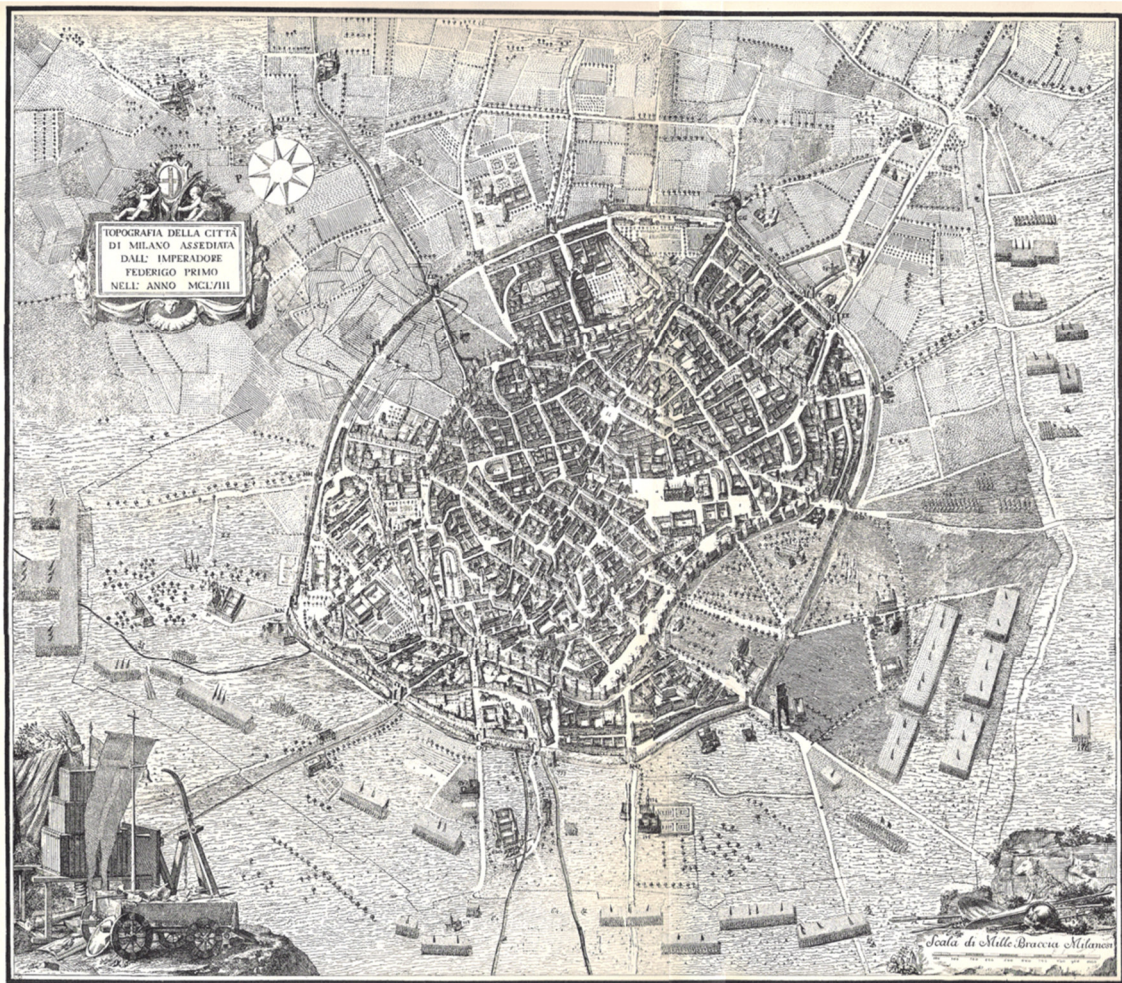


Immagine 36: Mappa della Milano medievale 1158. Fonte: www.storiadimilano.it

L'approvvigionamento di acque potabile e lo scolo delle acque grigie e di pioggia rimase invariato rispetto all'età romana, anche se la domanda idrica crebbe esponenzialmente per l'urbanizzazione che investe la città.

L'acqua abbondante e di qualità della falda permette l'approvvigionamento di acqua attraverso pozzi di ridotta profondità (tra i 6/7 metri, sino a raggiungere i 12 m). Per lo più erano fonti pubbliche localizzate nelle piazze e nelle corti delle residenze private, ma le chiese, i conventi, i palazzi nobiliari e le abbazie godevano di fonti private. All'estrazione verticale si aggiungevano anche i numerosi canali che si diffusero numerosi all'interno della città, portando acque pulite ai centri pubblici e privati di maggiore importanza e favorendo il deflusso di quelle luride e di pioggia, ricche di materia organica che, una volta raggiunte le aree coltivate attraverso la Vettabbia, aiutavano l'irrigazione e la concimazione degli stessi.

Rispetto il tema dell'acqua di scorrimento e il suo rapporto con l'agricoltura e il territorio urbano, ci troviamo davanti alla vera e più importante rivoluzione in epoca medioevale: la conformazione del nuovo paesaggio agricolo che non comprendeva solo il nuovo assetto delle terre coltivate ma anche le nuove tipologie edilizie che introducono un nuovo modello di abitare e di produrre. Gli edifici avevano una tipologia a corte, ognuna delle quali definisce in modo chiaro ed esplicito, il suo rapporto con il territorio circostante, adattandosi quindi alle diverse condizioni contestuali e funzionali e riproducendo quindi nuovi modelli di abitare e di produrre. Le abbazie erano estere al nucleo urbano, in prossimità a nodi cruciali di connessione infrastrutturale del tessuto territoriale. Erano costituite da due corti connesse con la chiesa. Le corti erano aperte verso il territorio a voler determinare le misure e la stretta appartenenza a un disegno unitario di paesaggio agrario, proprio come simbolo della rinascita agraria grazie soprattutto alle marcite²⁴, che permisero tecniche di coltivazione del foraggio, tipico del territorio milanese. Quando i monaci accertarono che le risorgive consentivano di avere tutto l'anno, acqua a temperature comprese tra i 10° e i 13°, applicarono ai terreni milanesi la

²⁴ L'etimologia della parola è incerta, nonostante la radice del dialetto lombardo sia certa. Le due ipotesi principali sono la derivazione dalla marzita (che significa marzo), facendo riferimento alla disponibilità dell'erba sin dal mese di marzo. L'altra invece, giocherebbe con la derivazione dal verbo marcire, riferendosi alla pratica di lasciar marcire l'ultimo taglio invernale sul terreno, per concimarlo.

tecnica delle coltivazioni a marcita che era già conosciuta e utilizzata in Francia dall'ordine dei Cistercensi e considerava sostanzialmente nell'utilizzo dell'acqua delle risorgive o dei fontanili per un'irrigazione a gravità dei campi coltivati.

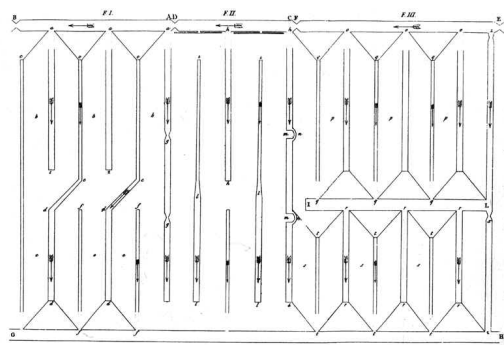


Immagine 37: Immagine e schema di una marcita ad ali doppie, fondo della Cascina Gambarina, Abbiategrasso. Fonte: Daniele Garnerone, 2005.

Non dimentichiamo che le opere di bonifica medioevali furono favorite dal declivio naturale del terreno e dalla permeabilità del sottosuolo, che si prestava all'innaffiamento, allo scolo e alla depurazione delle acque che defluiscono dalla città. Importante, inoltre, è sottolineare che le opere idriche medioevali, iniziarono dal recupero, dove possibile, dei sistemi di rogge e canali della centuriazione romane e proseguirono con la realizzazione di nuove opere. Le principali abbazie erano Chiaravalle, Viboldone, Mirasole e Moribondo che, oltre alla funzione agricola, erano i centri della spiritualità e luoghi determinanti per la produzione e l'economia della città. Di fatto, come fa notare Felice Poggi solo grazie ai monaci cistercensi e al fiorente sviluppo agricolo della parte sud dell'area milanese fu possibile estendere un sistema di irrigazione efficiente anche nelle campagne a nord della città, dove avevano origine i vari corsi d'acqua. La Milano medioevale è quindi un centro importante nella pianura Padana, tanto per la produzione agricola e manifatturiera, quanto per il potenziamento del commercio, attraverso i sistema sempre più fitto di canali navigabili. Raggiunge una stabilità politica, una considerevole prosperità economica e una repentina e notevole crescita demografica, significò un aumento della domanda di prodotti alimentari e, di conseguenza, la fioritura di numerose attività artigianali e a un primo sviluppo tecnologico che include proprio le macchine molitorie²⁵ (Denti, 2012), il cui numero aumentò in modo esponenziale, sempre grazie alle conoscenze idrauliche dei monaci cistercensi. Come accennavamo precedentemente il territorio lombardo tanto dal punto di vista geografico e climatico, quanto da quello culturale e sociale, per la ricchezza di corsi d'acqua perenni, di portata media e sufficientemente costante per tutto il corso dell'anno; per la capillare diffusione della coltivazione di cereali, che trovarono buone condizioni climatiche e pedologiche di adattamento; infine per la presenza di agglomerati urbani di una certa consistenza²⁶ (Chiappa Mauri, 1998).

²⁵ Come fa notare Marc Bloch, nel suo testo *Lavoro e tecnica nel Medioevo* la supposizione che il mulino fosse già conosciuto dai greci trova la sua ragione principale nel fatto che lo stesso Vitruvio lo chiama con un nome greco. L'elemento certo è che Vitruvio parlava di un mulino verticale che «è più efficiente di quello orizzontale, ma per costruirlo bisogna saper trasferire il moto dell'asse orizzontale della ruota idraulica all'asse verticale della macina, occorre cioè un particolare ingranaggio» (Russo, 2003). Sostanzialmente la ruota orizzontale è il primo esempio di mulino. Era un sistema semplice che prevedeva che l'acqua, derivata da una canaletta, colpisse la ruota che era posta sotto l'acqua, allo stesso livello delle macine. La sua caratterizzazione lo rendeva dipendente dalla forza esercitata dall'acqua e, pertanto, poco efficace. Nel primo secolo venne, quindi, sostituito dal sistema verticale, il "vitruviano". Questo sistema permette un rendimento migliore del mulino perché è in grado di lavorare efficientemente sia con grandi che con ridotte portate. La ruota, infatti, è collocata a 90° rispetto alle macine e caratterizzata da listelli perpendicolari rispetto alla stessa consentendo il movimento della ruota e, quindi, della macina.

²⁶ Nei testi del IX secolo i mulini idraulici vengono citati frequentemente, sostituendo il termine volgare *mollinum* con quello più dotto *molendinum*: nel 879 veniva assegnato all'arcivescovo di Milano Ansperto un mulino sito sul fiume Lambro nelle località di Villota e Vedano e, tra l'842 e l'865, sono menzionati altri mulini nella zona di Cologno Monzese.



Immagine 38: Immagine di un mulino nei pressi di Occhiate, sul Lambro. Fonte: *Noi Brugherio*, 18 maggio 2015.

Questo sviluppo dell'agricoltura in età medioevale portò come dicevamo un aumento sostanziale della popolazione urbana e quindi un aumento della richiesta di farina e cereali. A questo si aggiungeva la favorevole conformazione geomorfologica del territorio milanese che permetteva un deflusso delle acque con una pendenza da nord a sud. Si capisce quindi che la bonifica agricola avvenne a stretto contatto con lo sviluppo considerevole delle macchine molitorie²⁷ e una vera e propria progettazione dei mulini e dei luoghi in cui avvenivano le attività molitorie²⁸.

Nell'immagine sottostante riportiamo una mappa sintetica dei mulini presenti o citati nelle testimonianze scritte del periodo alto medioevale.

²⁷ I principali, come accennato sopra, erano localizzati sulla Vepra, a ovest della città, nei pressi di Porta Ticinese dove, spiega Empio Malara, Azzone Visconti, all'inizio del XIV secolo, fece estendere la cerchia difensiva proprio per proteggere i mulini. Inoltre, presso la pusterla denominata la Fabbrica o dei Fabbri, grazie ai magli venivano fabbricate armature, vendute in città e nei centri limitrofi. Da qui deriva l'attuale nome di via Molino delle Armi. (Malara, 2002). Se ne potevano trovare numerosi anche a sud, lungo la Vettabbia, che era considerato «il maggior canale irriguo e il *flumen* per eccellenza degli opifici milanesi» (Malara, 2002), e a sud-est sulla Spazzola. Sul Lambro in particolare erano molto fitti, da nord a sud e a sud di Monza, a nord-est della città, come nelle vicinanze di Cologno Monzese, ben documentati perché facenti parte del monastero di Sant'Ambrogio. (Chiappa Mauri, 1998). Spiega Malara, che nel 1358, con l'inizio dei lavori per la costruzione del castello di Porta Giovia, l'attuale Castello Sforzesco, «gli impianti idraulici degli azzoli e degli sbiancatori di fustagno, localizzati lungo il Nirone, venivano trasferiti in prossimità della città, vicino alla Pusterla denominata «delle Azze»» (Malara, 2002).

²⁸ I mulini erano parte di una dinamica e un'organizzazione più ampia. Si parla, infatti, di un edificio con un tetto e costituito da elementi di legno, senza trovare specificazione se fossero gli elementi degli ingranaggi o il rivestimento o entrambi. Il mulino, che spesso era luogo di lavoro e di residenza per il mugnaio, richiedeva uno spazio di diverse dimensioni (la *curtis* o la *curtella*, le *petit prati*) nel quale si svolgessero le operazioni di carico e scarico, o di stoccaggio dei residui della lavorazione, dove stazionassero gli animali da soma che trasportavano i carichi e dove razzolassero gli animali da cortile che erano spesso doni del mugnaio al proprietario del mulino. I terreni circostanti erano tenuti a prati, perché più facilmente irrigabili e soprattutto perché soggetti alle inondazioni. Altro elemento era l'orto, di fondamentale importanza, insieme all'allevamento di bestiame da cortile, nell'economia familiare (Chiappa Mauri, 1998). Le ruote probabilmente non erano azionate direttamente dalla corrente, ma l'acqua veniva derivata artificialmente o utilizzando una canalizzazione naturale già esistente (*rugia* o *aqueductus* o *aqueductulus*). Questo permetteva, infatti, di non ostruire l'alveo evitando complicazioni nel regolare deflusso anche durante i periodi di piena.



Immagine 39: Schematizzazione dei principali mulini in epoca pre-industriale. Fonte: rielaborazione propria sulla base della cartografia del Brenna del 1860 e dalle indicazioni fornite nel testo di Chiappa Mauri, I mulini ad acqua nel milanese (secoli X-XV) (Chiappa Mauri, 1998)

Come passò per l'acqua potabile, anche per le attività sociali legate all'idrografia urbana, la pesca, la navigazione, il trasporto di merci e persone, il lavaggio di panni, si nota un incremento e uno sviluppo considerevole dovuto all'urbanizzazione e all'aumento di attività artigianali e mercantili. Questo comportò la necessità di sviluppare le

infrastrutture necessarie a tali attività e alla migliore accessibilità urbana quali ponti e pusterle²⁹, alcuni con dimensione che superavano lo stesso fossato e altri a raso, gettati sui canali di scolo³⁰, strade, l'implementazione del sistema di canalizzazioni e la bonifica delle aree produttive.

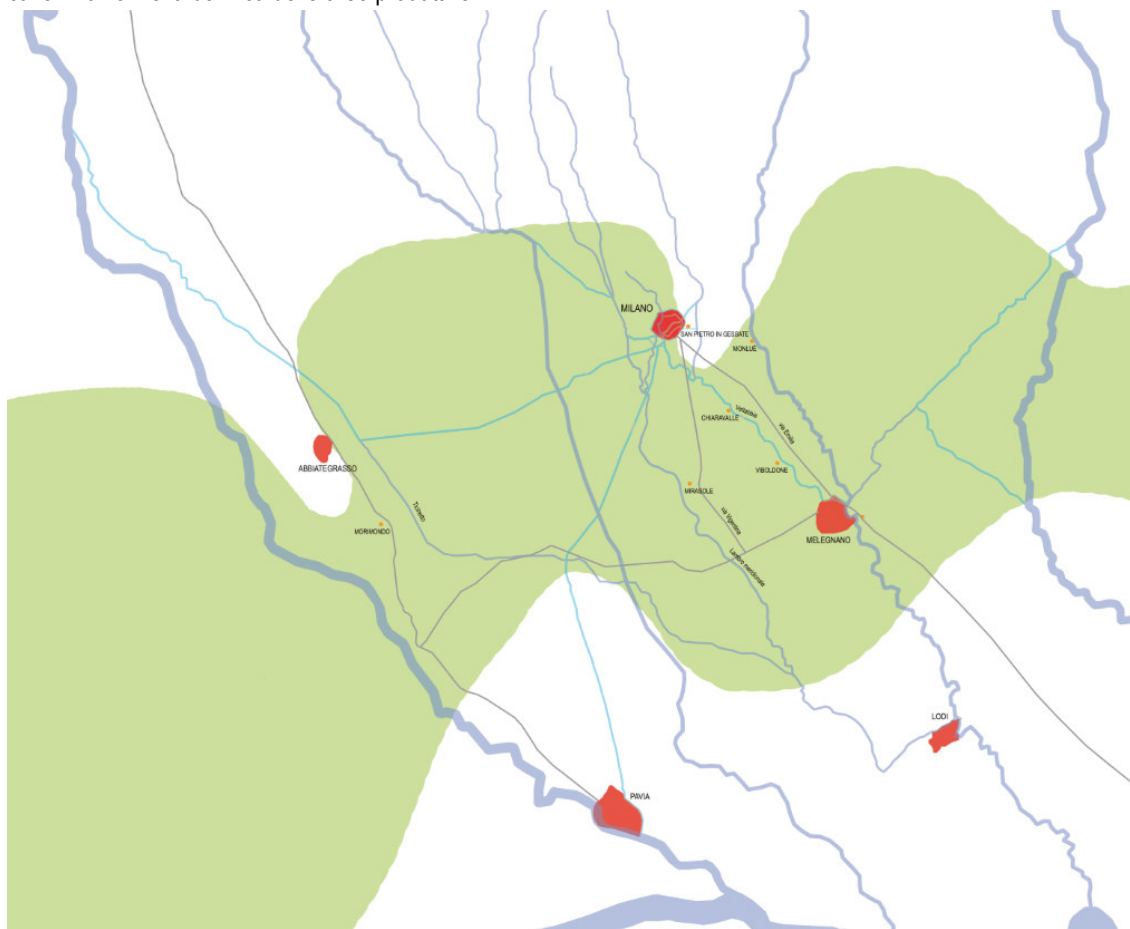


Immagine 40: Schematizzazione dell'idrografia del territorio milanese in età medioevale. Sono evidenziati in i corsi d'acqua naturali (azzurro), quelli artificiali (grigio) e l'area dei fontanili (verde). Fonte: Rielaborazione propria

Con le opere dei monaci cistercensi, dopo un periodo di abbandono, Milano ritrovò quell'immagine fiorente di cui i romani avevano dato l'impronta. Le bonifiche coinvolsero la campagna che circondava la città, anche se ne venne beneficiata maggiormente la parte meridionale per la peculiarità della conformazione idrogeologica che aveva consentito di creare un sistema di irrigazione efficiente non solo grazie a canali ma anche alla conformazione della falda acquifera molto superficiale. I canali, le rogge, i fontanili, i sentieri che collegavano le abbazie con i borghi e con la città, definivano l'andamento dei campi che erano destinati all'allevamento e alla produzione agricola. I prodotti dell'allevamento e dell'agricoltura venivano poi venduti nei borghi circostanti e nella stessa città. Nella cinta esterna meridionale e in tutta la campagna attraversata dal Lambro, dall'Olona, e la Vettabbia e in parte anche quella del Seveso, nacquero numerosissime attività produttive e artigianali, che per lo più lavoravano la lana e il cuoio, che utilizzavano l'acqua come mezzo di trasporto delle materie prime o dei prodotti finiti e per la produzione di energia, attraverso i mulini per i beni alimentari di prima necessità. L'idrografia urbana dell'età romana venne arricchita da un doppio fossato. Inoltre il Nirone, con il nuovo assetto morfologico, insieme al Sevesetto e all'Acqualonga, alimentavano i fossati e favorivano il deflusso delle acque meteoriche e delle acque grigie oltre a raccogliere i rifiuti organici della città che confluivano nel Lambro Meridionale e nella Vettabbia e raggiungevano le terre coltivate a sud della città, concimandole naturalmente. La Vettabbia era il fulcro della città, in quanto alimentava da un parte i canali di irrigazione dell'estesa campagna a su della città, fornendo loro i nutrienti necessari e quindi funzionando come metabolizzatore

²⁹ Pusterla deriva dal latino tardo *postērūla* («porticina di dietro»), che è diminutivo femminile di *postērus* «che sta dietro». Indicava, dipendendo dal contesto, una porta secondaria, in questo caso, della cinta muraria.

³⁰ Bovesin de la Riva, nel suo testo, racconta come «le porte principali della città, con battenti quanto mai robusti, sono in numero di sei; le porte secondarie sono dieci e vengono chiamate "pusterle"». Per ulteriori informazione si faccia riferimento al testo di Mariavittoria Antico Gallina, *Mediolanum, città d'acqua: i ponti*. In L. Quilici, S. Quilici Gigli (a cura), *Strade Romane Ponti e Viadotti*.

dei rifiuti della città stessa, dall'altra parte era il vettore fondamentale di collegamento dei borghi e delle abazie che sorsero nella stessa area e contribuivano a coprire la produzione dei beni primari della città. L'immagine della Milano medioevale è di una città produttiva, capace di utilizzare la risorsa idrica per le necessità tanto della popolazione quanto del territorio stesso. In effetti, accanto al supporto del ricco impianto idrologico, vennero costruiti numerosissimi pozzi di profondità differente, in modo che tutta la popolazione potesse avere a disposizione acqua potabile quando necessario. I campi che sorsero a nord della città, inoltre, rappresentavano un elemento di bonifica importantissimo del territorio agricolo ma anche uno strumento di controllo della portata del Seveso e dell'Oloni, le cui acque, nei periodi di piena, portavano a inondamenti dei terreni circostanti. La conformazione della città mostra il suo legame con il territorio, con il suo capitale naturale e la capacità di potenziare le risorse a disposizione senza danneggiarlo. Inoltre i fiumi e le sue derivazioni iniziano ad essere utilizzate come vettori commerciali, per il trasporto delle merci e dei prodotti agricoli e dell'allevamento verso la città tanto come dei prodotti finiti verso il Po. Non è un caso, infatti, che le direttrici viarie di maggiore importanza, quali la via Emilia e la via Vigentina, seguivano le due direttrici fluviali della Vettabbia e del Lambro Meridionale. Il rapporto tra la viabilità fluviale e viaria è molto stretto, si integrano l'una con l'altra creando una rete in cui il trasporto su strada è in continuità con quello fluviale e viceversa. È una rete mista composta da strada, fiume, canale navigabile e mare, in cui l'elemento di coordinazione è proprio l'acqua che risultava essere il più economico in quanto a costi per tempi di percorrenza e carichi trasportabili con maggior facilità ed evitando le soste e i pedaggi. Inoltre in età medioevale i corsi d'acqua navigabili erano superiori in numero e meglio mantenuti rispetto alle strade, oltre al fatto che le vie navigabili, con i fiumi, i canali, le risorgive, creavano una rete estremamente efficiente per raggiungere dalle Alpi il mar Adriatico.

1.3 Milano pre-industriale

Nel 1158 Milano venne conquistata a dimostrazione che il fossato, nonostante la sua importanza per l'idrografia della città, non risultò sufficientemente efficace per la difesa della stessa contro Barbarossa. L'imperatore, una volta presa la città, impose la chiusura della cinta difensiva e la distruzione dei canali *intra-muros*. Come si può immaginare questa decisione comportò numerose problematiche nel funzionamento del sistema idrico urbano e soprattutto territoriale, in quanto si videro colpiti i sistemi di irrigazione degli orti e quelli di convogliamento delle acque meteoriche e grigie alla Vettabbia, con il conseguente degrado tanto del sistema fognario e delle strade e degli spazi pubblici della città, quanto del sistema dei terreni a sud della città. Nel 1167, pertanto, sotto il dominio stesso del Sacro Romano Impero, iniziarono le opere di ricostruzione della fossa che doveva servire sempre per la difesa, ma anche e soprattutto per l'irrigazione³¹. Con il materiale di riporto venne realizzato un terrapieno interno che in seguito venne trasformato in una cinta muraria facendo assumere a Milano l'aspetto tipico di una città medioevale chiusa dentro le sue mura che ne identificavano i confini legislativi e normativi, creando geograficamente e politicamente una separazione tra la città e la campagna. (Berner, 2002). A Milano di fatto, la circolarità del fossato, resa possibile dalla mancanza di emergenze geografiche, determinava forma urbana, come avrebbe fatto tanto il mare, come un fiume.

L'espansione della città portò con sé un arricchimento dell'idrografia milanese, infatti, in seguito alla battaglia di Legnano (1176) e alla pace di Venezia (1178), nel 1179 i Milanesi decisero di scavare un lungo canale che, partendo da Tornavaneto sul Ticino, portasse l'acqua di questo fiume verso Milano, correndo per un lungo tratto iniziale parallelamente al Ticino: il Naviglio Grande.

In questo scenario, l'acqua assunse un ruolo sempre più rilevante dal punto di vista agricolo, militare e di vettore per il trasporto. (Berner, 2002). Un esempio chiaro è il canale della Muzza³², che nel 1218 venne concesso a Lodi

³¹ Nel 1288 Bovesin de la Riva descriveva la Fossa Interna come «un fossato di mirabile bellezza e larghezza circonda da ogni lato la città; non lo riempie uno stagno putrido e melmoso, ma acqua viva di sorgente, ricca di pesci e di gamberi; un magnifico muro lo delimita all'esterno e un terrapieno all'interno. Il perimetro di questo muro, accuratamente misurato, risulta di mille cento quarantuno cubiti. La larghezza del fossato, che risulta di trentotto cubiti, l'ho misurata di persona. Il fossato non riesce però a contenere tutta la città; e quindi fuori dal muro che lo racchiude sorgono tanti edifici suburbani che da soli basterebbero a formare una città. Quanto al cubito di cui si parla, si consideri che esso corrisponde in lunghezza a due piedi di un uomo di alta statura, e in larghezza a due dita. Chi vorrà percorrere tutte le altre città del mondo, non riuscirà a trovare un'altra opera così imponente e di così mirabile bellezza. [...] La pianta della città è rotonda, in forma di cerchio, e questa sua mirabile rotondità è un segno della perfezione» P.27 (de la Riva, 2009).

³² Il canale della Muzza è una diramazione del fiume Adda. Prima della dominazione romana era un ramo naturale che iniziava a Cassano d'Adda e si disperdeva nella pianura, con canalizzazioni naturali, che rendevano l'area paludosa, sino a raggiungere il

dall'imperatore Federico II e i lodigiani lo utilizzarono come linea difensiva, mantenendo comunque il suo uso irriguo. (AA.VV, 2000).

Tra le questioni accese tra le due città la principale erano sicuramente i diritti di navigazione sul Lambro, che era passaggio obbligatorio per raggiungere Piacenze e quindi il mar Adriatico. Con la pace di Costanza nel 1183 e i successivi trattati, Milano ottenne interamente l'uso delle acque del Lambro che, grazie alla Vettabbia, che lo collega alla città, sopperiva alla mancanza di un porto³³ (Berner, 2002).

Di fatto la rete di canali e fiumi dell'area milanese garantisce l'importazione e l'esportazione di differenti beni di consumo da una parte e di un'irrigazione dei campi circostanti destinati soprattutto alla coltivazione di foraggio per l'allevamento, di riso, che sarebbe diventato una tradizione lombarda, di gelsi che consentivano l'allevamento di bachi da seta e, quindi, la produzione di tessuti di buona qualità³⁴. (Berner, 2002) Si suppone che il porto fosse in via Larga, dove il terreno presenta delle depressioni che probabilmente diedero luogo, in età più recenti, a toponimi come via Postlaghetto e via Pantano. Alcuni ritrovamenti di banchine sostenute da palificazioni potrebbero appoggiare questa teoria, sottolineando l'importanza di *Mediolanum* come punto centrale nel commercio dalle Alpi al Mar Adriatico. (Prusicki, 2012)



Immagine 41: Il sistema dei navigli milanesi: il Grande, il Pavese e il Bereguardo. Mappa del 1627 di Giovanni Paolo Bismati. Fonte: Biblioteca Ambrosiana

Di fatto prima della diffusione del trasporto su gomma, il trasporto fluviale era il più sicuro e il meno costoso per le merci pesanti, ingombranti e di modesto valore. Per il resto si usavano i carri. Questo porta con sé, nel XIV secolo, la

Lambro. I Romani realizzarono le opere di bonifica dell'area, costruendo una diga nelle vicinanze di Paullo e un sistema di canalizzazione per l'irrigazione dei campi limitrofi. Fonte (AA.VV, 2000)

³³ La questione della "necessità" di un porto per Milano venne sollevata anche da Bovesin de la Riva, che descrivendo la ricchezza e diversità delle risorse che fiorivano nel territorio milanese, si rendeva conto dell'importanza che la città avrebbe acquisito se avesse avuto un «porto per l'arrivo dei navigli dal mare» (de la Riva, 2009). Come chiarisce Empio Malara la posizione di Bovesin de la Riva era la interpretazione di «un bisogno reale, un'esigenza comune a tutte le città del ducato: allacciare Milano al Po, principale idrovia della pianura padana, significava poter rimediare all'unico difetto di natura fisica di Milano, da lui (n.d. Bovesin de la Riva) rilevato. [...] un handicap grave per una città operosa e commerciale come Milano» (Malara, 2002).

³⁴ Come spiegato da Mario Comincini nel suo testo *Le merci trasportate grazie ai navigli* per molti secoli dal lago Maggiore venivano importate numerosi merci, quali: carbone, legna, fieno, marmi, graniti e diversi materiali da costruzione, formaggi, vini e altri generi alimentari. Allo stesso modo Milano esportava: sale, ferro, grani, tessuti, stoviglie e molti prodotti alimentari e manifatturieri. Parlando del Naviglio Grande, Mario Comincini, spiega che si parla di traffici commerciali rilevanti che per secoli venivano organizzati nella stessa maniera, con una guida che governava l'imbarcazione nel tratto tra il lago e il canale, che sempre risultava essere il tratto più pericoloso. Il resto del tragitto era nelle mani dei *navalestri* del lago e giunti a Milano del *parone del fosso* che conduce le imbarcazioni al naviglio interno.

necessità di una gestione diretta dell'apparato amministrativo relativo agli usi e ai diritti fluviali, in modo da ridurre al minimo l'interferenza dei privati³⁵.

Nel 1339 i Visconti prendono il dominio della città e con Gian Galeazzo Visconti, signore di Milano dal 1384 e duca per delega imperiale dal 1395, si assistette al tentativo di creare uno stato sovra regionale che tra la fine del XIV secolo e l'inizio del XV si estendeva da Nizza a Padova e dalle Alpi a Grosseto (Berner, 2002). Questo porta, nel 1386, Gian Galeazzo a costruire una nuova cattedrale per la città che fosse rappresentativa della politica viscontea di supremazia ed espansione, sfruttando la ricca idrografia milanese per il trasporto del materiale. Inoltre il Naviglio Grande, infatti, reso navigabile nel 1272, all'interno del fitto sistema di canali che disegnava il territorio lombardo rappresentava una vera e propria dichiarazione della volontà da parte della città di assumere un ruolo rilevante a scala più ampia.

In questa linea, per la nuova cattedrale si decide di abbandonare la tradizione locale delle costruzioni in mattoni, ma rivolgersi al nuovo sistema costruttivo diffuso in Francia e Germania, il gotico. Gian Galeazzo decise inoltre di utilizzare per la Fabbrica del Duomo il marmo rosato della Cava di Candoglia, sul lago Maggiore. Si pensi solo che il materiale necessitava circa una settimana per raggiungere la città, percorrendo il Toce e il lago Maggiore sino al Ticino, il Ticinello e il Naviglio Grande fino al laghetto di Sant'Eustorgio (Malara, 2002)³⁶. Da qui, però, il materiale veniva trasportato via terra con carri, creando non poche difficoltà. Per questo, verso la fine del XV secolo, il laghetto di Sant'Eustorgio venne collegato con la cerchia interna dei navigli, in modo che il marmo potesse proseguire sino al laghetto di Santo Stefano, grazie ad una diramazione realizzata all'altezza di via Laghetto. (Brivio, 2002)



Immagine 42: Uno dei depositi dei marmi della Veneranda Fabbrica del Duomo lungo il Naviglio Grande. Foto del 1950. Fonte: Mario de Biasi. (AA.VV., 2002)

L'unico elemento che avrebbe potuto ostacolare il nuovo transito era il dislivello di cinque braccia (quasi 3,5 metri), esistente tra il porto di S. Eustorgio e il fossato, ma venne risolto con la realizzazione di una chiusa, la prima costruita in Europa, realizzata appunto all'altezza di S. Eustorgio. La chiusa o conca risultò essere abbastanza macchinosa e soprattutto aveva il difetto di sottrarre dal Naviglio Grande l'acqua che altrimenti sarebbe stata utilizzata per l'agricoltura. Pertanto nel 1439, all'altezza dell'attuale via Conca del Naviglio, viene realizzata la conca di Nostra

³⁵ Con le signorie, come spiega Luciana Frangioni nel suo testo *Poiché l'acqua era la migliore via*, la navigazione assunse un «carattere pubblicistico sotto l'aspetto strettamente giuridico (il regime delle acque), politico (le armate fluviali), tecnico (la costruzione di nuovi canali), economico (la politica commerciale)». Questo significa che lo Stato, grazie alla navigazione, può contare su entrate fiscali sul commercio lungo e attraverso il fiume.

³⁶ Ernesto Brivio fa una descrizione del Duomo che mette insieme tutti gli aspetti che abbiamo analizzato: «[...] cava di marmo vestita da sposa, dai piemontesi monti dell'Ossola venuta a stabilirsi nella capitale lombarda per essere la *domus* del popolo milanese. La cattedrale spontaneamente richiama la pietra, il fuoco e il ferro come gli unici elementi che, al servizio della creatività di generazioni d'artisti e di artigiani stimolati dai temi spirituali suggeriti dalla committenza, si identificavano in questo insigne monumento esprimente la cultura, la religione e la storia di Milano e del suo territorio» (Brivio, 2002). Il Duomo come simbolo della grandezza e della crescita della città e del territorio circostante, con il quale mantiene un rapporto di totale dipendenza, riflesso chiaramente nell'opera dei navigli. Un'altra volta quindi, l'acqua gioca un ruolo fondamentale per la crescita della città e per la definizione del territorio circostante, come «forza motrice di poco costo e sempre disponibile, elemento naturale e vitale per l'uomo» (Brivio, 2002). Lo stesso Brivio ricorda come la darsena di Porta Ticinese, che veniva chiamata *el Tombon de San Marc*, era «celebrato dal poeta milanese Luigi Medici, come "acque manzoniane che sentono di buono e di Brianza"» (Brivio, 2002).

Signora del Duomo o di Varenna³⁷. Era un sistema di conche scalate costituito da due chiuse poste a una distanza che consentiva il transito di una sola barca (o in discesa o in salita).

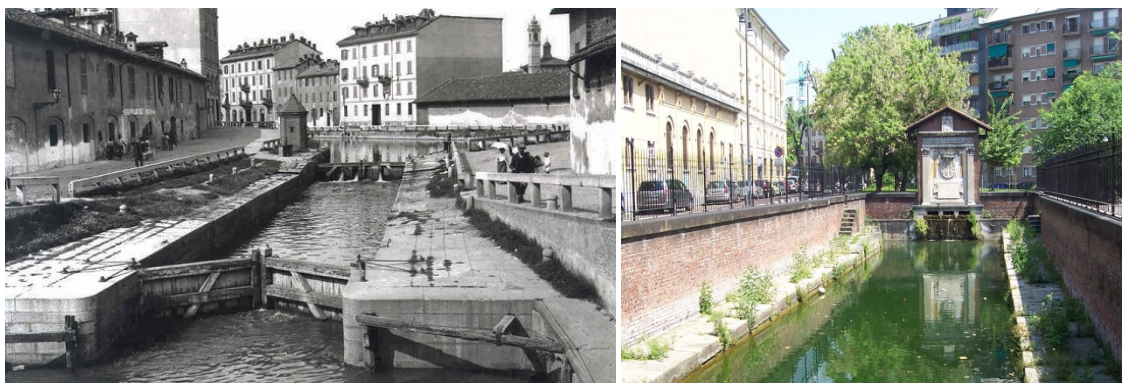


Immagine 43: Conca di Varenna ieri e oggi. Fonti: Vie d'acqua - skyscrapercity.com

La fine della signoria dei Visconti, si ebbe con la morte di Filippo Maria nel 1447. La popolazione provò a restaurare i poteri comunali, attraverso la Repubblica Ambrosiana che però ebbe vita breve e, dopo solo tre anni, venne soppiantata dalla signoria di Francesco Sforza, che portò avanti importanti opere idrauliche. Nel 1496, infatti, venne riordinato il fossato e completate le opere di allargamento dei canali *intra-muros*, introducendo anche le conche per regolare il flusso dell'acqua. Si assistette a una trasformazione morfologica radicale e la città di Milano assunse un assetto radiale che si sovrappone, imponendosi, all'impianto ortogonale romano. Il richiamo è alla perfezione del cerchio, chiaramente visibile nella cerchia d'acqua e, come ricordava Bovesin de la Riva, la forma rappresentava non solo un avvicinamento al modello simbolico, ma era una caratteristica della nuova «armatura urbana» (Malara, 2002), facendo riferimento alla fortificazione e al fossato. Un'altra opera rilevante fu la realizzazione, nel 1457 del Naviglio Martesana che divideva il terreno irriguo in due zone distinte: la parte a nord del canale, detta "pianura asciutta" o "terreno altro", bagnata da fontanili e coltivata per lo più a gelsi, viti, segale e orzo e quella a sud detta "terreno irrigatorio", dove le acque della Martesana sostituivano o integravano le risorgive per l'irrigazione delle risaie, marcite e dei prati irrigui³⁸.

Sotto la signoria degli Sforza, il Ducato di Milano³⁹ ebbe una stabilità e prosperità politica ed economica che portarono al compimento di numerose opere civili e idriche, il Castello Sforzesco⁴⁰, elemento difensivo e strategico per la città e la sua idrografia, in quanto era circondato da un fossato, collocato presso Porta Giova, che si inseriva all'interno della

³⁷ La conca di Varenna visibile oggi dal giardino di via Conca del Naviglio, tra via De Amicis e viale Gabriele d'Annunzio è isolata dal canale e venne costruita nella seconda metà del XVI secolo con i perfezionamenti introdotti poi da Leonardo da Vinci, sostituendo quindi l'originale del XV secolo. Venne realizzata dai maestri Filippo de Modena e Fioravante da Bologna, che nel 1445 ne costruirono una seconda nei pressi di S. Eustorgio. (Berneri, 2002). Il XVI secolo rappresenta una nuova epoca per il sistema di canali, grazie all'introduzione delle conche miglioranti quando alle porte saracinesche, che non erano adatte alla navigazione, vengono sostituite quelle a due battenti angolati. Tale soluzione, nata in Italia, si diffonderà in seguito in Francia, Germania, Inghilterra, Olanda e Svezia (Marani, 2002). Nel testo di Lucio Gambi, *Le città della Storia d'Italia*, parlando di Milano, ricorda Empio Manara, viene detto «dai vertici meridionali della fossa interna una pariglia di appariscenti canali scende fino alla pusterla della chiesa che forma la cuspide meridionale delle mura» (Manara, 2002). Spiega Manara che Gambi parla della cerchia che confluiva nella Vettabbia che presentava diverse chiuse che regolavano il flusso. Aggiunge Poggi nel suo testo sulle fognature milanesi che «la prima chiusa della quale si ha memoria è quella presso l'antica pusterla di Sant'Ambrogio (in corrispondenza del ponte delle Pioppette) che poi venne detta "della chiusa"» (Manara, 2002).

Leonardo fu una delle figure di maggiore rilevanza per Milano per quanto riguarda le opere idrauliche, relazionate al sistema dei navigli. Si tenga in considerazione anche che queste opere che consentono la misurazione dell'erogazione dell'acqua, risolveva un importante problema dello Stato data «la preziosità dell'acqua in un contesto economico basato sulle coltivazioni nonché in un rapporto al suo costo» (Marani, 2002). Spiega, infatti, Pietro Manara che Leonardo si era dedicato anche alla progettazione di uno strumento che permettesse la misurazione dell'erogazione dell'acqua tra il 1525 e il 1529 (Manara, 2002).

³⁸ Le derivazioni per uso irriguo vennero realizzate "a pelo libero" grazie alla bocca magistrale milanese, un sistema di derivazione che presuppone portate molto costanti. A differenza dei canali d'irrigazione puri sono garantite dalla sezione e dalle pendenze poco variabili, determinate dalle passate esigenze di navigazione. L'utilizzo agricolo delle acque della Martesana per l'irrigazione di circa 5000 ettari di terreno compreso tra il fiume Adda, la città di Milano e il canale Muzza e prevalentemente grano, tipico della zona.

³⁹ Milano diventa Ducato nel 1395, sotto la dinastia dei Visconti.

⁴⁰ Il Castello venne costruito in epoca viscontea, con Galeazzo II Visconti, che temeva l'attacco del fratello Bernabò, ma venne ingrandito e completato con alcune modifiche dagli Sforza.

cerchia Interna⁴¹, che era alimentata dal Seveso, dalla Vepra, dal Nirone, dalla Vettabbia e da quasi tutti i canali dell'antica fossa romana.



Immagine 44: Veduta prospettica di Milano nella pianta di Franz Hogenberg stampato nel 1573 da Antonio Lafrery. Fonte: Milano, Civica Raccolta delle Stampe Achille Bertarelli. (Malara, 2002)

Alla fine del XV secolo la maggior parte dei castelli disseminati nel territorio milanese vennero trasformate in residenze signorili⁴². Il fiorire di palazzi nobiliari sottolinea come le vie d'acqua costituissero delle vere e proprie arterie sulle quali si costituiva la vita cittadina.

⁴¹ Ricordiamo che la fossa interna veniva scavata due secoli precedenti e aveva funzione irrigua, protettiva e consentiva la produzione di energia grazie ai mulini e alle ruote idrauliche. Costruire il castello significò quindi interrompere la continuità della fossa interna, costringendo molti mulini da grano e impianti idraulici degli azzaioli e degli sbiancatori di fustagni a trasferirsi: Questo portò nel 1447, dopo la morte del Duca Filippo Maria Visconti, all'insurrezione del popolo e alla presa e al saccheggio del castello, la cui demolizione venne decretata per mano dell'Aurea Repubblica Ambrosiana.

Nel 1450 con l'arrivo al potere di Francesco I Sforza, come nuovo duca di Milano, verrà iniziata la ricostruzione affidata all'architetto Antonio Averulino, detto il Filarete che aveva l'esplicito compito di «armonizzarlo con le esigenze della città» (Bologna, 2002). Il nuovo castello venne anch'esso circondato da un fossato alimentato con le acque del fossato interno, e creando quindi un raccordo che correva lungo le attuali vie De Amicis e Carducci. Nei secoli successivi subì ulteriori modifiche e parziali demolizioni e ricostruzioni per essere definitivamente ristrutturato dall'architetto Luca Beltrami alla fine del XIX e l'inizio del XX secolo.

Spiega Bologna che il castello di Galeazzo II rappresenta un esempio singolare, in quanto solo nei dintorni di Milano c'erano circa cinquanta castelli che alimentavano i fossati con l'acqua dei fiumi vicini senza creare problemi nell'idrografia e nelle attività connesse ad essa.

⁴² «Si tratta di piccole costruzioni che perdono i caratteri difensivi per assumerne altri più propriamente residenziali» (Bologna, 2002). L'esempio del castello di Ozzero fa capire di che caratteri parli Comincini e del clima sociale e culturale che radica questo cambio. La costruzione è precedente al 1434, anno in cui viene citato nel testamento dell'arcivescovo Ariberto d'Intimiano, è probabilmente di origine viscontea ed è situato in un pendio dal quale domina tutto il borgo. Nei secoli successivi, venne a meno la necessità di proteggersi e quindi di mantenere le fortificazioni, pertanto appunto, venne trasformato in palazzo residenziale di stile barocco, con un porticato e un ampio cortile interno. Ne vengono modificati quindi i caratteri architettonici e anche quelli culturali, infatti, come sottolinea Taegio nel suo trattato sulla vita in villa, la villa stessa era intesa come «luogo dell'anima e delle sue consolazioni» (Comincini, 2002). Un esempio altrettanto interessante è la cascina Marcatutto che è localizzato vicino ad Albairate, nella della riva sinistra del Naviglio Grande. Una carta del 1308 ricorda un *fortilicium* del Pietrasanta, confermato in feudo a Sperone da Filippo Maria visconti nel 1412; qui nel 1496 nacque il poeta Paolo Antonio Pietrasanta, e i figli di costui, Filippo e Furio Camillo. Viene appunto citata da Taegio nel suo trattato, ma fa parte da parte di un ambiente rurale, che come fa notare lo stesso Comincini «è alternativo a quello urbano da cui il concetto di villa sembra derivare» (Comincini, 2002). Lo stesso Taegio, infatti, come riporta Comincini, afferma: «non si deve tacere il dotto e facondissimo signor Filippo Pietrasanta insieme col signor Furio Camillo fratelli et ambedue si vaghi della villa che questo vi sta continuamente e quegli per lo sommo piacere ch'ha del cacciare ha composto nella



Immagine 45: La cerchia interna in via Francesco Sforza, vista dal ponte di Porta Romana, in un dipinto del 1840. Fonte: Museo di Milano. Foto Saporetti (AA.VV, 2000)

L'ultima signoria fu quella di Ludovico il Moro, soppiantato, nel 1500, dall'esercito francese di Luigi XII. Ma il Ducato fu conteso per circa 30 anni da Francia, Asburgo e Spagna, passando sotto un breve dominio elvetico dal 1512 al 1515. Ebbe la meglio la Spagna di Carlo V e nel 1535, con la battaglia di Pavia, inizia la dominazione spagnola che durò 170 anni.

La stabilità data dal nuovo potere fa l'economia e il prestigio della città sino al 1630, anno in cui la stessa fu affettata da un'epidemia di peste che portò a una crisi demografica ed economica profonda che prosegue sino al metà del XVIII secolo con l'inizio della dominazione di Maria Teresa d'Austria, sotto la quale la città inizia una veloce espansione. Un'opera fondamentale della dominazione spagnola è la Darsena, che venne realizzata tra il 1603 e il 1605. Questa sino al XX secolo è stata il punto focale dell'idrografia urbana, il porto della città. Nasce sulla stessa superficie del laghetto di Sant'Eustorgio, ed esplicita la volontà di Carlo V di ridare vita al commercio e all'economia della città partendo proprio dalla sua idrografia.

Nel 1782, infatti, i Corpi Santi⁴³, diventano un comune autonomo che comprendeva le cascine e i borghi agricoli al di fuori delle mura. Vennero definitivamente annessi alla città nel 1873. Già verso la fine del XV secolo si notava tutt'intorno alla città di Milano un insieme rurale-urbano che era strettamente caratterizzato dalla presenza dell'acqua e dallo sviluppo dell'agricoltura che aveva consentito anche una fiorente crescita delle attività artigianali grazie ai mulini e alle ruote idrauliche. Aveva un'estensione di 66,35 kmq e, come detto sopra, era una zona agricola, ricca di campi e di orti, adiacenti alla città. La spiegazione della presenza degli orti è semplice, infatti, il commercio di prodotti deperibili e cari aveva bisogno distanze ridotte per essere fattibile, come già avevamo visto in età medioevale. Durante il Regno d'Italia, nel 1808, vennero uniti alla città.

villa di Marcatutto un'opera veramente dilettevole dentro la quale vi sono seminati molti ragionamenti e sopra ogni cosa s'ha tolto di lodare con dotto stile la caccia ed i piaceri che da lei si prende»(Comincini, 2002). Quindi la villa rappresenta anche un ambiente culturale in cui potersi dedicare all'ozio.

⁴³ Nel 1492, ricorda Malara che gli ambasciatori veneziani Giorgio Cantarini e Polo Pisani in visita a Milano sottolineavano come «"Quivi è un infinito popolo et maxime ne li borghi che sono fuori della città" [...] "et questi sono che fanno la città più bella perché la città senza borghi volge solum cinque miglia et cum essi circonda più di 7"» (Malara, 2002). Quello che succedeva è che tra le cerchie dei navigli e del Redefossi, si stava creando «un'interazione tra città e campagna che aveva le sue radici nelle compartizioni delle Faggie, in quei territori annessi, per ragioni difensive, alle porte della città» (Malara, 2002).. Il nome Corpi Santi per il fatto che nelle basiliche o nei cimiteri fuori dalle mura, venivano custodite le reliquie dei primi cristiani⁴³. Ricorda Malara che, non essendo parte della città, erano riconosciuti da uno stato giuridico differente, anche se di fatto i residenti dei Corpi Santi erano soggetti a trattamenti molti simili a quelli che si applicavano all'interno della cerchia dei navigli, che rappresentava il confine tra i due luoghi. Mantenne questo nome sino al 1859. Aveva una superficie di 66, 35 kmq e circondava la città di Milano per un raggio di circa 6-7 km. *Milano. Costruzione di una città*, di Giuseppe de Finetti, Giovanni Cislighi, Mara De Benedetti, Piergiorgio Marabelli, Hoepli, 2002

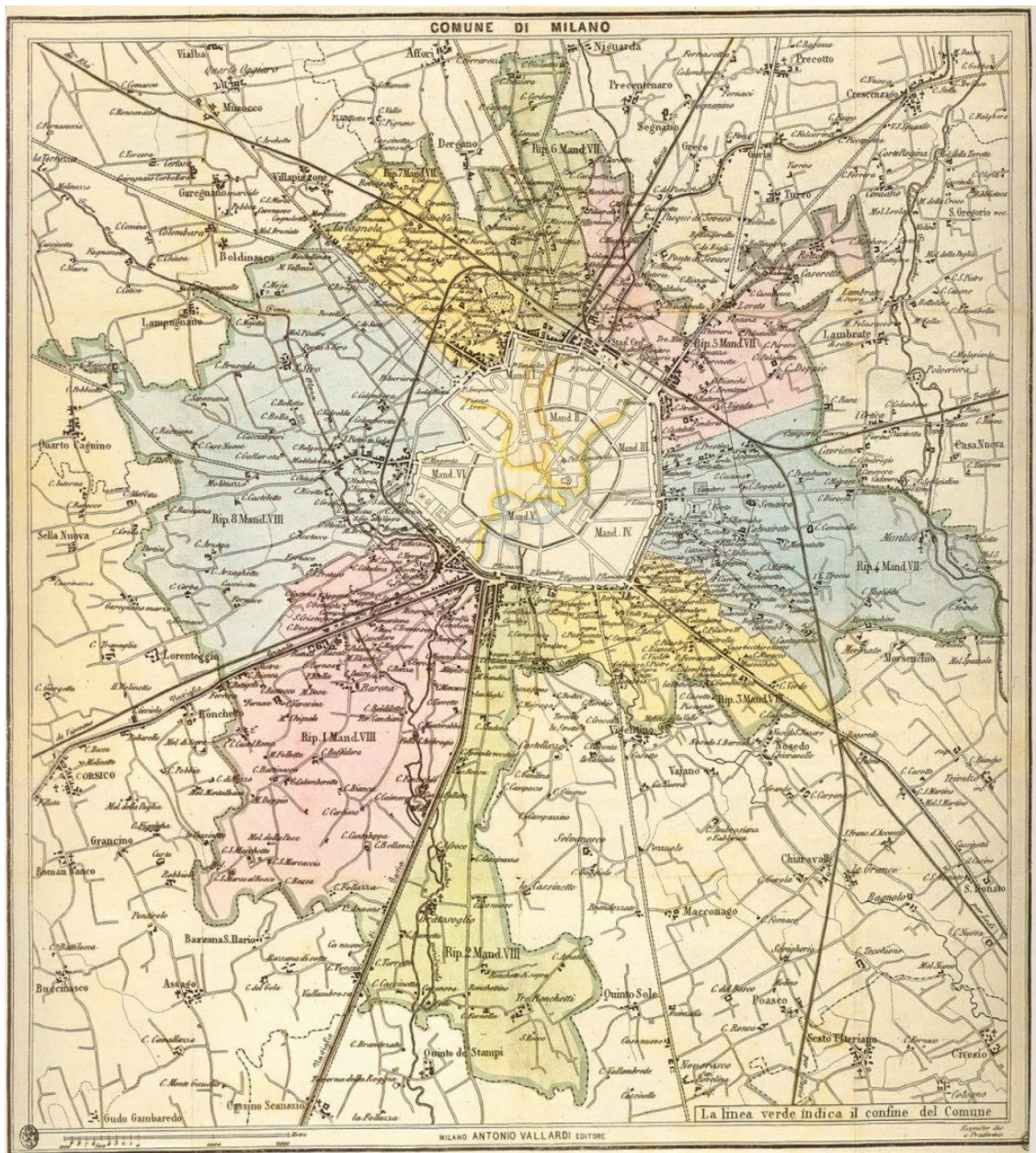


Immagine 46: cartografia del 1873, in cui viene rappresentato il comune dei Corpi Santi, Antonio Vallardi. Fonte: sito web Storia di Milano

Tra il XIII al XVIII la popolazione urbana passa da circa 150.000 ab a 196.000 ab con picchi di 100.000 nei periodi di conflitti e l'epidemia di peste⁴⁴. Pertanto l'approvvigionamento idrico di acqua potabile riesce ad essere soddisfatto grazie alle numerosi fonti pubbliche e private che man mano vanno aumentando in base all'evoluzione idro-morfologica della città. L'acqua è considerata un bene prezioso, un bene di qualità necessario per la sopravvivenza della popolazione e pertanto in questi secoli viene potenziato il sistema di approvvigionamento e canalizzazione urbana che porta l'acqua alla città. I pozzi che prelevavano l'acqua potabile dalla falda, cominciarono a essere più profondi e meglio impermeabilizzati grazie alle pareti di laterizio che evitavano la contaminazione dell'acqua. Erano pozzi trivellati che potevano raggiungere profondità di 12- 13 metri, consentendo l'accesso ad acque migliori. Nel 1288, anno in cui Bovesin de la Riva scrive *Le meraviglie di Milano*, si riceve testimonianza dallo stesso manoscritto dell'esistenza di circa 6000 pozzi, che per le dimensioni ancora ridotte della Milano comunale, significava quasi uno per edificio. (de la Riva, 2009).

⁴⁴ I dati sono tratti dal testo *Italian urban population 1300-1861* scritto da Paolo Manamino e pubblicato sul suo sito web: <http://www.paolomalanima.it/>.

Le acque dell'Olona, del Lambro e del Seveso venivano, quindi, convogliate alla città, servivano le case, i palazzi pubblici per poi venir convogliate, con l'acqua piovana, attraverso le strade alla fitta rete di condotti di età romana erano impiegati per il drenaggio delle acque piovane e naturali, e per lo smaltimento delle acque sporche e delle latrine. In questo modo l'acqua che defluiva verso la Fossa Interna veniva arricchita di nutrienti organici, trasportati sino alle zone coltivate attraverso il canale della Vettabbia. Questo però non era possibile in tutte le zone della città, in quanto non tutti gli edifici erano adiacenti a dei corsi d'acqua. Quindi le zone residenziali che non avevano l'accesso diretto sui canali, erano provviste di un sistema di pozzi neri, grandi cisterne sotterranee svuotate periodicamente da personale specializzato, i *navazzari*⁴⁵.



Immagine 47: Immagine di un *navazzaro* con la *navazza*. Fonte: www.storiadimilano.it

Inoltre, l'età medioevale non era stata un'epoca fiorente per quanto riguarda le opere fognarie: non vennero realizzati nuovi tratti e soprattutto non vennero mantenuti quelli esistenti. Con la fine del Medioevo, si vede un intento di adeguamento della rete fognaria alla nuova conformazione morfologica e demografica di Milano, ma senza la previsione di un progetto d'insieme che partisse dall'opera esistente. Il risultato fu quindi un'espansione poco omogenea, caratterizzata da canalizzazioni indipendenti l'una dalle altre, realizzate per le necessità delle singole strade o dei singoli isolati (Poggi, 1911). Si dovette aspettare la fine del XIX secolo per avere una visione della rete fognaria della Milano pre-industriale. Nel 1866 l'ing. Bignami pubblica *I canali della città di Milano* in cui propone un'analisi dettagliata della rete di canalizzazione urbana.

⁴⁵ Lo svuotamento dei pozzi neri veniva realizzato nei mesi invernali e non in quelli estivi, per questioni igieniche e comunque non in concomitanza con avvenimenti di carattere pubblico, festività o visite del Duca o della Duchessa di Milano. La pratica veniva realizzata da personale specializzato, i *navazzari* o *cisternari*, che, oltre ad occuparsi dei liquami domestici, erano autorizzati a raccogliere dalle strade i letami e l'immondizia dei mercati e i rifiuti domestici dei privati. «Essi intervenivano su richiesta dei proprietari dei pozzi, ma per ogni operazione dovevano richiedere una licenza di sanità del Comune, che cercava quindi di controllarne l'operato. Allo stesso modo la città si serviva di contadini «letamajuoli» per liberarsi dei rifiuti organici presenti sulle vie pubbliche» (Zocchi, 2008). Il lavaggio delle strade, lo smaltimento delle nevi e dei fanghi e la raccolta dei rifiuti solidi organici, invece, ricorda al dottoressa Zocchi, era affidata a degli appaltatori. Di fatto negli *Statuti* viene specificato che il contenuto dei pozzi neri non deve essere svuotato nelle strade e neanche nei corsi d'acqua. Anche se lo stesso nome del fiume Nirone, fa ipotizzare che non venissero rispettati questi dettami e che in alcuni dei corsi d'acqua urbani fossero gettati anche i liquami.

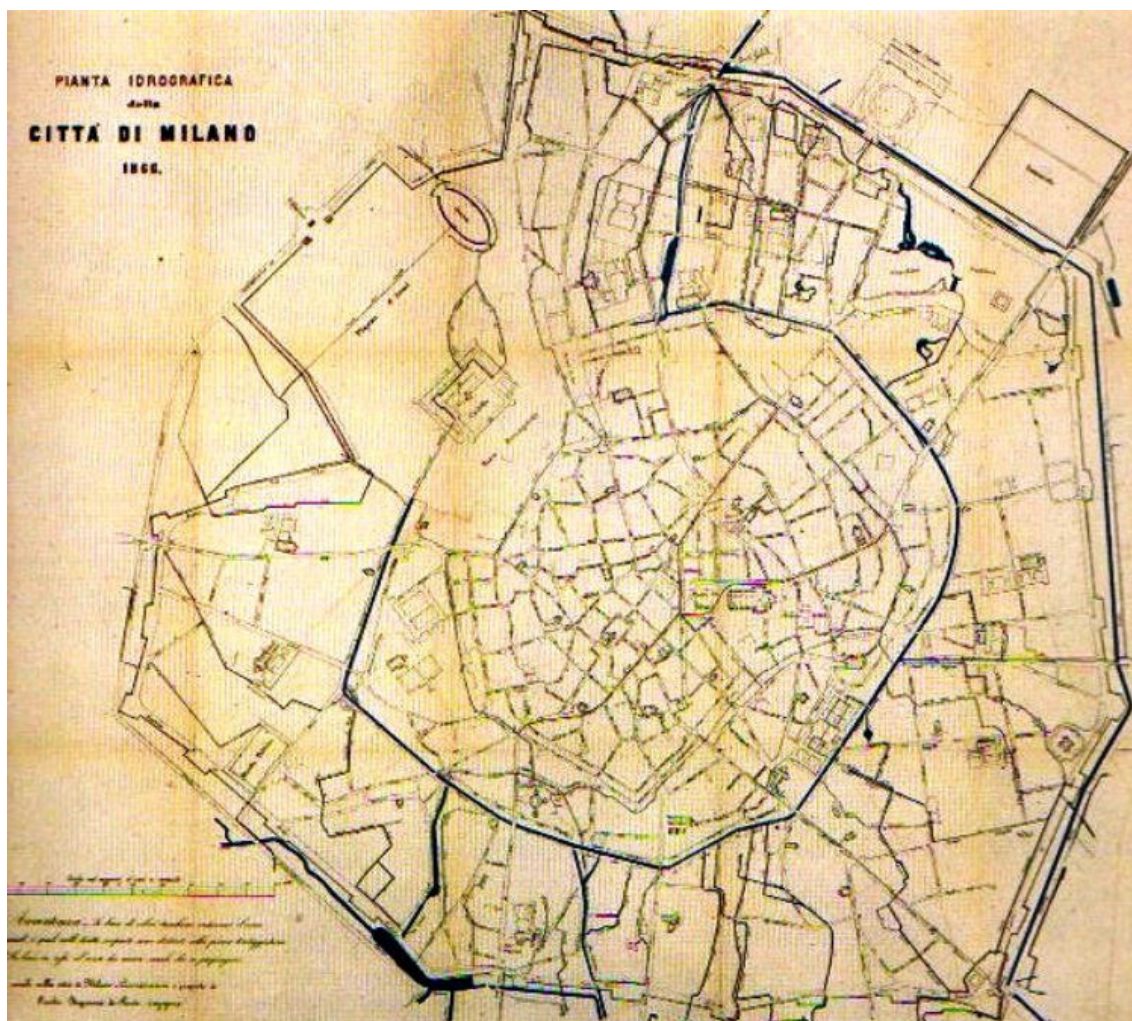


Immagine 48: Palnimetria della fognatura di Milano del 1866 di Bignami. Fonte: web Milano sparita

Uno dei principali problemi della Cerchia dei Navigli, in epoca pre-industriale, era la pulizia, legata anche alle pratiche periodiche di svuotamento dei pozzi neri. Infatti, le spese di spurgo dei canali erano a carico dei proprietari dei prati irrigui e dei mulini, come maggiori usufruttari della rete di canalizzazione. Questo consentiva all'agricoltura preindustriale di sostenere le necessità della città. Come racconta Bovesin de la Riva «I nostri territori, fertili di feraci frutti, producono una così grande e così mirabile abbondanza di ogni sorta di granaglie, grano, segale, miglio, panico, donde si ricava il paniccio, e di qualsiasi specie di legumi da cuocere e ottimi da mangiare, fave, fagioli, cicerchie, lenticchie [...]. I verdeggianti frutteti e anche gli orti, i campi e le vigne sono spessissimo ricchi di ottimi frutti quasi di ogni genere, che offrono al gusto dell'uomo il piacere di ogni buonsapore [...]. I prati sono irrigati da fertili fiumi e da infiniti ruscelli di fonte; essi forniscono, in abbondanza quasi infinita, fieno ottimo per buoi, cavalli, giumenti, pecore e ogni altro genere di bestiame [...]. Le vigne numerose producono svariati generi, sia dolci sia aspri, divini salubri, saporiti, chiari, di colore bianco, giallo, roseo e dorato in tanta abbondanza che certe famiglie raccolgono ogni anno dalle proprie vigne, al tempo della vendemmia, più di mille carri di vino, altre più di cinquecento, altre più di cento» (de la Riva, 2009). L'immagine è quella di una campagna completamente compenetrata con la sua città, che sostiene il suo progresso e alla quale la stessa restituisce nutrimento per mantenere questa produttività in equilibrio con i tempi di rigenerazione della terra stessa, che i contadini conoscevano bene.

L'estensione del sistema di canalizzazione delle acque ebbe come conseguenza il fatto che la portata delle acque che defluivano alla città dipendesse dal nuovo sistema di irrigazione, trasformando i corsi d'acqua che alimentavano la città, compresi i numerosi fontanili, divennero l'elemento centrale delle controversie per il diritto e l'uso degli stessi, lasciando da una parte quello che era la funzione originaria della stessa come «pubblico servizio della Città» (Poggi,

1911). Da qui nacque, quindi, la necessità di legiferare sopra l'uso e la tutela delle acque che alimentavano la città, arrivando sino alla stesura degli *Gli statuti delle strade e delle acque del contado di Milano*⁴⁶.

L'acqua diventa, quindi, un bene prezioso per le caratteristiche geo-idrologiche del territorio lombardo che favorisce lo sviluppo tanto delle attività commerciali, quanto, e soprattutto di quelle molitorie. La molitura, ben presto smette di essere un'attività familiare, ma diventa una vera e propria attività commerciale. I cereali possono essere lavorati più velocemente e la frantumazione degli stessi è migliore, come di conseguenza la farina (Panduri, 1998-1999). Controllare, possedere o anche solo gestire un mulino consentiva di controllare una fetta importante dell'economia preindustriale e pertanto realizzare canali e corsi d'acqua diventava un investimento necessario tanto come la realizzazione di strade che collegassero i mulini con i centri di consumo e distribuzione. Inoltre nacquero nuove figure professionali: i *mugnai* e i *magistri*, i primi seguivano il processo di produzione della farina, mentre i secondi realizzavano gli strumenti necessari al funzionamento del mulino stesso.

Non si poteva scindere l'attività urbana da quella della campagna, andavano di pari passo e si supportavano a vicenda, mantenendo come fulcro e connessione proprio l'acqua. Il fiorire dell'economia e della campagna portò, infatti, al moltiplicarsi delle attività artigianali e professionali. Divenne, quindi, necessario definire alcune tipologie architettoniche in grado di accogliere e supportare il nuovo riassetto territoriale/ urbano e la crescita economica. Tipologie adibite a uso agricolo- abitativo, le *cascine*, ma anche le *sciostre*, magazzini posti lungo l'alzaia dei navigli, e poi le *casere* per la lavorazione, il trasporto e il commercio del latte, divennero tipologie specifiche di agganciamento e di uso di questo nuovo sistema infrastrutturale navigabile. L'aspetto interessante di queste tre tipologie non consiste unicamente nella novità del loro impianto, ma soprattutto nella modalità di connessione dell'infrastruttura stradale e con i Navigli, come risposta architettonica e urbana ad una trasformazione economica e sociale del territorio e della città di Milano (Denti, 2012).

Le cascine sono degli insediamenti agricoli che si strutturano intorno a un grande cortile. Si costituiscono di spazi abitativi, spazi produttivi e stalle per gli animali. Queste si localizzavano nella fascia più prossima alla città, creando un vero e proprio luogo di collegamento tra la stessa e la sua campagna, non solo da un punto di vista spaziale, ma anche produttivo, in quanto venivano allevati le mucche per la produzione di latticini. Di fatto, quando iniziò l'espansione di Milano, le cascine vennero inglobate e divennero parrocchie, scuole o edifici comunali. Spesso esse diedero il nome alle vie urbane o ai quartieri che vi si stavano formando in prossimità.



Immagine 49: Cascina per l'allevamento e la produzione di latticini a Fosso Boldinasco (attualmente zona Gorla). Foto Arnaldo Chierubini. Fonte: sito web: Gorla domani

⁴⁶ Per la posizione strategica della città e per la sua evoluzione che abbiamo descritto sopra, possiamo affermare che lo sviluppo, specialmente economico, della Milano pre industriale si sia basato essenzialmente sulla sua rete viaria e fluviale. Questo portò a controversie per i diritti delle acque tra gli utenti dei terreni, che avevano un beneficio diretto delle acque e le autorità comunali che volevano trarne un beneficio fiscale e quindi alla necessità di redigere da parte dei consorzi di utenti privati a redigere gli *Statuta utentium de aqua Vitabiae*, nel 1256, e *Statuta Nironis*, nel 1260. Nel 1339, viene promossa la realizzazione di una commissione specializzata di sette personalità importanti in materia, che redasse gli *Statuti delle acque e delle strade del contado di Milano*, inserendo i responsi stilati nel 1296. L'obiettivo degli statuti è quindi legiferativo ma emergono dettagli interessanti della conformazione della rete fluviale e di quella stradale, del suo funzionamento e soprattutto del funzionamento di alcune delle attività e delle personalità relazionate all'acqua.

Gli Statuti delle acque di matrice medievale vengono recepiti nel 1819 negli *Atti del governo e delle disposizioni generali emanate dalle diverse autorità in oggetti di amministrativi che giudiziari*, in particolare nella parte dedicata alle acque e alle strade: *Nuove istruzioni in ordine all'amministrazione delle acque e strade*. I contenuti si occupano della proprietà della risorsa idrica da cui derivano conseguenze di ordine fiscale e ripartisce i costi di manutenzione e la gestione delle opere idrauliche tra privati e amministrazione pubblica.



Immagine 44: Sciostra per il deposito e la lavorazione di materiali lignei in via Santa Sofia. Foto Arnaldo Chierubini. Fonte: sito web: cultura italiana

Infine, le *casere* erano il luogo della lavorazione del latte che arrivava ai confini amministrativi di Milano, esente da dazi fiscali, attraverso il percorso navigabile del naviglio e veniva lavorato all'interno delle casere. Questi edifici si estendevano per tutta la lunghezza del lotto compreso tra il naviglio e la strada parallela a esso⁴⁸.



Immagine 51: Foto e planimetria di una casera in via San Gottardo, 18. Fonte: (Denti, 2012) e google maps

Tali tipologie architettoniche hanno una rilevanza fondamentale in quanto rappresentano il punto di connessione tra la città e la campagna, creando un paesaggio interno come insieme di tre spazi, quali l'acqua, la corte e la strada. Tre spazi che con un aumento di scala possiamo vedere come tre paesaggi: il territorio lombardo, caratterizzato o meglio plasmato dalla presenza dell'acqua, che rappresenta l'elemento di crescita della città, il paesaggio della comunità, della lavorazione del prodotto e dell'abitazione, che unifica gli altri spazi privati e semi privati e il paesaggio urbano

⁴⁸ Erano caratterizzati da una corte interna di forma allungata, composta da più parti, che assicurava l'affaccio dei locali di lavorazione verso uno spazio protetto, lasciando i due fronti, quello su strada e quello sul naviglio, di una dimensione minima, ma utile a collocare gli spazi di accesso e carico/ scarico del materiale. Al piano terra erano collocati i laboratori mentre al piano superiore gli alloggi, accessibile alla corte attraverso i ballatoi lineari. I locali seminterrati erano destinati all'immagazzinamento.

dell'a strada, dei flussi urbani che danno vita alla città. Di fatto, nel loro rapporto con l'acqua definivano un tessuto urbano⁴⁹. Le casere avevano bisogno dell'acqua e dei trasporti, però l'attività principale di trasformazione del latte e dei suoi derivati, si svolgeva all'interno delle stesse. Al contrario le *sciostre*, con la loro funzione, di scambio/ vendita di prodotti differenziati, necessitava questa apertura totale verso l'acqua e le strade quali elemento principali di scambio e navigazione. Le *casere* quindi definivano un tessuto denso, una sorta di blocco o isolato urbano, mentre le *sciostre* si costituivano come singole identità, elementi puntuali disposti lungo la rete dei navigli⁵⁰.

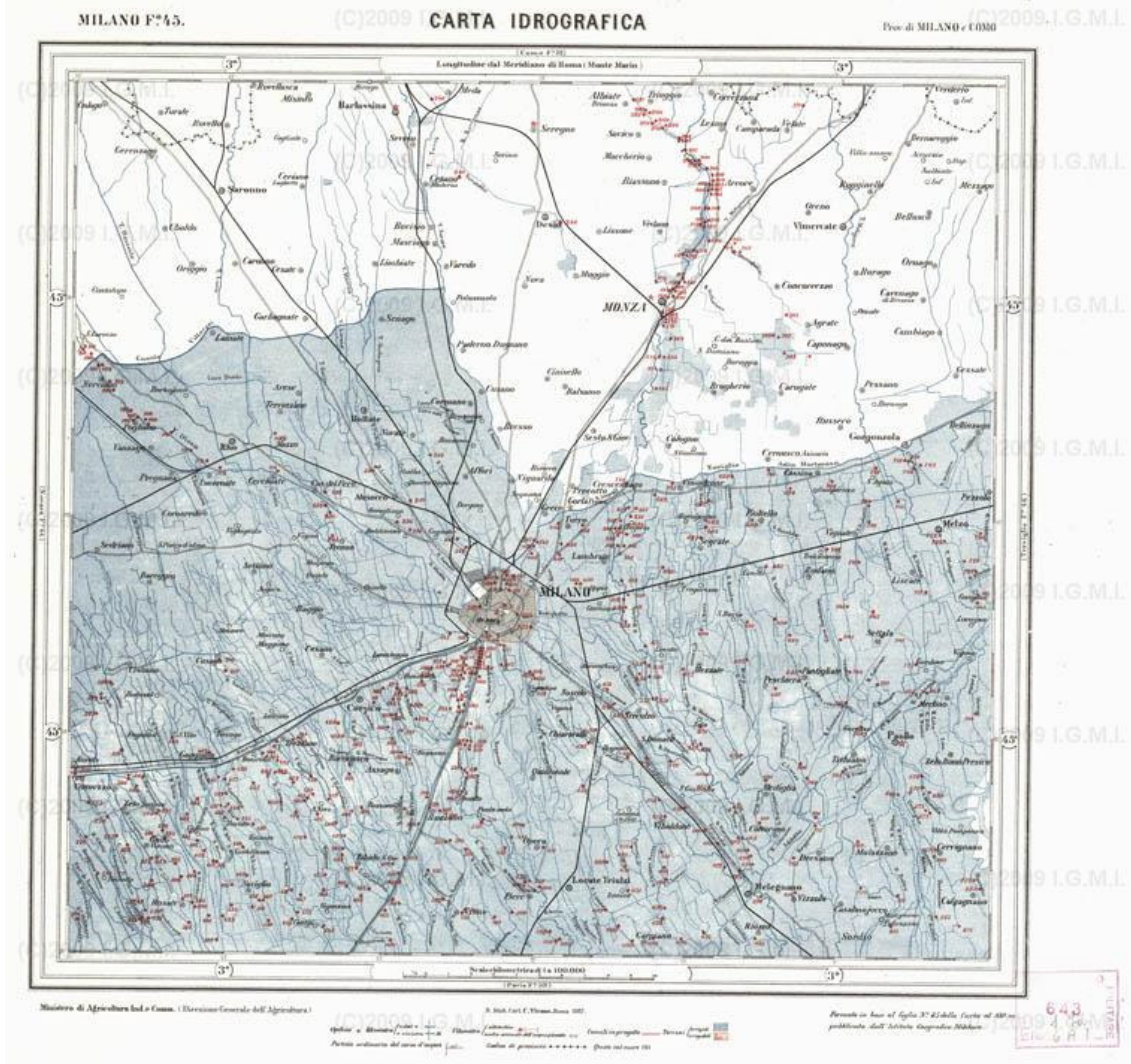


Immagine 52: Carta idrografica di Milano 1887. Fonte: Ufficio idrografico della Regia Marina

L'acqua della Milano tradizionale aiutava l'uomo a plasmare la propria città secondo le necessità primarie, quali l'approvvigionamento di acqua potabile e di alimenti e quelle secondarie, come le attività produttive, artigianali e

⁴⁹ «A Milano la divisione delle parti esterne alle mura spagnole in borghi è riscontrabile solo a un attento studio morfologico: ma un fenomeno di persistenza è rimasto vivo nella lingua, tanto che il principio di essi, corrisponde alla zona di Sam Gottardo, e la zona stessa sono chiamati dai milanesi *el burg (del formaggiat)*» (Denti, 2012).

⁵⁰ Leonardo da Vinci condusse molteplici studi sulla regolazione delle acque, ma si è anche occupato delle tipologie architettoniche che supportavano l'infrastruttura dei Navigli, sia con funzione commerciale che residenziale. La casa a corte con giardino ne è esempio chiarificatore. Infatti, in primo luogo è caratterizzato da uno zoccolo che ha la funzione di elevarlo rispetto la quota della riva, in modo da creare una corte aperta che era adibita a orto. Si poteva considerare una corte-lavoro, che consentiva all'edificio di proteggersi dall'umidità provocata dalla vicinanza del corso d'acqua. Si creava quindi uno spazio a differenti livelli che sottolineavano il passaggio dal pubblico al privato, dall'esterno all'interno. A differenza dell'edificio filaretiano questo edificio di Leonardo si sviluppa su due piani distinti: uno, a pianta quadrata o rettangolare con un porticato interno al volume, a diretto contatto con la corte affacciata lungo il Naviglio; il secondo, superiore, costituito, invece, da un volume a U che include uno spazio aperto più piccolo aperto e adibito a loggia affacciata sulla corte sottostante. Questo progetto si inserisce all'interno di un progetto a scala più vasta che tenta connettere la morfologia urbana con il territorio attraverso la sua idrografia. Tale concezione si ritrova in alcuni schizzi di Leonardo in cui viene schematizzata la tipologia edilizia a due livelli con la struttura urbana sempre a due livelli, in cui le strade porticate formano una maglia di infrastrutture e attraversamenti sopraelevati. (Denti, 2012)

commerciali e anche quelle di svago. La Milano preindustriale ha visto diversi momenti di crescita economica e demografica che hanno significato un considerevole aumento dell'attività produttiva e dei rapporti commerciali, necessari per poter rispondere in modo adeguato alla richiesta di beni che nei secoli era diventata sempre maggiore e diversificata. I settori che videro per molto tempo un fiorire considerevole furono la produzione manifatturiera (specialmente di metalli) e tessile, tanto come l'agricoltura, l'allevamento e in generale il commercio, favorito dalla realizzazione del Naviglio Grande in epoca viscontea.

In quest'ottica si consolida per Milano l'immagine di città d'acqua: antichi mestieri, attività che vivono grazie ai navigli, barconi che trasportavano merci e materiali da e alla città, chiatte trainate da cavalli da tiro che percorrevano le alzaie, attività artigianali lungo i canali, la pesca con le canne e la bilancia, il lavaggio della biancheria, con le innumerevoli lavandaie. E non mancano le feste e le attività sportive, con le gare di nuoto e di canoa; manifestazioni che coincidevano con i diversi strati sociali.

Se l'approvvigionamento di acqua potabile plasmava la forma urbana in modo statico, essendo un flusso regolare e controllato, fatto affiorare dal sottosuolo e incanalato puntualmente per alimentare bagni o palazzi pubblici, le acque di scolo la modellavano nel loro percorso verso la campagna e conformandosi alle attività artigianali che necessitavano il suo flusso per la pratica di mestieri o per la produzione d'energia attraverso macchine molitore. Un elemento fondamentale in questa dimensione era sicuramente la Cerchia dei Navigli, che in epoca viscontea da fossato difensivo e irriguo, venne trasformato in vero e proprio porto canale circolare. A parte il carattere difensivo, infatti, raccoglieva le redini del commercio della città e consentiva il funzionamento del metabolismo urbano, in quanto le sue acque ripulivano la città e allo stesso tempo alimentavano le aree agricole a sud di Milano. (Malara, 2002).

Dopo la ricca bonifica avvenuta con i monaci cistercensi, Milano comprende la ricchezza del territorio circostante e soprattutto ha a disposizione la tecnologia necessaria per bonificare il territorio circostante superando l'Olonza a ovest per raggiungere il Ticino e il Seveso ad est per raggiungere l'Adda attraverso la realizzazione di canali navigabili che rendevano accessibile la città e consentivano di creare reti di irrigazione efficienti tanto nella zona meridionale quanto in quella settentrionale. La Milano tradizionale si sviluppa, cresce senza distruggere il suo neoeosistema, ma rendendolo più produttivo e creando delle relazioni, commerciali, economiche e politiche supportate da una rete idrografica estremamente efficiente e supportata dalla viabilità via terra. Le dimensioni del nucleo urbano però non crescono esponenzialmente, ma rimangono contenute all'interno delle doppie mura che la proteggono, certo, ma che marciano anche i processi produttivi e funzionali della stessa. Il nucleo prettamente urbano si concentra all'interno delle cerchia medioevale, la Fossa Interna, alimentata a nord principalmente dal Fontanile San Carlo e dalla Roggia Peschiera che si immettono nel Naviglio Morto che in parte diventa Fossa Interna, nell'attuale piazza Resistenza Partigiana, vicino all'attuale Piazza Vetra, e in parte, raggiunge la Darsena che alimenta il Naviglio Grande che raggiunge Abbiategrosso e il Naviglio Pavese che arriva sino a Pavia. La rete di fontanili e rogge a nord, crea un fitto sistema di irrigazione per le terre a nord della città. Lo stesso avviene a nord-est con il canale della Martesana, che entra in città all'altezza dell'attuale Arena e confluisce nella Fossa Interna. Il sistema di irrigazione a nord della città è fondamentale per il controllo della portata del Seveso e dell'Olonza, in quanto, nei periodi di piena consentono che il flusso entrante in città si mantenga costante, evitando allagamenti. La Fossa Interna, in prossimità dell'attuale piazza Vetra, confluisce nella Vettabbia che, ricca di nutrienti alimenta il sistema di canali d'irrigazione della campagna a sud est. La campagna a ovest, invece è alimentata oltre che dai due navigli, dal Lambro meridionale nel quale confluiscono lo scarico San Siro e la Roggia Lavandaie. La seconda cerchia invece è costituita a nord-est dal Cavo Redefossi alimentato tanto dal Naviglio Martesana quanto dal Sevesetto e dall'Acqualunga, oltre che da numerose Rogge che irrigano il terreno agricolo. In prossimità dell'attuale Porta Romana, esce dal nucleo abitato per raggiungere il Lambro. Il nucleo costruito all'interno della Fossa Interna continua a mantenere le tracce medioevali, in quanto il sistema di fognatura utilizza il Piccolo e il Grande Seveso per il deflusso delle acque meteoriche e grigia, che vengono fatte confluire verso la campagna attraverso tre canali: il cavo Vetra che confluisce nella Vettabbia, il Cavo Vittadini che diventa Canale di Porta Romana e poi Cavo Redefossi e il Cavo Borgognone che raggiungeva il Lambro a Monluè. Tra le due cerchie si era creato uno spazio produttivo che rappresentava il vero collegamento tra la città e la campagna. Vi erano localizzati i mulini, le sciostre, le casere e tutti i luoghi che accoglievano i prodotti della campagna e / o li trasformavano per la città. La Milano tradizionale era caratterizzata da un'organizzazione concentrica che prevedeva un nucleo denso abitativo e dove risiedono le attività della polis, un anello intermedio, produttivo a media, in quanto i luoghi edificati si localizzano in prossimità dei corsi d'acqua e tra di essi si inseriscono le zone verdi a parco o a orto che fanno da mitigatori ambientali e dei flussi idrici, infatti a nord, regolano i flussi dei canali entranti, mentre a sud, dove principalmente ci sono orti, accolgono il deflusso delle acque meteoriche, grigie e nere che defluiscono nei canali urbani, dopo aver alimentato e pulito la città e infine, arricchite dalla materia organica, vanno a nutrire la campagna

intorno. Infine una vasta zona agricola in cui si sono delineati altri nuclei produttivi minori, collegati tra di loro dalla rete idrica e viaria.

L'immagine della Milano tradizionale⁵¹ è, quindi, quella di una città fiorente, un potere forte, la cui vita è strettamente relazionata con il suo sistema idrologico e con l'acqua in generale, legame che rimarrà inalterato sino ai primi anni del XX secolo, con la chiusura dei canali urbani e il progressivo abbandono di quelli suburbani e delle funzioni relazionate all'acqua come bene pubblico. Le nuove opere idrauliche, infatti, miravano al rinnovamento morfologico e funzionale della città, come simbolo del potere e della magnificenza del potere in carica.

Il rapporto della città con l'acqua era stato per secoli uno dei vanti delle campagne lombarde, infatti, non esisteva agricoltura più produttiva di quella irrigua. La città tradizionale non poteva funzionare senza il territorio che la circondava, perché non soltanto le dava le risorse di cui vivere, ma metabolizzava i residui che produceva trasformandoli in concime utile per l'agricoltura. Per questo qualsiasi attività umana mirava alla valorizzazione del suo intorno e del capitale naturale, come tentativo di realizzare un luogo abitabile e capace di utilizzare le risorse a disposizione senza modificare la funzionalità dei diversi ecosistemi con cui veniva a contatto. Era un sistema chiuso, capace di autosostentarsi e di mantenere l'equilibrio con l'intorno prossimo.

1.4 La crisi del modello organico avanzato: crisi industriale

Nel XVII secolo iniziano a prodursi intorno alla città di Londra dei processi che misero le basi per il cambio dal sistema produttivo tradizionale organico a quello moderno industriale che si fonda su risorse minerali non rinnovabili. Tutta Europa si trova davanti a un cambiamento culturale radicale per la società occidentale, che ha le sue radici nell'introduzione del carbone, come combustibile principale per la produzione di energia, e la macchina a vapore, come mezzo per produrre considerevoli quantità di energia che consentivano di estrarre le risorse necessarie per i processi produttivi in un tempo esponenzialmente inferiore rispetto al passato.

Si assiste, come in tutte le capitali europee di fine '800 al fenomeno dell'urbanizzazione che porta gli abitanti delle stesse a spostarsi dalla campagna alla città, perché offriva maggiori possibilità lavorative e di ascesa sociale. Nonostante la qualità di vita fosse superiore nelle campagne in cui la speranza di vita raggiungeva i 60 anni, il doppio di quella nelle città, i contadini cercavano nelle metropoli la possibilità di ascendere socialmente.

Tale processo comportò una crescita esponenziale della domanda idrica e alimentare, che significa, un aumento della richiesta di estrazione di acqua potabile e un'implementazione del sistema d'irrigazione per aumentare la produzione agricola, oltre che alle terre coltivate a marcite per l'allevamento. Inoltre si rese necessaria l'implementazione del sistema viario perché potesse supportare l'aumento dei flussi commerciali di importazione ed esportazione di beni di prima necessità. A questo proposito, ci si iniziò a domandare se non fosse più economico, per quantità tanto elevate, la sostituzione del trasporto fluviale con quello su gomma o su ferro.

Questa attenzione verso il benessere dei cittadini e, quindi, un ambiente urbano igienico e salubre, fece in modo che l'attenzione fosse ben presto rivolta soprattutto verso la parte meridionale, dove l'umidità dei prati irrigui, delle marcite e delle risaie poteva essere causa, in primavera e in autunno, di febbri malariche⁵². Di fatto tra il XVIII e il XIX secolo nei sobborghi iniziano a venir confinati gli ospedali per contagiosi, i cimiteri, i macelli, le manifatture, gli immondezzai, cioè tutte quelle attività che potevano minacciare la salute dei milanesi, senza pensare che creavano un ambiente insalubre nel comune dei Corpi Santi di Milano⁵³.

⁵¹ Un'immagine della Milano del XIX secolo è fornita da Stendhal. Guardigli, nel suo testo *Navigli come boulevards, secondo Stendhal*, riporta alcune annotazioni dello stesso che danno un'immagine della città negli anni '20 del XIX secolo: «Milano è la città d'Europa con le strade più comode e i più bei cortili all'interno delle case. Questi cortili, quadrati come quelli greci, sono circondati da colonne di granito. In tutta Milano si trovano ventimila colonne di granito. I blocchi di granito provengono da Baveno, sul lago Maggiore e giungono a Milano attraverso il canale che congiunge l'Adda al Ticino (Canale Villoresi n.d.). Canale cui mise mano anche Leonardo. Noi (i francesi n.d.) non siamo che dei barbari, come tutto il nord». «Nel 1179 i milanesi cominciano un canale navigabile che raccorda la loro città con il lago Maggiore e il lago di Como, attraverso il Ticino e l'Adda (naviglio Grande n.d.). Questo canale è disposto nelle città come il boulevard della Bastiglia alla Madelaine, nel 1179 noi eravamo soltanto dei servi e i nostri signori seguivano Luigi il Grande alla crociata».

⁵² I lavori autunnali di pulizia e manutenzione erano demandati a utenti privati o a consorzi di proprietari, fatto che rendeva più difficile il controllo dell'operato da parte delle competenze comunali. Questo accadeva anche con le operazioni di vuotatura dei pozzi neri da parte dei *navazzari* e per i contadini che si occupavano della pulizia delle vie pubbliche. Inoltre bisogna anche pensare che le abitazioni vicino ai navigli molto spesso utilizzavano gli stessi corsi d'acqua per le immondizie.

⁵³ La questione dei cimiteri era uno dei punti nodali della discussione. Come ricorda la dottoressa Zocchi, erano collocati nel comune dei Corpi Santi di Milano e nel 1787 venne attuato il riordino del servizio mortuario in modo che fosse collocato fuori dalla città,

Inoltre i medici e gli igienisti iniziano a puntare il dito contro i pozzi e le fonti di acqua potabile, sottolineando che era molto facile che ci fossero infiltrazioni nocive per colpa dei canali e dei pozzi neri. Questo nonostante le malattie più frequenti a Milano erano bronchiti, polmoniti, tubercolosi, nel periodo invernale le malattie reumatiche, quelle infettive e le gastroenteriche nei mesi più caldi (Zocchi, 2008). Mentre l'emergenza del XIV secolo fu il colera⁵⁴, che colpì la città di Milano ben quattro volte: nel 1836, 1849, nel 1854 e nel 1855 e la percentuale massima dei contagiati rispetto alla popolazione, raggiunse lo 0,92%⁵⁵.

Nel XIX secolo le acque dei pozzi privati, dalle analisi di Pasteur e Koch, risultarono contaminate da eccessiva presenza di sostanze organiche perché attingevano alla prima falda troppo vicina al piano di campagna. Queste acque potevano trasmettere malattie come febbri tifoniche e casi di colera. Si consideri che nell'estate del 1954 a Milano i morti furono 1040. Venne, quindi, dato avvio al processo per la realizzazione di un acquedotto, costituito da pozzi più profondi di quelli tradizionali, che pompavano l'acqua delle falde acquifere, in modo da garantirne la purezza per usi potabili. Per lo smaltimento delle acque grigie e nere venne invece implementato il sistema fognario poi essere scaricata nei fiumi attraverso un sistema di condutture impermeabili.

1.5 Milano e l'età moderna

Nel XVIII secolo Milano passa sotto la dominazione austriaca e tra il 1796 e il 1814 fu capitale prima della Repubblica Cisalpina, poi del Regno Italico-Napoleonico.

L'espansione della popolazione urbana inizia nel 1873 con l'annessione del Comune dei Corpi Santi⁵⁶ alla città. In questo momento passa da 200.000 a più di 290.000 abitanti, sino a duplicarsi quasi tra la fine del XIX secolo con il fenomeno dell'inurbamento che portò la popolazione ad abbandonare le campagne per cercare lavoro nelle grandi fabbriche urbane. Alla fine del XIX secolo, inoltre, Milano venne annessa al Regno di Sardegna che divenne poi Regno d'Italia nel 1861 con Vittorio Emanuele di Savoia come re.

Per comprendere l'importanza economica di Milano all'inizio del XX secolo si pensi che nel 1883 iniziò a funzionare la prima centrale termoelettrica, costruita proprio nel centro della città, vicino al Duomo, in via Santa Redegonda. Era la prima in Europa e la seconda a livello mondiale, dopo quella di Pearl Street a New York. Inoltre, a parte il settore

superando la consuetudine che voleva che i morti fossero seppelliti all'interno della chiesa. Questo permise di delineare l'immagine della Milano ottocentesca circondata da 5 cimiteri tra i quali quello della Mojazza il cui nome significava "luogo bagnato", essendo costruito in un avvallamento che facilitava il deflusso delle acque di pioggia.

⁵⁴ Il colera arrivò in Europa a partire dal 1830, dopo aver varcato nel 1817 i confini del focolaio storico, il Bengala. Come era successo per la peste, assunse nell'immaginario collettivo il senso di una punizione divina che infliggeva la popolazione con attacchi di diarrea e vomito che disidratavano la persona. Nel 1882 Robert Koch individuò il virus del colera, e lo relazionò al degrado e al sovraffollamento dei quartieri urbani più periferici, mettendo in evidenza i problemi igienico sanitari e la carenza di infrastrutture.

⁵⁵ Già dal 1817 con l'epidemia di tifo petecchiale, l'ufficio di sanità divenne il cardine delle operazioni di soccorso, tanto che il governo con l'arrivo del colera gli concesse autonomia direttiva, che significava «tutta l'organizzazione e la gestione degli uffici di soccorso sul territorio, di affidarne poi la direzione, nel 1849, ad un unico responsabile (il vicesegretario della prima sezione municipale) e di trasformare contemporaneamente l'Ufficio di sanità municipale in Ufficio centrale di soccorso» (Zocchi, 2008). Ancora prima del contagio, nel 1835 il Comune di Milano aveva emanato due regolamenti che esplicitavano le strategie adottabili in caso di contagio: il *Regolamento sanitario e di beneficenza [...] per il caso che si manifestasse il cholera morbus nella R. Città di Milano*, e il *Regolamento delle case di soccorso per i cholerosi [...]*. Gli uffici di soccorso restavano aperti giorno e notte, «come le prime strutture di riferimento per la popolazione, segno tangibile della presenza e dell'impegno del Comune sul territorio a garanzia della salute pubblica» (Zocchi, 2008).

⁵⁶ Il comune dei Corpi Santi era caratterizzato da due "mandamenti concentrici, divisi in otto parti, proprio in seguito all'annessione del comune di Milano. I mandamenti erano divisi da undici porte, il cui passaggio delle merci era sancito da precisi dazi. Le porte erano: Porta Venezia (prima Porta Orientale, Porta Vittoria (prima porta Tosa), Porta Romana, Porta Vigentina, Porta Lodovica, Porta Ticinese, Porta Magenta (prima Porta Vercellina), Porta Sempione, Porta Tenaglia, Porta Garibaldi (prima Porta Comasina) e Porta Nuova. A questi dovevano essere aggiunti i due varchi che controllavano le acque: il Tombone di San Marco, lungo il Naviglio della Martesana e il Tombone di via Arena, a nord della Darsena. Il comune dei Corpi Santi era costituito da numerose grosse cascine sparse per la campagna, oltre che da piccoli villaggi agricoli che, una volta inglobate alla città, divennero parrocchie, scuole o edifici comunali. La città continuò a crescere senza una vera e propria pianificazione territoriale. Per la precisione, i Corpi Santi erano costituiti da: Sancta Maria Magdalena ad Vepram (La Maddalena), Sanctus Syrus ad Vepram (San Siro alla Vepra), Bativacca (Bativacca), Calvairate (Calvairate), Carraria (Carrera), S. Petrus In Sala Rozoni (S. Pietro in Sala), Casinae De Bifis (Cassine de' Biffi), Morcinca (Morsengia o Morsenchio), Fonticillum. Fontegium Monasterium (Santa Maria Rossa), Mirasole Monasterium (Mirasole), Gratasollia Monasterium (Gratasollia o Gratosoglio). Questi villaggi, una volta aggregati alla città (nel Novecento), divennero altrettanti quartieri. È il caso di San Siro, Barona, Gratosoglio, Ghisolfi, Bovisa, Calvairate, Tre Ronchetti, Monluè, Maddalena, Fontana.

termoelettrico⁵⁷, in quegli stessi anni si svilupparono il settore metallurgico e meccanico. La produzione principale era quella di materiali per le ferrovie. Alcuni degli esempi di fabbriche del territorio milanese erano l'industria Ernesto Breda di Milano e la Franco Tosi & C. di Legnano per caldaie e motori a vapore, la Fratelli Fravega per la costruzione di macchine per l'industria alimentare, la Fratelli Pozzi per le macchine tessili e molte altre. Anche il settore agricolo, all'inizio del XX secolo manteneva la sua importanza a livello nazionale grazie alla produzione di latticini e derivati che per la maggior parte venivano venduti fuori dalla provincia milanese.

Il 29 luglio 1900, Re Umberto I venne ucciso a Monza in un attentato anarchico per vendicare i morti di Milano del '98 durante le manifestazioni operaie del primo maggio. La situazione degli operai era precaria e vivevano in luoghi con condizioni igieniche molto scarse, dovute al considerevole aumento demografico per l'elevata richiesta di forza lavoro da parte delle industrie della città, che non venne accompagnato da una pianificazione urbana adeguata. Tutto questo, accompagnato da uno sfruttamento della forza lavoro, permise la realizzazione di quartieri operai e fabbriche con una qualità di vita in molti casi inaccettabile.

Dopo la morte di Umberto I succedette Vittorio Emanuele III, il cui regno durò pochi anni, prima di essere trasformato nel 1922 in dittatura, sotto del potere nazionale fascista. Il ventennio di dominazione fascista la città vide uno splendore particolare. Il tentativo era quello di dare un'immagine di potere e ricchezza economica alla città che portò alla realizzazione di diverse opere pubbliche, tra le quali la stazione centrale, il Planetario e l'Idroscalo iniziato nel 1928 e terminato nel 1930. Quest'ultimo venne concepito nell'ottica di implementazione dell'idrografia milanese a scala territoriale. Già dal 1926, infatti, si pensava a un progetto di un canale navigabile che collegasse la città al Po per implementare il commercio fluviale. In quest'ottica l'Idroscalo, come scalo per gli idrovolanti, avrebbe avuto un ruolo di rilevanza per l'economia e le attività commerciali della città. Inoltre si sarebbero affiancate attività ludiche, ricreative e sportive. Negli anni '40 l'attrattività sportiva prevalse su quella aviatoria, e a oggi viene utilizzato per numerosi sport acquatici.

Dopo lo scoppio della II guerra mondiale e la decisione di Mussolini di far partecipare l'Italia a fianco della Germania, nonostante avesse proclamato lo stato di non belligeranza a causa della sua incapacità militare, il partito fascista perde consenso sino a che nel 1943, cade lasciando le redini del paese in mano alla monarchia con Vittorio Emanuele III, che avvicinandosi la sconfitta tedesca, decide di optare per la fuga. Questa fu la fine della monarchia, infatti nel referendum del 2 giugno del 1946, con un referendum popolare, gli italiani decisero per la repubblica.

A oggi l'idrografia di Milano è caratterizzata da una maglia molto fitta di canali che ha perso la sua continuità e soprattutto la funzione all'interno del nucleo urbano. Procedendo da Ovest a Est, nella parte settentrionale della città giungono il Naviglio grande che proviene dal Ticino, l'Olonza, con i suoi affluenti Merlata e Mussa, il fontanile di S. Mamete. Entrando a Milano continuano sottoterra il loro deflusso verso un tratto della Fossa Interna verso la Darsena, dove si dividono in una biforcazione che in parte va al Lambro Meridionale e in parte alla Vettabbia. Il torrente Seveso entra confluendo nel Naviglio Martesana derivato dall'Adda a Trezzo. Questi ultimi vanno a confluire, sottoterra, verso un tratto della Fossa Interna che le collega al Cavo Redefossi. Il Lambro settentrionale, dopo aver attraversato Monza, tocca la città a Est e prosegue verso Melegnano, per raggiungere il Po a Sud-Est di S. Colombiano. Escono da Milano, sempre procedendo da Ovest a Est, il Naviglio Pavese che raccoglie le acque portate alla Darsena di Porta Ticinese dal Naviglio grande; il Lambro Meridionale, in cui confluiscono le acque dell'Olonza; il Ticinello, che parte dalla Darsena per disperdersi nelle marcite a Sud della città; la Vettabbia che preleva le acque dalla fossa interna e quindi riceve le acque del S. Mamete, del Seveso, della Martesana e da numerosi collettori della fognatura, va a irrigare le marcite della zona di Chiaravalle, confluendo poi nel Lambro settentrionale a Melegnano.

⁵⁷ Alla fine del XIX secolo, nel 1898 a Milano esistevano 4 centrali termoelettriche e arrivavamo a 11 considerando tutta la provincia.

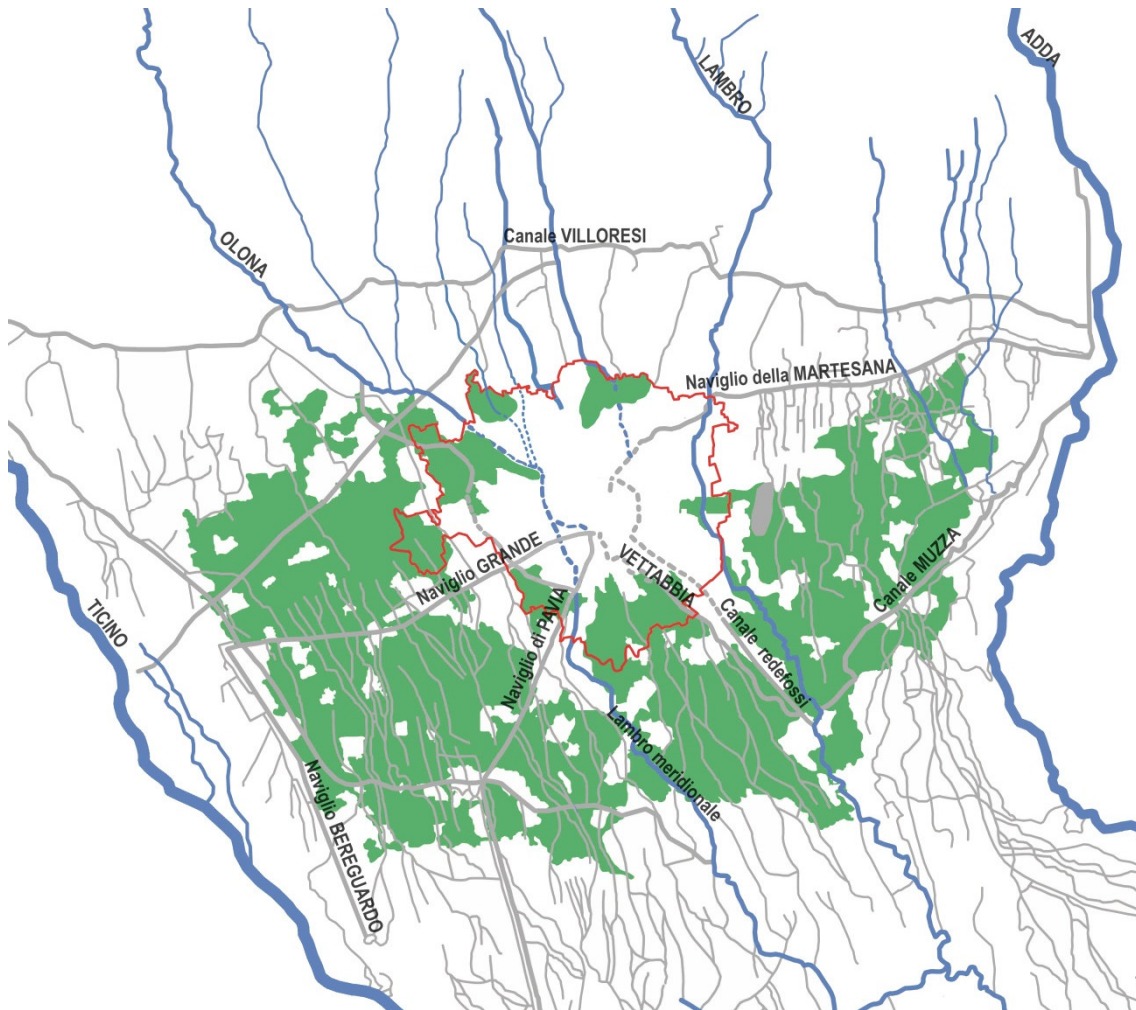


Immagine 53: Schematizzazione della idrografia contemporanea del territorio milanese mappe Milano post industriale con due categorie evidenziate corsi d'acqua naturali (azzurro) e corsi d'acqua artificiali (grigio). È evidenziata in verde l'area dei fontanili. Fonte: Rielaborazione propria

Per arrivare a questo assetto la città ha dovuto subire molti cambiamenti, che hanno implicato stravolgimenti nel modo di vivere degli stessi abitanti, tra i quali la scomparsa dei mestieri tradizionali, la rivoluzione del traffico cittadino che attualmente risulta essere uno dei problemi maggiori di congestionamento e insalubrità delle città, facendo quindi ripensare al perché si è voluto rinunciare, soprattutto nel caso di una città come Milano, al privilegio del suo sistema delle acque, radicalmente lasciato in disuso con la tombinatura dei navigli. Di fatto, le nuove necessità viabilistiche e, come abbiamo visto, la richiesta dell'allontanamento dell'acqua dalle attività quotidiane per paura che influissero sul benessere dei cittadini fecero sì che venisse consentito il 3 marzo del 1928 la copertura della Fossa interna per mano del progetto dell'ingegner Albertini.



Immagine 54: Foto della Fossa interna, in prossimità di via Senato: ieri (1870) e oggi. Fonte: Beltrame, 2002

I lavori continuarono nei due anni successivi con la copertura dei navigli, che diedero spazio alla circonvallazione interna. Claudia Pennacchia nel suo testo *Il laghetto di San Marco*, ricorda che i lavori per la copertura di San Marco iniziarono il 10 marzo del 1929 e comprendevano la chiusura del laghetto, il Tombone e la Conca, visto che in seguito alla copertura della Fossa interna, questo tratto del naviglio aveva perso completamente la funzione di navigabilità «"salvo per le erbacce e per i detriti d'ogni genere che specie nelle stagioni dei temporali, le acque gialle e gonfie trasportavano ancora a Milano", come si legge nell'articolo del "Corriere della Sera" di quel giorno» (Pennacchia, 2002), per sottolineare lo stato di abbandono e degrado dei canali. La chiusura del Tombone di San Marco, infatti, concretizzò la realizzazione di una grande piazza allo sbocco di via Fatebenefratelli in piazza San Marco e all'incrocio delle vie Pontaccio, Solferino e Brera, Fiori Chiari e Fiori Oscuri. La via San Marco allo stesso modo, in seguito alla copertura del naviglio e del laghetto, crearono una nuova arteria larga oltre 20 metri. Il fulcro di questa fitta rete di canali era sicuramente la Darsena⁵⁸. Si pensi che tra il 1817 e il 1818 venne riorganizzata, assumendo la conformazione odierna e iniziando a funzionare come vero e proprio porto interno della città e uno dei più importanti d'Italia⁵⁹. Durante il secondo dopoguerra si assistette a un'ulteriore contrazione delle attività della Darsena sino all'odierno disuso della stessa⁶⁰.

L'approvvigionamento di acqua potabile tardò molto ad assumere l'assetto contemporaneo. Il primo progetto dell'acquedotto, infatti, risale al 1877, ma si dovettero aspettare ben undici anni prima che il Comune decidesse come ampliare il sistema esistente. Il nuovo acquedotto⁶¹, infatti, utilizza lo stesso sistema di pozzi in profondità che inizialmente attingevano all'acquifero tradizionale (tra 40 e 110 m). Negli ultimi anni però, per una questione di igiene, legata alla qualità delle acque, si iniziò ad attingere all'acqua dall'acquifero più profondo tra 110 e 180. Il tema dell'igiene, infatti, assume un ruolo fondamentale, in quanto implica il riconoscimento di una contaminazione chimica e/o batteriologica della falda acquifera superiore, a cui si attingeva per il somministro dell'acqua potabile. Per questo,

⁵⁸ Nel 1257 il Ticinetto, che ancora non era Naviglio Grande, arrivò a Milano, creando un primo bacino che veniva chiamato laghetto di Sant'Eustorgio che assumeva la funzione di "porto di Milano". Beltrami spiega come questo bacino poteva essere collegato facilmente alla cerchia interna dei navigli, anche se la fossa interna era situata a una quota maggiore di circa 3-4 braccia. In quell'epoca storica però non era ancora stata inventato il sistema della conca, ma con l'inizio del cantiere del Duomo nel 1386, diventa una necessità quasi primaria, perché appunto i marmi potessero raggiungere il laghetto di Santo Stefano in Brolo. «Sono indubbiamente la pressione e l'impegno esercitato dalla grande impresa della Fabbrica del Duomo» (Beltrame, 2002) a far sì che Filippo Maria Visconti sbloccasse la situazione, affidando a Filippino da Modena e Fioravante Fioravanti da Bologna la realizzazione di un sistema idraulico che consentiva di superare il dislivello vedendone favorita la Fabbrica del Duomo e la stessa città di Milano, la seconda conca a doppie paratie mobili del sistema dei navigli (la prima di cui si ha testimonianza è quella del naviglio di Cusago), chiamata conca di Varenna o di Santa Maria. Venne, quindi, realizzata la prima connessione tra il Naviglio Grande alla fossa interna che comunque non risultava ancora del tutto navigabile. Bisognerà aspettare il 1497, quando Ludovico il Moro, fece iniziare i lavori per la connessione tra il Naviglio Grande e il Naviglio della Martesana, rendendo navigabile appunto l'altro tratto della fossa interna. La costruzione poi delle mura spagnole agli inizi del XVI secolo, modifica la configurazione dell'area della Darsena, infatti tra il 1551 e il 1558 l'originale conca di Varenna venne spostata, dalle mura della cittadella all'attuale posizione di via Ronzoni e le acque dell'Olonza vengono portate sino ai bastioni per alimentare direttamente la Darsena.

Nel 1603 la Darsena «è ancora costituita da un bacino assai ristretto ed i transiti si presentano ancora scarsi» (Beltrame, 2002) e grazie al Conte di Fuentes iniziarono i primi lavori di sistemazione che compresero la costruzione del ponte del Trionfo che rappresentava la volontà di una connessione del "porto di Milano" con il Naviglio di Pavia.

⁵⁹ «Ogni anno vi arrivavano ben 1600 imbarcazioni provenienti principalmente dal Naviglio Grande e dal Naviglio di Pavia e, in minor misura, dal Martesana. Il periodo di massimo splendore della vita della darsena va dunque dagli inizi dell'Ottocento sin verso il 1918» (Beltrame, 2002), anno in cui l'Azienda portuale di Milano realizza un radicale riammodernamento. «in questo arco di tempo il volume delle merci trasportate aumenta considerevolmente e raggiunge il tonnellaggio medio, nel periodo 1830-1900, di ben 35.000 tonnellate con 8.300 barche annue, mentre agli inizi del XX secolo incominciano a diventare importanti anche i traffici provenienti da Venezia, grazie anche agli effetti della navigazione a vapore» (Beltrame, 2002).

⁶⁰ In un articolo di Guido Lopez, de La Repubblica del 23 ottobre del 2005, *Antichi navigli, ecco dove vorrei rivedere l'acqua*, ricorda che il 15 marzo del 1929 «l'ultimo barcone reduce da un carico di carta per il Corriere della Sera svoltò dalla Cerchia dei Navigli per il ramo di Vallona-Olocati (attuale via Conca del Naviglio) per raggiungere l'acqua della Darsena. Cinque giorni dopo, lungo quella via fu apposta una lapide [...] «Ano settimo/ Duce del fascismo capo del governo/ Benito Mussolini/ gli abitanti del quartiere Genova/ a ricordo inizio lavori della copertura Naviglio»». Il nuovo assetto della Milano contemporanea sottolinea come sia stato spezzato il legame tra l'acqua e Milano che nell'immagine pre-industriale si vedeva radicato nella morfologia urbana tanto da determinarne le trasformazioni. Claudia Pennacchia rende molto bene l'idea domandandosi: «Ma cosa rimane oggi di una Milano in cui il rapporto con l'acqua era un momento privilegiato della mobilità legato al trasporto di beni e persone? Qualche toponimo, come via del Laghetto, un bacino ricavato nel secolo XIV e interrato nel 1857 al margine della fossa interna dei navigli» (Pennacchia, 2002)

⁶¹ Nel 1877, quindi, Amministrazione Municipale bandisce una gara per costruire un acquedotto pubblico. Vennero presentati 13 progetti che prevedevano l'utilizzazione di diverse risorse: acque superficiali, falde e sorgenti. Venne scelta la proposta della Società Condotta Acqua, che prevedeva di prelevare 1mc/s dalle sorgenti del fiume Brembo. Nel 1888 il Comune bandisce una seconda gara (23 progetti presentati). Non ne viene scelto nessuno e si decide di adottare quanto proposto dall'ing. Felice Poggi, cioè di continuare con l'uso di pozzi interni alla città, ma molto più profondi, in modo che arrivassero alle acque della seconda falda con filtri posizionati a profondità superiori di 35- 40 metri dal piano di campagna.

approfondendo della conformazione a strati impermeabili del sottosuolo, si raggiunsero gli strati più profondi ancora non contaminati grazie alla presenza di zolle argillose.

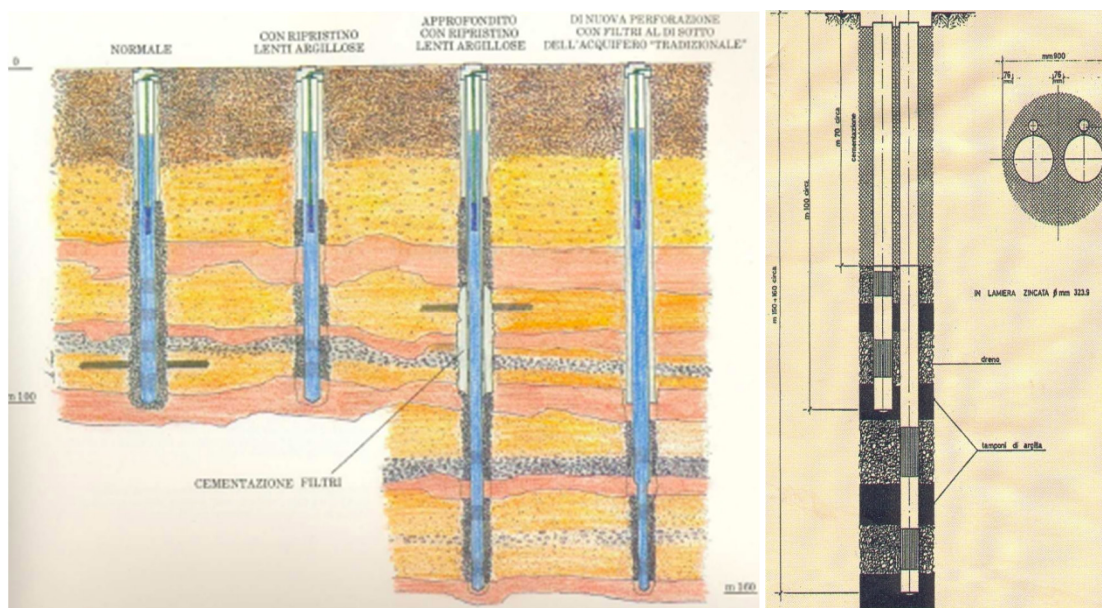


Immagine 55: Schema di una sezione di pozzi a differente profondità. Fonte: Poggi, 1911

L'acquedotto milanese, quindi, è di tipo estrattivo, da quasi 20 anni ha iniziato a utilizzare impianti di trattamento. Attualmente oltre il 75% dell'acqua estratta è sottoposta a trattamenti. Questa scelta ha un significato ben preciso rispetto alla risorsa idrica. La qualità dell'acqua, infatti, non interessa più in senso assoluto, in quanto, anche se inquinata, grazie all'energia che l'uomo ha a disposizione, può essere trattata e resa potabile. Si pensa che con le nuove tecnologie e la produzione di energia, sia possibile prescindere dalla qualità della risorsa idrica, raggiungendo lo stesso risultato che si aveva nel passato: una fonte potabile a disposizione per tutti gli usi necessari. Non importa quanto il processo possa essere contaminato e dannoso per l'ambiente circostante e non si cerca di risolvere il problema alla radice, ma soltanto di trovare una soluzione palliativa possibile in un momento in cui si pensava che lo sviluppo industriale avrebbe appoggiato sempre la crescita della città. Di fatto, dopo DLgs 31/01 (legislazioni sulla qualità delle acque) vengono costruite nuove centrali e campi pozzi in zone indenni periferiche e nei parchi pubblici con pozzi dotati delle zone di rispetto prescritte dalle normative⁶². Inoltre viene gestito attraverso la attraverso un sistema di telemetria. Le centrali sono telecomandate mediante un sistema composto da quattro centri, ognuno dei quali comanda mediamente 7-8 centrali.

Dal 1910 al 1966 la distribuzione di acqua potabile dell'acquedotto passa da 34 a 324 milioni di mc/anno, che equivalgono, rispettivamente a 158 e 516 litri/ abitanti/ giorno, con un andamento quasi costante di crescita, che rallentò solo nel corso dell'ultimo conflitto e durante la recessione economica degli anni 60. I consumi per abitante erano, però, superiori perché comprendoni l'apporto dei pozzi privati.

⁶² Questo significa attingimento dalle falde profonde artesiane sotto i 120 m con nuovi pozzi o con l'approfondimento degli esistenti. Interventi attuati per distribuire acqua perfettamente rispondente alle norme di Legge (dopo 2003):

- costruzione di nuovi centrali e campi pozzi in zone indenni periferiche e nei parchi pubblici con pozzi dotati delle zone di rispetto prescritte dalle normative
- attingimento dalle falde profonde artesiane sotto i 120 m, con nuovi pozzi o approfondimento dei pozzi esistenti
- installazione di idonei impianti di trattamento (filtri a carboni attivi; torri di aerazione, impianti osmosi inversa.)



Immagine 56: Planimetria rete di distribuzione dell'acqua potabile 1930. Fonte: Poggi, 1911

Un cambiamento sostanziale si ebbe con il sistema di collettamento delle acque grigie, nere e pluviali. Infatti, nel 1887 il Collegio degli ingegneri e della società d'igiene utilizzarono gli studi sull'inquinamento delle acque di falda⁶³, presentando una relazione secondo la quale il sistema di fognatura più adatto per la città era quello della canalizzazione unica. Considerando, infatti, la pendenza molto limitata delle tubature, il solo flusso delle acque grigie e nere non era sufficiente per muovere gli escrementi. Pertanto quando fosse stata assicurata la possibilità di scaricare simultaneamente le acque pluviali, anche questo flusso sarebbe dovuto confluire nello stesso canale. Le acque residue delle industrie, invece, non sarebbero potute essere fatte defluire se prima non fosse stata verificata la compatibilità con gli usi irrigui a cui erano destinati, facendo obbligo che la compatibilità con l'attività agricola fosse verificata e comunque eventualmente assicurata con sistemi di depurazione.

⁶³ L'inquinamento chimico della falda fu provocato negli anni '60/ '70 anche dall'assenza di normative di protezione ambientale. I contaminanti organici sono biodegradabili e si auto-depurano filtrando nell'acquifero. I contaminanti chimici (cromo esavalente, composti organo- clorurati (tricloroetilene, cloroformio, etc.), pesticidi) sono poco biodegradabili quindi finiscono in profondità e contaminando le falde che alimentano le acque dell'acquedotto. Se ci pensiamo, infatti, la prima legge in materia ambientale risale infatti al 1976, Legge Merli n. 319 del 10/03/1976.



Immagine 57: Ripartimento delle zone scolanti della Città e Sobborgi antecedentemente ai lavori di fognatura. Fonte: Poggi, 1911

La nuova fognatura⁶⁴, si concretizzò con il piano Beruto, in una rete capillare ma disordinata di 123 canali, in parte coperti e in parte scoperti, con uno sviluppo di 153 km che si articola in zone concentriche rispetto al nucleo centrale della città, poste a quote decrescenti e servite ciascuna da un proprio collettore autonomo, posto nella zona interna. Questa conformazione agevolava il defluire delle acque verso la campagna, in quanto per l'amministrazione comunale era prioritario puntare sulla depurazione biologica naturale nelle campagne irrigue a sud della città.

La questione interessante che si pone l'ingegner Poggi è il fatto che tutte le tipologie dei condotti fognari prima della riforma del XIX secolo, con i loro caratteri peculiari delle differenti epoche, sarebbero potute essere integrate in un piano di ampliamento della rete di canalizzazioni, invece di essere abbandonate. Questo perché sia per le dimensioni, che per la profondità, avrebbero avuto un uso adeguato nella rete di fognatura.

⁶⁴ Nel 1868, quindi, venne presentato in consiglio comunale, il primo vero progetto di fognatura moderna. Nel 1884, con l'espansione del piano Beruto, fu possibile affrontare il problema della rete fognaria in maniera più organica nelle aree di espansione. La nuova rete di condotti, che scelse comunque il "sistema misto", fu condizionata dall'assetto morfologico della città e portò, nel corso del suo sviluppo alla formazione di un sistema "a terrazzi".

I condotti avevano una sezione ovoidale⁶⁵ studiata in modo da mantenere una buona velocità del deflusso delle acque anche in periodi di magra ed evitare la formazione di depositi sul fondo dei canali, nei quali comunque veniva garantito un flusso continuo di lavaggio con acqua derivata dal Grande Seveso.

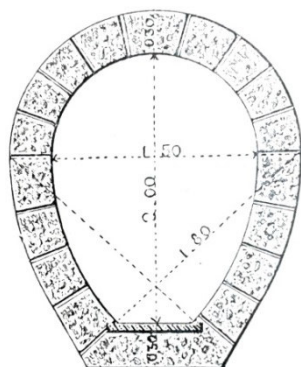


Immagine 58: Sezione "tipo normale" dei canali di fognatura costruiti tra il 1868 e il 1878. Fonte: (Poggi, 1911)

Nelle strade che furono interessate dal nuovo progetto di fognatura vennero conservati i vecchi tombini pubblici e privati. Già a partire dalla seconda metà del XIX secolo, la tradizionale pavimentazione delle strade realizzata con una combinazione di acciottolato e un tipo di massicciata in pietrisco compresso (macadam) che, con regolari opere di manutenzione, durava circa 5 anni venne sostituita con l'asfalto, per le strade di dimensioni maggiori, e lastre di granito per le più piccole. Le prime, consentivano un filtraggio naturale dell'acqua meteorica nullo, mentre le seconde comunque molto ridotto.

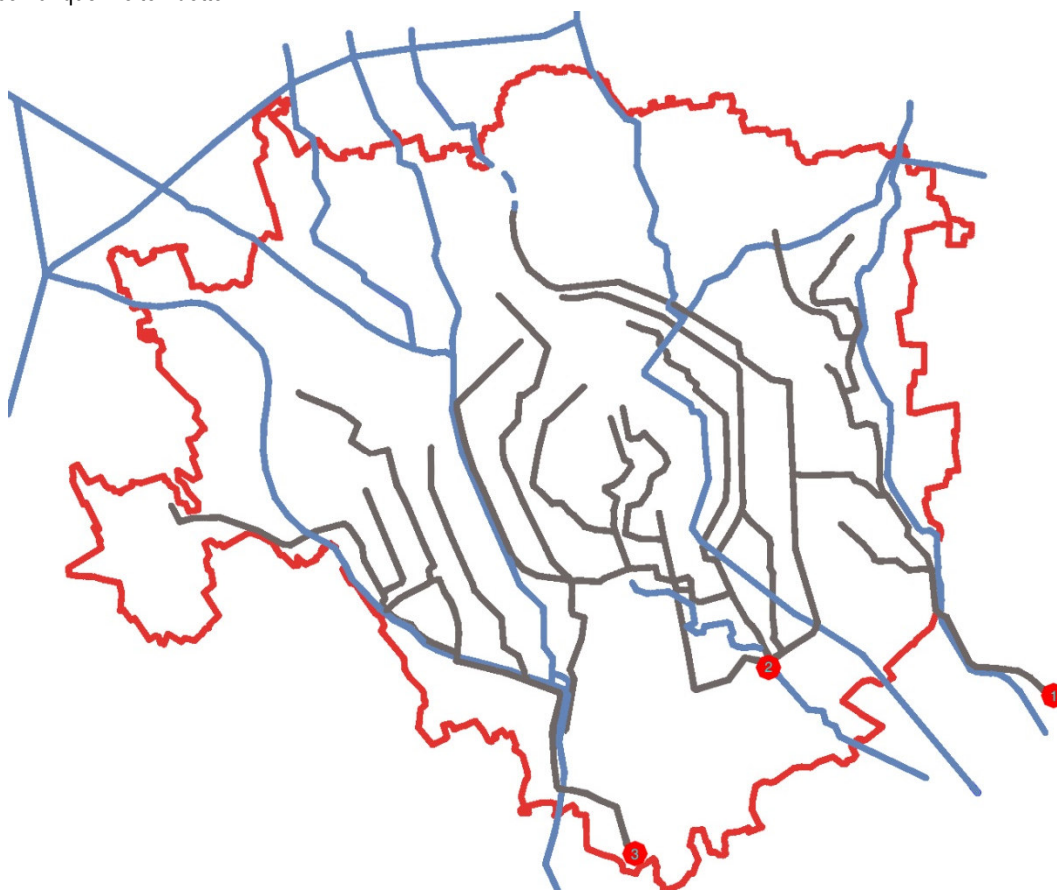


Immagine 59: Planimetria rete fognaria contemporanea. Idrografia (azzurro), rete fognaria (grigio) e impianti di depurazione di Peschiera Borromeo (1), Nosedo (2) e S. Rocco (3). Fonte: Metropolitana Milanese Spa

⁶⁵ Il condotto "normale" aveva un'altezza massima di 2 ml e una larghezza massima di 1,5 ml. La base del condotto era costituita da una bevola in piano che consentiva l'accesso per le manutenzioni, accorgimento che come fa notare Felice Poggi, peggiorò il convogliamento dei piccoli volumi d'acqua, e a ogni modo, lo stesso Poggi constatò che la base piana non era necessaria per il passaggio degli operai.

All'inizio del XX secolo la città, quindi, presentava una rete di canalizzazione sotterranea poco omogenea⁶⁶, ma che garantiva lo scolo dell'acqua piovana e di quelle residuali private. Infatti, il Seveso e i tronchi della nuova fognatura che vi si collegano tanto per smaltire quanto per ricevere il flusso d'acqua, creando una piccola rete non del tutto completa. Si consideri, infatti, che il Seveso si trovava, e si trova tutt'ora, in un cattivo stato di conservazione e una cattiva amministrazione da parte del Comune di Milano che nel 1890 succedette al Consorzio del Canale Seveso.

Inoltre, con la crescita della periferia urbana, l'espulsione dell'agricoltura e l'introduzione della tecnologia del motore a scoppio si assiste a un processo di specializzazione agricola che comportò un onere e un'impotenza delle opere del sistema irriguo e conseguentemente «la grande scala della dimensione aziendale e una corrispettiva uniformità delle colture, accentuando la scansione monotona del paesaggio. Sacrificata alla conquista di nuovi terreni per colture redditizie, andò progressivamente riducendosi la superficie boschiva lungo le rive del Po e del Ticino, mentre gli olmi, i roveri, i gelsi sul ciglio delle strade e ai bordi dei canali e dei fossi cedettero nel secondo dopoguerra alla diffusione del pioppo» (Betri, 2002).

A questo si sommi l'introduzione dei diserbanti durante la metà del XX secolo. Da una parte permise di eliminare la componente avventizia, prevalentemente femminile e minorile, della manodopera impiegata nei quaranta giorni della modanatura del riso. Risparmiare sulla manodopera, riduceva i costi aziendali, rendendo l'agricoltura più competitiva a scala globale. Questo risultato ha messo da parte la pericolosità di questi prodotti per la salute umana (specialmente per i contadini che li usano), per la fauna dei campi, quali uccelli, serpi, talpe e tutti quegli animali che permettevano di regolare il microclima agricolo. Oltre a essere dannosi per il terreno stesso, che è caratterizzato da una vita biologica differente nelle diverse zone, che viene annullata completamente, oltre ad arrivare a inquinare la stessa falda acquifera. Ciò significa che a lungo andare i campi trattati con diserbanti fisici saranno sempre meno produttivi, eliminando anche i pochi vantaggi accennati prima.



Immagine 60: Momenti di vita agricola nelle risaie della bassa milanese in due foto degli anni '40. In alto una slitta per la semina "a spaglio" del riso. In basso uno spaccato del lavoro minorile durante la fase di spianatura dei campi con "l'assone". Fonte: Archivio privato

Negli ultimi 50 anni i fontanili iniziarono a prosciugarsi, sia per cause naturali che per l'intervento umano. Dopo il 1945, con la seconda guerra mondiale, inizia inesorabile il degrado dei fontanili. Le secche stagionali provocano fenomeni di putrescenza lungo tutti i fossati che raccoglievano gli scarichi civili e industriali, ma richiedevano anche l'interramento e la copertura delle rogge, canali, fossati, fontanili e interi percorsi dei fiumi. Nel 1975 nel territorio di Milano vennero censiti 84 fontanili, le cui risorgive, le cui risorgive si presentavano in gran parte morte o all'asciutto o coperte, e quelle attive tutte inquinate. In conclusione, tutti i fontanili di Milano sono estinti perché in parte interrati o combinati, in parte privi di teste risorgive e in parte ridotti all'asciutto per costruire strade e complessi residenziali. I recenti innalzamenti della falda non hanno avuto come diretta conseguenza un atteso aumento del numero di fontanili attivi, nonostante che negli anni molti ex stabilimenti industriali hanno perso le caratteristiche proprie di funzionalità idraulica.

I mulini, poi, vennero sostituiti da grandi impianti idroelettrici, che se da un lato producevano l'energia elettrica, sempre più necessaria per lo sviluppo industriale, dall'altra erano l'occasione per la costruzione di grandi invasi artificiali per l'immagazzinamento delle acque. Intorno agli anni venti del Novecento, l'attenzione per i corsi d'acqua crebbe enormemente grazie a un'innovazione tecnico-scientifica, ma si focalizzava sullo sfruttamento della forza motrice dell'acqua per la produzione di energia trasportabile a distanza, dato che proprio alla carenza di energia e capitali era

⁶⁶ Il carattere di disomogeneità della rete fognaria a inizio del XX secolo, come spiega lo stesso Poggi, era dovuta al fatto che i tratti delle acque vive con i nuovi canali realizzati per lo scolo delle acque di pioggia, non facevano parte di un progetto unitario e integrato.

stata attribuita l'arretramento del settore produttivo e commerciale. L'energia elettrica sembrava poter finalmente liberare l'economia italiana da uno stato d'inferiorità secolare e favorire lo sviluppo industriale. Il tema energetico era centrale in zone scarsamente fornite di combustibili fossili, come l'Italia. La soluzione idroelettrica sembrava far coincidere le esigenze industriali con quelle dell'agricoltura intensiva, incontrando così l'interesse della politica e dei gruppi economici più intraprendenti che si scontrava, però, con il blocco agrario che avrebbe rischiato di perdere l'egemonia sociale a causa dei percorsi seguiti dalla bonifica integrale, con la conseguente colonizzazione particellare e il prevalere della piccola proprietà contadina.

La ricchezza dell'idrologia del territorio milanese, favorì in questo senso lo sviluppo di molteplici centrali sui fiumi principali. Queste centrali, relativamente al ciclo idroelettrico hanno un rendimento elevato, intorno all'85-86%. In Italia rappresentava fino agli anni '60 l'82% dell'energia elettrica complessiva per un totale di 50 miliardi di kWh/anno. Dal 1980 è stata in buona parte sostituita dall'energia termoelettrica e la percentuale è scesa al 19% circa

Considerare l'acqua come bene illimitato a causa della sua abbondanza invece di contenere la domanda rispetto al consumo necessarie per le funzioni necessarie per la città, quali l'irrigazione, il deflusso dei residui organici, la soddisfazione delle necessità fisiologiche umane, porta ad aumentare le fonti e le possibilità di assorbimento del bene perché possa essere utilizzato come elemento decorativo⁶⁷. Aumentano, infatti, le fontane pubbliche, come espressioni estetiche dei principali scultori dell'epoca e si moltiplicano le peschiere, come elemento decorativo delle numerose ville urbane ed extra-urbane. L'acqua è uno dei tanti elementi della composizione degli spazi pubblici e privati della città e consente di «arrivare alla completezza della perfezione originaria (frutti, fiori e ogni specie vivente erano immagine del perduto Eden)» (Anedi, 2002). Questo atteggiamento si mantiene nei secoli e consolida l'idea dell'acqua come risorsa illimitata, a cui è possibile attingere non solo per usi prettamente necessari alla vita quotidiana, ma anche e soprattutto per fini di lucro ed estetico. Un esempio inequivocabile sono le due fontane temporanee allestite nel 1934 in piazza del Duomo per la visita di Mussolini, come omaggio al dittatore⁶⁸.



Immagine 61: La peschiera della Gustalla nei giardini in via Francesco Sforza. Fonte: Daniele Viviani - Fontane in piazza Duomo 1934. Fonte: Milan l'era in sci (sito web)

Progressivamente le fontane oltre a perder la funzionalità propria che arricchiva la morfologia della città preindustriale, quali elementi di approvvigionamento idrico e quindi situati in modo da essere accessibili agli abitanti dipendendo dal diverso utilizzo, diventano semplicemente degli oggetti di arredo urbano, usati dalle Amministrazioni pubbliche per giustificare i progetti di riqualificazioni di zone strategiche della città⁶⁹.

⁶⁷ «Accanto alle fontane, che nel XVI secolo si andavano trasformando in veri e propri giochi meccanici [...] si affianca quella particolare tipologia di vasca che va sotto il nome di "peschiera"» (Anedi, 2002). Le peschiere, com'è facile immaginare, erano vasche, collocate nei giardini privati dei palazzi cinque-seicenteschi, costruiti in prossimità del sistema di canali urbano che alimentava le vasche stesse. Molte delle quali vennero distrutte nei conflitti bellici del secolo scorso.

⁶⁸ Le fontane furono quindi smontate da piazza Duomo in seguito alla visita del Duce e grazie agli archivi fotografici dell'Azienda elettrica di Milano, è possibile ipotizzare che una venne rimontata sempre in piazza Duomo due anni dopo, nel 1936 e poi davanti alla Triennale nel 1940. I fasci metallici dell'altra, invece vennero probabilmente utilizzati per la costruzione della fontana in piazza castello nel 1936, eliminando però le scuri e i leoni, simbolo fascista delle Res Publica, che si nota chiaramente nella foto della costruzione delle fontane del '34 in piazza Duomo.

⁶⁹ Un esempio è la più recente fontana di piazza San Babila, progettata da Luigi Caccia Dominioni, costituita da un monumento/fontana in granito nero della Valtellina e una vasca con una fontana centrale di granito rosa di Baveno e bianco di Montorfano.

Di fatto, la rivoluzione industriale ha modificato l'immagine di Milano come città d'acqua, creando, come dicevamo una scissione profonda tra la forma della città e la sua idrografia, è sintetizzabile nella copertura dei navigli che modificò quasi interamente l'assetto della città⁷⁰.

La Milano post industriale è caratterizzata da un prelievo di acqua dal sottosuolo maggiore della velocità di alimentazione della falda stessa, un aumento dei consumi civili e industriali, un'urbanizzazione della campagna settentrionale e delle zone di coltura irrigate, che nel modello tradizionale consentivano l'assorbimento naturale dell'acqua piovana. Lo stesso fenomeno porta al disboscamenti delle brughiere, caratteristiche del nord di Milano, che dà spazio a estese delle zone edificate e impermeabili che porta a un rapido e copioso afflusso di acque meteoriche ai fiumi, colatori e canali e incorrendo nei periodi molto piovosi, nello straripamento dei corsi d'acqua e all'inondamento di parti della città

L'idrologia milanese presenta due nuclei sconnessi: il primo a nord-est è sistema Seveso- Redefossi/ Vettabbia – Lambro, mentre il secondo a sud-ovest è quello Olona/ Naviglio grande – Ticinello/ Lambro meridionale. Rimangono queste tracce, come anche i Navigli Pavese, Grande e Martesana e la Darsena, ma il sistema idrografico perde completamente la sua qualità e la funzionalità legata al trasporto di persone, prodotti e materia organica, grazie alla deflusso dell'acqua piovana e grigia. La Fossa interna già non esiste e i corsi d'acqua superficiali non vengono più utilizzati per irrigare. Alcuni furono trasformati in canali di scarico delle acque piovane e di piena, altri entrarono a far parte del sistema di condutture della rete fognaria al di sotto della sede stradale; altri vennero invece colmati. Rogge, fontanili⁷¹ e canali d'irrigazione furono lasciati in decadimento, tanto che col tempo, l'ambiente circostante un tempo ricco di vegetazione acquatica e di animali selvatici scompare completamente e viene sostituito con una doppia rete interrata di adduzione e di scarico. Questo significava aggiungere alla funzione irrigua tradizionale quella di smaltimento delle acque pluviali in eccesso. Inoltre, il sistema delle marcite, che arricchiva la campagna meridionale e funzionava tutto l'anno, soddisfacendo le risorse igieniche della città senza che si ritenesse necessaria nessuna innovazione e funzionando, quindi, come un depuratore naturale, viene lasciato in disuso e non riesce a metabolizzare i rifiuti che arrivano dalla città, pertanto venne sostituito con depuratori, che oltre avere un impatto ambientale considerevole nel territorio milanese, hanno bisogno di grandi quantità di energia elettrica nel processo. Di fatto la Milano che alla fine XIX secolo non necessitava di studi sullo smaltimento dei rifiuti, perché le estensione dei terreni agricoli era sufficientemente estesa per smaltire i rifiuti organici della città, anche in prospettiva di uno sviluppo rapido, non esiste più e scompaiono tutte le attività produttive e artigianali che attraverso il sistema acqua creavano un neoeosistema autosufficiente.

⁷⁰ Di fatto ricorda sempre Peregotti «di quella (le mura n.d.) rimane qualcosa; oltre all'unico bastione (a Porta Roman), qualche lacerto di cortina muraria (in via Filippetti, a sfondo di uno smilzo gabinetto sistemato durante l'ultimo dopoguerra); le porte sono quasi tutte posteriori. Del naviglio interno non sussiste pressoché nulla, se non talora nella toponomastica: via Pontaccio (in fondo a via Brera), via Laghetto (sul lato sinistro dell'Ospedale Maggiore, attuale Università di Stato; eccetto il noto Ponte delle Sirenette [...] nel Parco Sempione. L'intero canale venne malauguratamente coperto, in due fasi: durante l'Ottocento per quanto riguarda il ramo settentrionale (da via Pontaccio e via De Amicis), negli anni 1929- 1930 del Novecento per il maggiore semi-anello orientale e meridionale (da via Fatebenefratelli a via De Amicis). Ma sparirono pure una lunga porzione del Naviglio Martesana (via Melchiorre Gioia); il Tombone di San Marco, nel quale il Martesana sfociava (tratto meridionale della via San Marco, che ne conserva la sagoma triangolare), nonché il Naviglio di Varenna (via conca del Naviglio) [...]. Quest'ultima riceve tuttora quelle provenienti dal Ticino (Naviglio Grande), rimandandole poi allo stesso fiume (Naviglio Pavese). Darsena per fortuna salva [...] però non attiva quale porto [...]. [...] nel tratto settentrionale di via San Marco sussiste un residuo campione del Naviglio Martesana (alimentato invece dall'Adda). Quasi privo d'acqua, esso possiede quasi miracolosamente le proprie connotazioni: oltre l'alveo, un ponte, una chiusa, una garita, il parapetto in pietra» (Perogalli, 2002).

⁷¹ La presenza di fontanili si ritrova in toponimi di vie e edifici di differenti epoche. Un esempio è la chiesa di Santa Maria alla Fontana parte di un complesso vasto e stratificato cresciuto intorno ad primitivo nucleo del primo Cinquecento, ha sempre costituito un tema di grande fascino per i complessi problemi interpretativi che pone: delimitare precisamente la struttura originaria (posta a ovest, quasi completamente al di sotto del piano di campagna), ricostruire il progetto iniziale, individuare gli scopi e le matrici culturali di questa architettura, per la quale sono stati proposti quali possibili diretti ispiratori i nomi di Leonardo, prima, e di Bramante, poi (oggi esclusi sulla base di nuovi documenti e di una più attenta considerazione della cronologia). Nella primavera del 1508 presso la testata di un fontanile, segnalata da una cappellina con un'immagine mariana, posta nell'avvallamento tuttora esistente, veniva avviata la costruzione di una chiesa con annessi due cortili porticati e delle strutture di ricovero (oggi non ben identificabili), a ratificare la credenza nelle virtù benefiche dell'acqua sorgiva.

1.6 La crisi del modello industriale contemporaneo: crisi ecologica

Il sistema industriale, basato su un uso illimitato dell'acqua e su uno sviluppo sempre maggiore del sistema urbana attraverso nuove tecnologie inquinanti e che si basano sullo sfruttamento di risorse non rinnovabili, ha portato a città invivibili e all'aumento della vulnerabilità tanto ambientale, come sociale, con le problematiche che oggi viviamo quotidianamente nei neoeosistemi contemporanei, il cui metabolismo si basa quasi esclusivamente su risorse con un tempo di rigenerazione molto lungo.

Ci troviamo, quindi ad affrontare una seconda crisi, la crisi attuale, la crisi ecologica che si manifesta con la rottura tra il sistema urbano e il sistema territoriale e quindi la scissione tra la morfologia dell'ecosistema urbano e l'idrografia urbana, che coinvolgeva dall'edificio all'organizzazione del territorio agricolo. A Milano la rivoluzione industriale ha negato alla città quattro elementi fondamentali che provvedevano a mantenere un ciclo dell'acqua che non necessitasse un costo ambientale ed economico eccessivo e un approvvigionamento a una scala globale. Da una parte l'abbandono della campagna e il sistema d'irrigazione attraverso i numerosissimi fontanili e le marcite che permisero la bonifica del territorio milanese a partire dall'anno 1000. Secondo elemento fondamentale è l'acqua piovana che, come dicevamo, ha lentamente perso la sua potenzialità come fonte accumulabile e come mezzo per ripulire la città e trasportare i nutrienti alla campagna. La conformazione della città tradizionale, infatti, permetteva la ricezione delle acque pluviali e un accumulo a livello privato ma anche pubblico. Inoltre la maggior parte dei rifiuti organici venivano trasportati attraverso il sistema di canali al Parco Sud. La perdita completa dell'utilizzo della fitta rete di canali per il trasporto, gli scambi e le attività legate all'artigianato, alla produzione di beni di primaria e secondaria necessità e di energia elettrica a scala locale. E infine la salvaguardia della sua qualità per il sostentamento fisiologico dei cittadini.

L'elemento fondamentale di questo cambiamento è la convinzione che una città tanto ricca di acqua nel sottosuolo e nel territorio circostante, non poteva che approfittare delle nuove tecnologie e dei nuovi materiali posti a disposizione dello sviluppo industriale, per creare un'immagine moderna, che prevedeva negare la sua evoluzione, come città d'acqua. L'elemento della crisi risiede quindi nello stesso obiettivo che ha perseguito e tutt'ora persegue la città post-industriale: l'idea di sviluppo che oggi soltanto si cerca di accompagnare con l'aggettivo sostenibile, creando un'antitesi profonda.

La gestione del ciclo dell'acqua presenta una grande importanza sociale e ha effetti significativi sull'igiene e sulla salute della popolazione. Il problema della qualità di questa risorsa per usi umani assunse, quindi, particolare importanza a causa della crescita dei fenomeni d'inquinamento delle acque sotterranee e superficiali. L'acqua di qualità inizia a diventare una risorsa scarsa anche nelle zone in cui era considerata illimitata. Le cause principali sono i reflui domestici e industriali. La diffusione, infatti, degli inquinamenti dovuti agli scarichi delle acque usate, dopo la rivoluzione industriale, inizia a raggiungere gradi di pericolosità elevati⁷², che rendono necessario approfondire l'utilizzo di depuratori e sistemi di trattamento delle acque usate. I problemi sostanziali a livello nazionale sono: «la mancanza di un'adeguata legislazione che codifichi le acque inquinanti, i limiti di accettabilità delle acque usate entro gli impianti di trattamento, l'assenza di regolamenti che trattino dell'efficienza degli impianti stessi, la mancanza di una classificazione delle acque per i vari usi cui possono essere destinate, la carenza di leggi che non provvedono sostanziali e massicci interventi finanziari nel settore» (Fara G. M. e Braga A., 1968).

La grande contaminazione delle acque superficiali, sommata all'esistenza di numerosi scarichi abusivi disperdenti direttamente nel terreno, hanno portato a una progressiva contaminazione anche delle acque profonde. Un altro fattore significativo che ha consentito l'aumento della contaminazione sotterranea è il fatto che con lo sfruttamento sempre eccessivo delle acque sotterranee, dopo la realizzazione dell'acquedotto e di numerosi sistemi privati di pompaggio dell'acqua di falda, ha fatto sì che le acque superficiali, più esposte e contaminate, venissero richiamate in profondità dalla depressione causata dal pompaggio. Questo ha consentito che i chimici solubili superassero la barriera degli strati, aumentando la durezza dell'acqua (aumento della concentrazione di sali di calcio e magnesio) e la concentrazione dei cloruri.

L'obiettivo che demanda la seconda rivoluzione si basa su tre elementi significativi: il primo è il cambio di prospettiva sostanziale che veda l'acqua come una risorsa, un flusso, un bene da tutelare e non uno stock, che può essere

⁷² Per maggiori informazioni sul tema vedere gli atti della conferenza: *Inquinamento dell'aria dell'acqua e del suolo, nei riguardi di Milano e del suo territorio*, svoltasi a Milano nel 1968.

utilizzato illimitatamente. Legato a questo aspetto, è la necessità di abbandonare la prospettiva di progresso e sviluppo senza limite che va a influire sulla qualità e la gestione della risorsa idrica, che invece deve essere tutelata eliminando il problema della contaminazione dovuta all'industria e all'agricoltura. Questo cambiamento deve andare di pari passo con la diminuzione della domanda idrica. Si pensi che l'accesso al consumo di acqua è passato da quattro cinque litri per persona al giorno della città tradizionale, ai 70 litri di un consumatore borghese della fine del XIX secolo, sino a 175 litri di media oggi in Italia. Il secondo è la necessità di una nuova bonifica delle aree una volta agricole intorno alla città, ridando vita ai fontanili e alle marcite e rendendo permeabili gli argini dei fiumi, le aree abbandonate delle periferie urbane e suburbane e ricostruendo quindi il sistema di canalizzazioni che oltre a consentire un'adeguata irrigazione della campagna, regolava il flusso dei corsi d'acqua principali. Infine il terzo elemento è la riqualificazione del sistema idrico urbano che consideri l'acqua piovana come vettore fondamentale per la consideri l'apporto dell'acqua piovana e poi le acque grigie e nere, come vettore di trasporto della materia organica all'interno della città. È ormai superata la convinzione diffusa che l'acqua fosse la prima causa delle epidemie che coinvolsero l'Europa all'inizio del XX secolo, come veicolo della malattia, che portò alla decisione di allontanarlo dalla quotidianità della città, quindi viene richiesta l'attivazione di progetti di riqualificazione della morfologia urbana ricostruendo la sua stretta relazione con la sua idrografia e il suo territorio.

2 Analisi dei progetti attuali

2.1 NIL Nuclei di Identità Locale

I NIL o Nuclei d'Identità Locale rappresentano aree definibili come quartieri di Milano, in cui è possibile riconoscere quartieri storici e di progetto, con caratteristiche differenti gli uni dagli altri. Vengono introdotti dal PGT (Piano di Governo del Territorio) come un insieme di ambiti, connessi tra loro da infrastrutture e servizi per la mobilità, il verde. Sono sistemi di vitalità urbana: concentrazioni di attività commerciali locali, giardini, luoghi di aggregazione, servizi; ma sono anche 88 nuclei di identità locale da potenziare e progettare ed attraverso cui organizzare piccoli e grandi servizi (Piano dei Servizi).

La suddivisione di questi nuclei d'identità fa emergere due problematiche fondamentali legate alla crescita senza limiti dei neoecosistemi contemporanei: le dimensioni e l'identità del luogo. Di fatto le dimensioni della città li rendono degli spazi conflittivi, dove si concentrano i problemi globali più gravi, che la sociologa Saskia Sassen individua in «gestione dei conflitti, sviluppo tecnologico, disuguaglianze, controllo dei flussi migratori». Come spiega Hidelbran Frey, nel suo testo *Not Green Belts but Green Wedges: the precarious relationship between city and country*, però, l'espansione delle città contemporanee non può essere attribuita esclusivamente al fenomeno dell'urbanizzazione, ma anche al fenomeno del decentramento che ha portato la popolazione a concentrarsi in piccoli poli sub urbani, separati dalla città e meno densamente popolati. La crescita delle città è, quindi, sinonimo di sviluppo di numerosi "poli verdi" al margine della città. Il processo di decentramento che hanno subito i neoecosistemi contemporanei è relazionato senza dubbio a quello della globalizzazione, che di fatto influenza la stessa struttura fisica degli insediamenti, il ruolo del paese satellite e quindi il suo rapporto con la città. Il fenomeno della globalizzazione rende accessibili risorse e informazioni in ogni momento in ogni luogo, ma, di fatto, indebolisce la capacità adattiva del sistema e, in particolare, la sua modularità a scala locale che è quella che permette di reagire in modo efficace e tempestivo in caso di trauma. Se ci pensiamo, infatti, la città preindustriale si basava su un rapporto simbiotico tra città e campagna, in quanto i due sistemi si sostenevano a vicenda: la città riceveva il cibo e le materie prime necessarie per il funzionamento della stessa e della campagna circostante che a sua volta beneficiava delle merci prodotte dal sistema urbano e riciclava i rifiuti urbani. Questo legame con la rivoluzione industriale e lo sfruttamento incondizionato delle campagne circostanti ha definitivamente rotto questo legame. Oggi la città non produce beni, ma servizi e strutture, pertanto dipende dall'esterno per soddisfare i suoi bisogni di cibo e materie che provengono per lo più da un mercato globale. Il ruolo della campagna quindi rimane importante, anche se completamente separato dal suo ambito urbano, che a causa della sua espansione sconsiderata, ha aumentato la domanda di energia, acqua e materia, come la stessa produzione di rifiuti, creando un problema ecologico rilevante.

Come abbiamo detto, dal 1987 dal Rapporto Brundtland sino a oggi sono stati studiati numerosi strumenti applicativi, linee guida, strategie e raccomandazioni governative che migliorino le condizioni ecologico- ambientali delle nostre città. Tali condizioni ecologico-ambientali sono relazionate alla struttura fisica e alla forma urbana, entrambi elementi che devono essere valutati per migliorare l'impatto ambientale delle città. Come abbiamo analizzato nella prima parte della ricerca, molti studiosi ritengono che la scelta del modello della città diffusa sia stata un errore. Di fatto, però non è ben chiaro se il modello compatto sia in grado di affrontare il problema delle regioni urbane dovuto all'espansione continua della città. La proposta di Fray è quindi partire dalla struttura esistente della città, facendo in modo che sia funzionale per le persone e per l'ambiente. Tale ipotesi si fonda sulla necessità di ripristinare e rinforzare il rapporto di ambivalenza che è sempre esistito tra le zone edificate e gli spazi aperti e verdi, ricreando prima di tutto il vincolo tra i *neo-ecosistemi* contemporanei e il proprio territorio circostante. Il problema, infatti, del modello diffuso nasce dalla dipendenza con i centri maggiori, causata dalla mancanza di servizi locali e strutture. Partendo, quindi, dall'addensamento di questi centri minori, fornendo servizi e strutture adeguate e una relazione con l'intorno locale, si potrà creare un equilibrio a scala territoriale dei sistemi edificati. Da qui che l'elemento fondamentale di questo cambiamento sarà la forma urbana che deve essere preparata ad accogliere nuovi servizi e strutture, sfruttando per esempio le numerose aree in disuso che caratterizzano le città, ma soprattutto in grado di accogliere quegli spazi che fornivano merci, prodotti alimentari e che quindi vincolavano il centro urbano con il suo intorno.

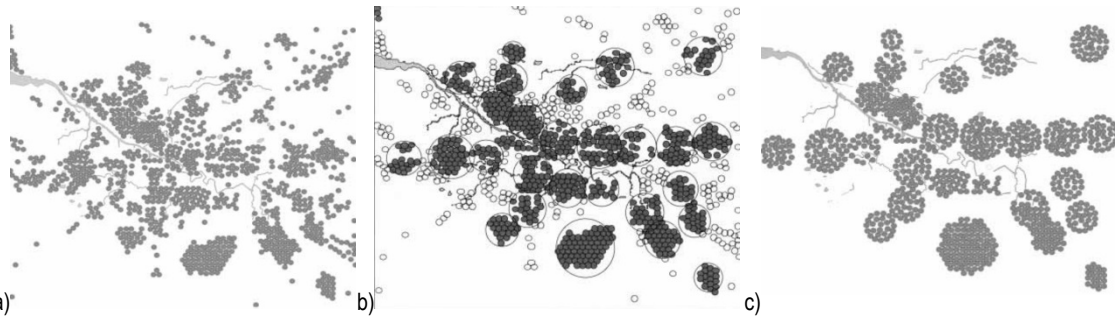


Immagine 62: schematizzazione del processo di compattazione della città grazie allo sviluppo delle regioni: a) la rete della città "sfuocato" – b) definizione delle aree di compattezza e di dissolvenza – c) la rete della città "nitida". Fonte: Hidelbrand Frey, 2000

La chiave quindi è ridefinire le aree di compattezza e di diffusione, creando collegamenti tra le tese e rendendo produttive le zone intermedie, in modo da renderle funzionali rispetto il vicino sistema urbano, diminuendo quindi la scala d'influenza. Un esempio interessante in questa prospettiva è quello di Copenaghen che nel 1947 ha adottato il piano Finger, che concentra lo sviluppo lungo linee di trasporto e comunicazioni radiali, che dal nucleo principale si espandono verso il territorio circostante. Tra i diversi nuclei densi si sono creati dei cunei verdi che hanno funzione ricreativa e produttiva.

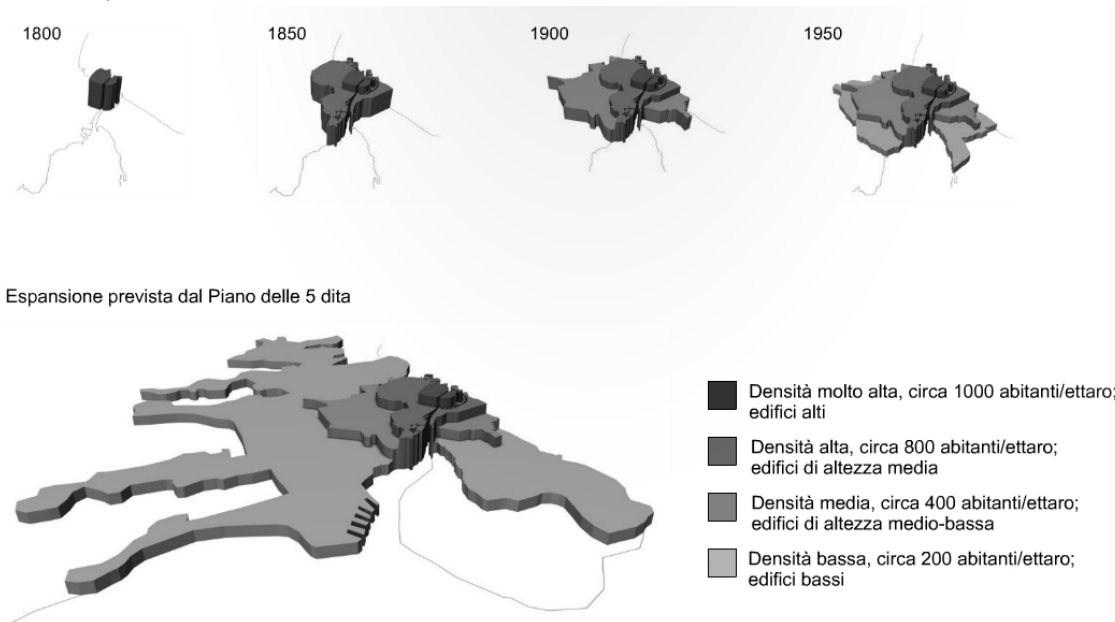


Immagine 63: Schema evoluzione della città di Copenaghen dal 1800 al piano Finger. Fonte: Leonardo Zuliani <http://issuu.com>

Il progetto dei NIL risulta significativo perché pone in evidenza le conseguenze della pressione della crescita senza limiti che ha caratterizzato Milano in seguito alla rivoluzione industriale, allontanandola dalla suo ricchissimo territorio e rendendo i suoi processi produttivi poco efficienti e sicuramente non autosufficienti. Una città con una bassa capacità resiliente, sensibile a possibili traumi che ne modifichino tanto i processi metabolici, come quelli produttivi o il contesto sociale consolidato. Milano ha superato il suo limite di crescita, ha un contatto sporadico in alcune realtà e progetti che si stanno consolidando nella fascia del Parco sud ma che comunque non la rendono, nel suo complesso, con la conformazione attuale, una realtà capace di auto-gestirsi. Inoltre la suddivisione dei NIL considera le caratteristiche tanto a livello del capitale naturale e sociale a disposizione nei diversi contesti locali, come di processi in atto negli stessi.

Il passo ulteriore che si può fare, partendo da questa base di dati preziosissima, messa a disposizione dal Comune di Milano è rileggerla a partire dal modello teorico resiliente proposto. Alla luce dell'analisi realizzata rispetto la relazione tra l'idrografia e la morfologia urbana nei due momenti di crisi fondamentali della città, infatti, la suddivisione dei NIL può essere riproposta, valutando come ognuno si relazionava nella città tradizionale e poi in quella post industriale con l'idrografia urbana e con il territorio circostante. Scopriremmo probabilmente che 88 nuclei d'identità locale sono molti, rispetto alla capacità produttiva potenziale del territorio strettamente relazionata con l'idrografia. Si pensi alla

zona della Darsena, riconosciuta come simbolo della città, ma completamente svestita della sua funzione e delle sue relazioni con il territorio milanese e lombardo. In questa zona vengono individuati per esempio i Nuclei d'Identità Locale Ticinese, Tortona e Navigli. È vero che oggi rappresentano due realtà differenti della vita milanese differenti, in quanto la prima legata all'attività produttiva e residenziale, mentre la seconda e la terza al terziario. Il NIL Ticinese mantiene e infatti la sua funzione storica, commerciale e residenziale, ma il processo produttivo che legava è completamente scomparso. Nella Milano pre-industriale arrivavano attraverso il Naviglio Pavese i prodotti della campagna, che venivano lavorati nelle casere che avevano il doppio accesso nell'attuale via Ascanio Sforza e Corso San Gottardo e poi il prodotto finito veniva venduto nelle botteghe di via San Gottardo. Ai piani superiori di questi edifici vivevano i lavoratori e venditori. Oggi invece in Corso San Gottardo troviamo negozi di abbigliamento di marche globalizzate, panetterie, librerie, piccoli supermercati, affiancati da alcune piccole botteghe che ricordano la vera essenza produttiva del quartiere. La via si è trasformata in una delle radiali importanti della città che collega direttamente alla Tangenziale Ovest e quindi All'A7 Milano- Genova. Il Naviglio Pavese e il Naviglio Grande, rappresentano ormai un'attrattiva turistica per la città che cerca di ricercare l'atmosfera della città d'acqua accompagnata da molti locali e ristoranti che attraggono i turisti, ma questi due corsi d'acqua non hanno più alcuna funzione legata ai processi produttivi e commerciali della città.



Immagine 64: Corso San Gottardo all'inizio degli anni '60 e oggi . Fonte: <https://thisisavintagewall.wordpress.com>

In questo caso dividere la zona della Darsena da San Gottardo e i Navigli significa non considerare le potenzialità della morfologia di questi luoghi della città nella loro stretta connessione con il territorio e l'acqua. Quello che invece sarebbe interessante fare è partire da questi dati, quest'analisi dei caratteri della città contemporanea e compararli con i caratteri della Milano tradizionale, rispetto agli elementi di resilienza che sono emersi nell'analisi delle due crisi analizzate. Capire quali di questi segni permangono nella morfologia attuale, quali sono scomparsi e come sono stati sostituiti, perché sono stati sostituiti e quali sono le dinamiche e i processi produttivi e abitativi che ne sono derivati. Così possono essere individuate le dinamiche che effettivamente esistono e quelle che potrebbero essere potenziate o dovrebbero essere attivate tra i diversi nuclei di identità locali e il tra gli stessi e il loro territorio, partendo dall'analisi della morfologia urbana e degli elementi che manifestano o manifestavano la forte e necessaria relazione con il territorio circostante e l'idrografia urbana.

2.2 Expo 2015

I due elementi fondamentali del progetto sono il nuovo canale, che collega il Canale Villoresi con il Naviglio Grande, e la Darsena. Il primo implica la riqualificazione delle aree verdi urbane e dei terreni agricoli del Parco agricolo Sud Milano e dei comuni dell'Ovest interessanti, attraverso un sistema verde-acqua e la realizzazione di un collegamento ciclo-pedonale, che fiancheggia i 20 km di canale. La rete ciclo-pedonale mira a potenziare il sistema della mobilità dolce che fanno parte di Piano Territoriale Regionale d'Area dei Navigli. Secondo elemento è la Darsena e il tentativo di ridarle l'immagine e la funzione di Porto di Milano.

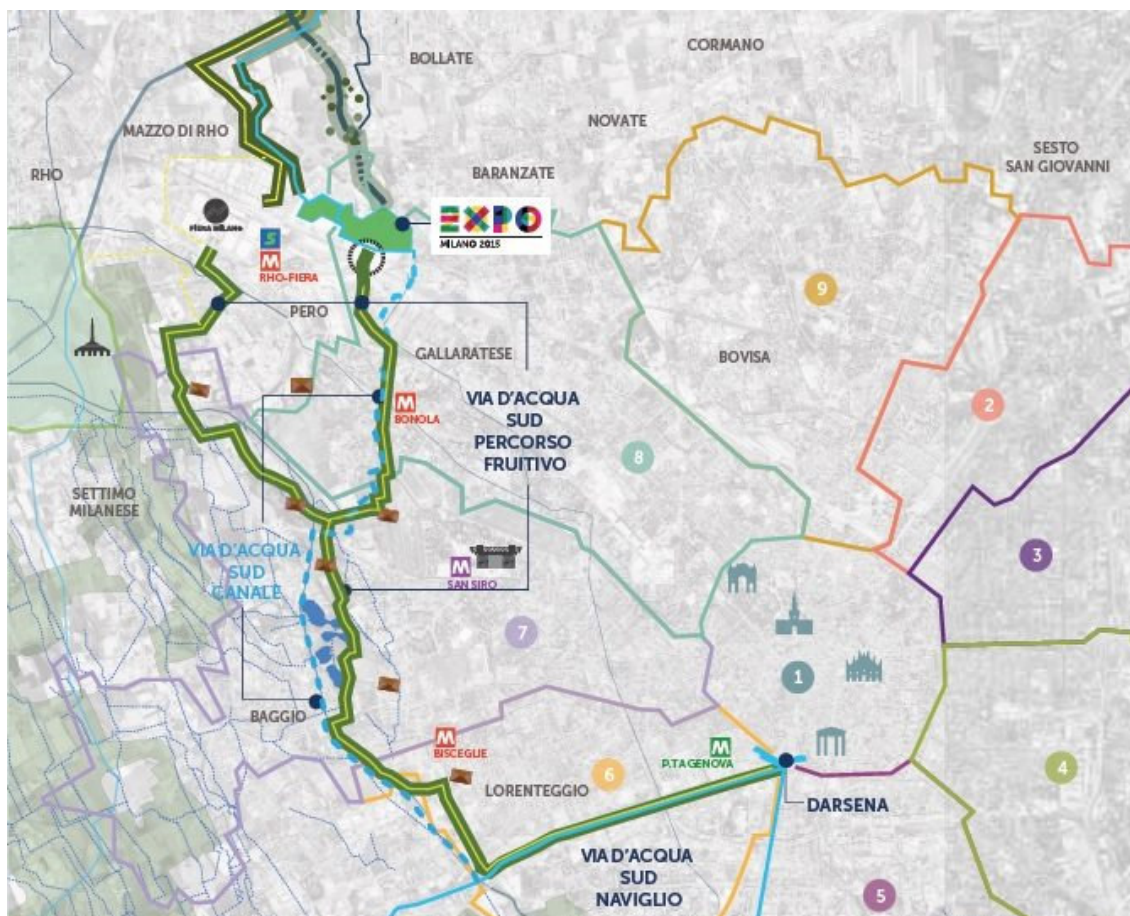


Immagine 65: Progetto Expo 2015. Fonte: <http://www.expo2015.org/it>

Il progetto prevede appunto la riqualificazione del "porto storico" prima di tutto migliorando la qualità delle acque e poi con la realizzazione del progetto vinto dallo studio Bodin & Associates Architects, che vuole ricostruire gli affacci dello specchio d'acqua alle differenti parti urbane, rendendola completamente fruibile da parte della popolazione. Gli stessi architetti spiegano, infatti, che «sarà realizzato un terrapieno a forma di sperone che costituirà il luogo centrale di tutta l'area. Questa sponda è delimitata da un argine murato che scandisce due camminamenti a differenti quote. La stessa sarà attrezzata per la sosta, per il passeggio e per lo svolgimento di manifestazioni e spettacoli all'aperto. Quella meridionale verrà ampliata con una banchina pavimentata in tavole di legno sospesa sull'acqua. Entrambe le sponde, collegate da due ponti pedonali, ospiteranno la nuova sistemazione della Fiera di Senigallia. Un nuovo edificio del mercato, costituito da una struttura in acciaio vetrata su tutte le facciate, sorgerà su una sorta di penisola protesa verso l'acqua. Gli ingressi al mercato verranno consentiti tramite piccoli ponti in legno. In Piazza Cantore verrà realizzata un'area attrezzata a verde che sarà estesa fino all'acqua della Darsena. Nella sua porzione terminale questo giardino fiancheggerà i resti delle mura seicentesche che formeranno un bacino separato e raccolto, come una sorta di orto botanico acquatico. Sotto la carreggiata stradale della via Gabriele D'Annunzio si formerà una galleria pedonale che corre in parallelo al canale riesumato che nuovamente penetra nella Conca e nella città».



Immagine 66: Immagini del progetto di riqualificazione della Darsena dello studio Bodin & Associates Architects. Fonte: Ufficio di Piano, Comune di Milano.

I due fulcri del progetto, il nuovo canale e la Darsena, saranno collegati attraverso il tratto del Naviglio Grande riqualificato con il sistema ciclo pedonale. Rimane quindi il dubbio, in quest'ottica di ripensare alla forma urbana nella sua funzionalità preindustriale in relazione con il territorio, che era un territorio ricco di acqua e terre, dell'effettiva necessità della realizzazione di un nuovo canale.

Le potenzialità del progetto si perdono soprattutto nel nuovo canale: è necessario questo nuovo corso d'acqua? Che relazione ha con la morfologia della città e delle sue campagne e con il sistema di canalizzazioni esistenti?

Di fatto il progetto delle vie d'acqua ipotizzato dall'Expo Milano 2015 perde significato nell'ottica dello strumento di analisi proposto, in quanto in esso si mescolano elementi che hanno significati conflittivi nell'ottica di ripristinare la relazione tra la forma urbana e l'acqua. Da una parte il nuovo canale non si integra con il sistema esistente, che invece avrebbe bisogno di essere ripristinato per migliorare il funzionamento idrologico e produttivo della città. Mitigando i problemi legati alle inondazioni che colpiscono la città periodicamente, anche attraverso al potenziamento della rete di canalizzazione per l'irrigazione, tanto nelle campagne a nord della città che specialmente in quelle a sud. L'obiettivo dovrebbe essere quello di ridare vita in modo effettivo ai navigli come elemento indispensabile per l'agricoltura, l'irrigazione, il trasporto di persone e soprattutto per il deflusso delle acque meteoriche e grigie della città.

Il nuovo canale invece, che nel progetto non sfruttava la conformazione favorevole del territorio milanese leggermente pendente da nord-ovest a sud-est, alla fine si è ridotto in un effluente dell'Olonca che attraverso un percorso forzato, dovrebbe supportare le necessità idriche dell'area dell'Expo sino a ottobre 2015, quando si saprà con certezza come verrà riutilizzati questi 110 ettari. È un'opera non necessaria, che rifiuta ogni relazione con il territorio e la città di Milano. Si pensi solo che il progetto della Darsena consiste solo nella riqualificazione dell'area che un tempo era portuale, rendendola accessibile alla popolazione attraverso la riqualificazione del mercato. L'acqua in questo caso viene solo ricordata come elemento decorativo di rivitalizzazione di una zona in degrado, ma perde il suo legame con la morfologia della stessa città.

2.3 Riapertura Navigli

Come abbiamo spiegato nell'analisi della relazione tra la forma urbana e la sua idrologia. La copertura dei navigli avvenuta tra il 1929, in epoca fascista, e il 1960, sigillò la cesura tra la città e i suoi corsi d'acqua, a favore della mobilità su ruota. La riapertura dei Navigli, oggi tema molto discusso e apparentemente appoggiato dallo stesso sindaco di Milano, Pisapia, che interpellato sul tema esprime al progetto proposto dagli architetti Roberto Biscardi e Andrea Cassone, anche se mettendolo in secondo piano dopo L'Expo⁷³. «Riaprire i Navigli? È un sogno che stiamo tirando fuori dal cassetto. Ma bisogna essere realisti. È un progetto che il Comune prenderà seriamente in esame dopo l'Expo 2015, quando saranno già stati realizzati il ripristino della Darsena e le vie d'acqua», così parla Pisapia, durante la presentazione del quaderno *Riaprire i Navigli si può. Un grande progetto di Milano*, curato dagli stessi architetti Biscardi e Cassone.

Come è emerso dall'analisi che abbiamo visto nel capitolo precedente, i Navigli rappresentano un'opera di ingegneria idraulica e gli architetti Biscardi e Cassone nel loro testo spiegano che è fondamentale specificare che non si tratta di un progetto nostalgico, ma piuttosto come occasione che «darà luogo a nuove attività economiche derivanti dal sistema dei canali. Sarà fonte di nuova attrattività internazionale, garantirà il rafforzamento dell'economia del tempo libero e della cultura, sarà occasione di valorizzazione del patrimonio edilizio esistente» (Biscardi R. Cassone A., 2012)

Mettendo da parte l'aspetto economico, per cui il progetto richiederebbe circa 80 milioni di euro, ostacolo considerevole, ma comunque superabile, gli architetti responsabili del progetto sostengono la fattibilità della parte ingegneristica, come anche della riorganizzazione del traffico urbano e del paesaggio milanese. Lo stesso Biscardi infatti, sottolinea che «non si possono interrompere le vie raiali che dalla periferia vanno verso il centro. Dunque bisognerà costruire ponti, sia pedonali sia automobilistici, per collegare un lato e l'altro della strada dove i Navigli saranno riaperti, ad esempio in corso Venezia»

L'aspetto interessante del progetto è la sua apertura alla scala territoriale, che riconosce l'importanza dell'idrografia milanese all'interno dei sistemi urbani e agrari lombardi, sottolineando la volontà di ricostruire la "città d'acqua", come sistema complesso strettamente legato alle dinamiche del *neo-ecosistema* urbano e quindi imprescindibile dalla sua morfologia ripensando alcune delle relazioni tra l'acqua e la forma urbana com'erano concepiti nella : l'acqua e la società, come l'acqua per l'agricoltura.

Inoltre la ricostruzione di un sistema idroviario integrato, che ripropone la possibilità che l'acqua venga utilizzata come veicolo di merci e persone, interdependente con il sistema stradale e ferroviario. Di fatto la riapertura dei Navigli consentirebbe la ricostruzione e la connessione delle rete idrica che univa il lago Maggiore con il mar Adriatico, riconfigurando il trasporto per acqua di alcune merci, ma soprattutto il trasporto di persone, anche per fine turistico.

Questo significa che l'obiettivo non si focalizza esclusivamente nella rivitalizzazione del sistema idrografico urbano, ma anche e soprattutto nella ricostruzione del suo rapporto con la città, con la morfologia urbana, riattivando i fulcri vitali della città, quali la Biblioteca Sormani, il palazzo di giustizia, l'Umanitaria, i giardini di Guastalla, l'Università statale di via Festa del Perdono, gli edifici storici del Policlinico. A questi, anche se non citati nel progetto di riapertura dei Navigli, dall'analisi storica dell'idrografia milanese, aggiungiamo: il Castello sforzesco con il parco Sempione, l'Arena e il Planetario, il parco di Porta Venezia, con il PAC, il nuovo complesso dei palazzi della Regione e del Comune di Milano, la stazione Centrale e la stazione di Porta Garibaldi, l'università Cattolica e la chiesa di Sant'Ambrogio

⁷³ Si fa riferimento all'articolo apparso su Il Giornale del 16 marzo del 2012, con titolo *Riaprire i Navigli, Pisapia ci crede «Sogno da realizzare dopo l'Expo»*

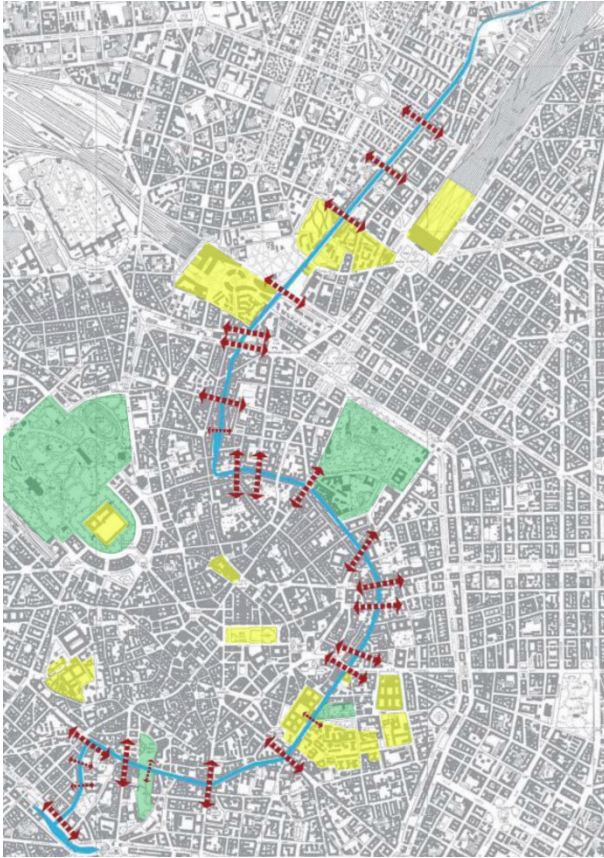


Immagine 67: Analisi del progetto della riapertura dei navigli con i possibili ponti carrabili e i fulcri vitali della città . Fonte: rielaborazione propria sulla base della proposta di riapertura dei Navigli (Biscardini R. Cassone A., 2012)

In questa direzione viene data rilevanza al sistema dei Navigli come elemento di prestigio della città e fattore di miglioramento della qualità urbano, nella sua connessioni con i grandi giardini e parchi urbani e suburbani, che mitigavano ancora alla fine del XIX secolo l'espansione edilizia della città.



Immagine 68: Planimetria del progetto da Cassina de' Pom a via Pontaccio. Fonte: <http://www.riaprireinavigli.it/>



Immagine 69: Fotomontaggio del naviglio Martesana in prossimità di Cassina de' Pom. Prima e dopo. Fonte: <http://www.riaprireinavigli.it/>

In queste immagini si vede come riaprire il tratto che da Cassina de' Pom, dove si infossa la Martesana, arriva alla Fossa interna sino alla Darsene, consenta con di collegare il parco nord, con i giardini pubblici Idro Montanelli e i nuovi giardini in progetto per la nuova zona Garibaldi. Rappresenta un'opportunità di riqualificazione della città, in quanto non entra non plasma solo il tessuto antico, ma riqualifica anche il nuovo, costruito a partire dal 1960, permettendo collegare e dare unità al tessuto consolidato con i nuovi insediamenti di Repubblica- Garibaldi . Inoltre sottolineano come «alcuni luoghi degli antichi Navigli hanno mantenuto [...] nel tempo la riconoscibilità formale dell'antico ambiente urbano, pur nell'assenza dell'acqua» (Biscardini R. Cassone A., 2012).



Immagine 70: comparazione della via San Marco prima e dopo la chiusura dei Navigli. Fonte: <http://www.sempreimbici.com/>

Come si vede nell'immagine sopra, un esempio significativo di quanto detto è la via San Marco, dove la riapertura dei Navigli rappresenta un ritorno all'essenza del luogo, basata su una stretta relazione tra l'acqua e il contesto urbano. In altre zone, in cui queste tracce si sono perse, l'acqua diventa invece il motore della riqualificazione del tessuto urbano, che gli architetti definiscono «di poca qualità su aree prive d'identità e formalmente impoverite proprio dalla chiusura della Martesana» (Biscardini R. Cassone A., 2012). Punto centrale del progetto di riapertura dei Navigli è la riqualificazione della Darsena. Di fatto rappresenta il punto centrale dell'originale sistema dei Navigli, "il porto di Milano", tanto che è uno degli elementi sostanziali anche del progetto per l'Expo 2015. Riqualificare il tratto della Conca del Naviglio, compresi i collegamenti pedonali verso l'arena romana, fino al Parco delle Basiliche significa che in un futuro progetto di riorganizzazione della viabilità urbana il Naviglio potrebbe invece sovrappassare la strada sotterranea della circolare dei Bastioni (Biscardini R. Cassone A., 2012).



Immagine 71: Progetto di riapertura dei Navigli: da via De Amici alla Darsena. Fonte: <http://www.riaprireinavigli.it/>

2.4 Rivitalizzazione del Parco Agricolo Sud e del Parco della Vettabbia

Già dal 2000, come spiega l'architetto Prusicki, il Parco Agricolo Sud Milano è considerata un'area di rilevanza ambientale in Milano (Prusicki, 2012). Nello stesso periodo, in quest'ottica e in previsione della realizzazione del depuratore di Nosedo, essendo ormai compromessa la qualità delle acque della Vettabbia, il Comune realizza delle opere di esclusione del convogliamento delle acque reflue alla parte alta del canale in questione. Nel 2005 il depuratore di Nosedo entra in funzione consentendo di utilizzare l'acqua depurata per l'irrigazione e dando forza al progetto di rinascita della Vettabbia, che ritrova il suo legame antico con i terreni agricoli. Il progetto di inserimento ambientale del depuratore di Nosedo, che risale al 2002, comprende inoltre la realizzazione del Parco agricolo urbano della valle della Vettabbia, che comprende 800 ettari di terreni agricoli e forestali, la ricostruzione dell'antica marcita di Chiaravalle e la rivitalizzazione del sistema dei fontanili della zona e presupposto.

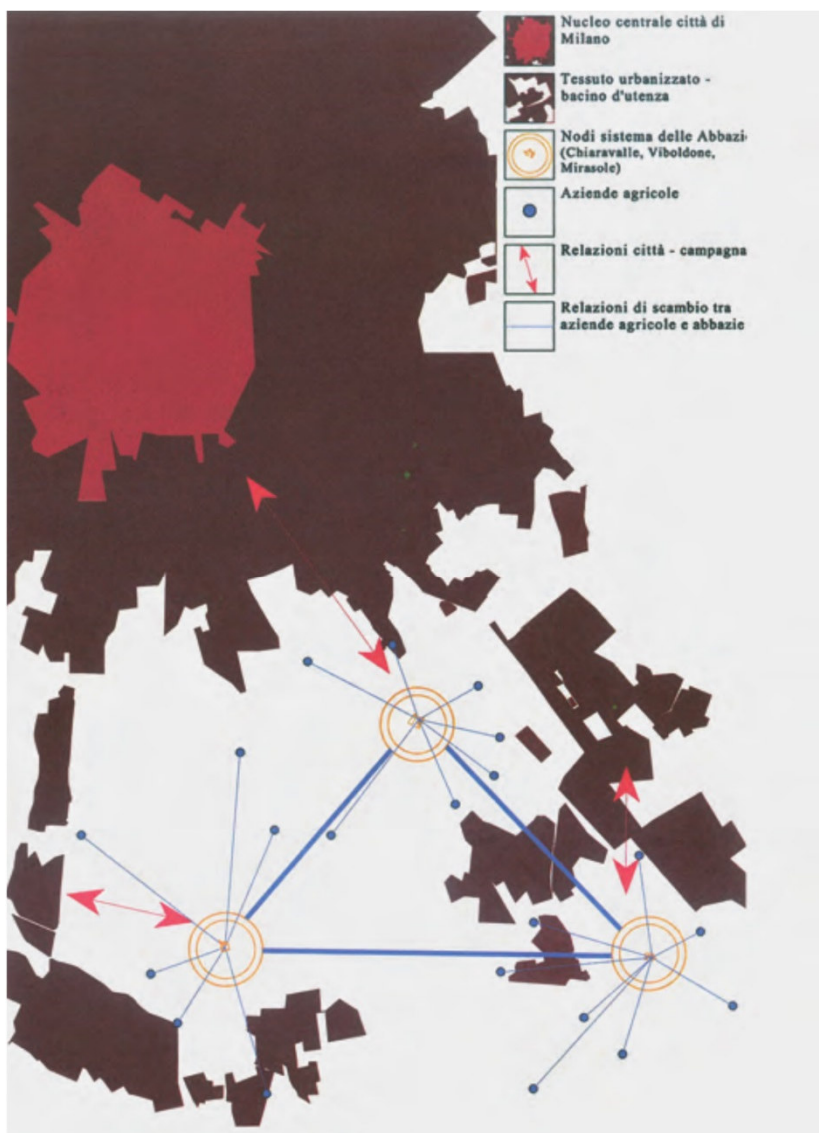


Immagine 72: Elaborato grafico del sistema delle abbazie milanesi nel progetto di rete delle filiere corte, 2009, Giorgio Ferraresi. Fonte: (Prusicki, 2012)

Viene individuati i tre sottosistemi della valle: Chiaravalle, Viboldone e Sesto Ulteriano, i loro fulcri, quali le tre abbazie di Chiaravalle, Viboldone e Mirasole e le relazioni con la città, attraverso, per esempio, le aziende agricole che aiutano il processo di potenziamento del Distretto produttivo agricolo milanese nell'equilibrio tra il sistema urbano e il suo territorio.

Questo progetto risulta di somma importanza nel quadro che abbiamo illustrato dell'idrografia urbana pre e post-industriale.

Come dicevamo in precedenza, la rivoluzione industriale ha fatto in modo che la ricca idrografia milanese fosse contaminata a causa degli insediamenti residenziali e soprattutto industriali sviluppati in prossimità dei bacini in modo da poter scaricare facilmente le acque residue. Di fatto alla fine del XIX secolo e al principio del XX gli scarichi essenzialmente confluivano nei corsi d'acqua, anche se già esistevano iniziative messe in atto da Consorzi provinciali di depurazione, come i depuratori di Varedo e di San Rocco.

Con gli anni il livello di contaminazione non fa altro che aumentare. Nel 1967, nella stagione estiva, confluivano verso l'area urbana 20 mc/sec di acque superficiali provenienti da nord, alle quali si aggiungevano 16,5 mc/sec di scarichi cittadini (Fara G. M. e Braga A., 1968). Già negli anni '60 quindi, il livello di contaminazione dell'Olon, del San Mamete, del Seveso, del Lambro Settentrionale e Meridionale era molto elevato; erano veri e propri scarichi residenziali e industriali. La situazione, invece, dei Navigli e del Canale Villoresi non era tanto compromessa grazie allo stato favorevole dei loro fiumi principali.

Nel contesto che abbiamo discusso in precedenza di ricostruzione del rapporto tra la città e la campagna è significativo sottolineare come il depuratore di Nosedo si ponga in una prospettiva di riqualificazione a scala territoriale che prevede la rivitalizzazione del Parco Agricolo Sud e il Parco della Vettabbia.

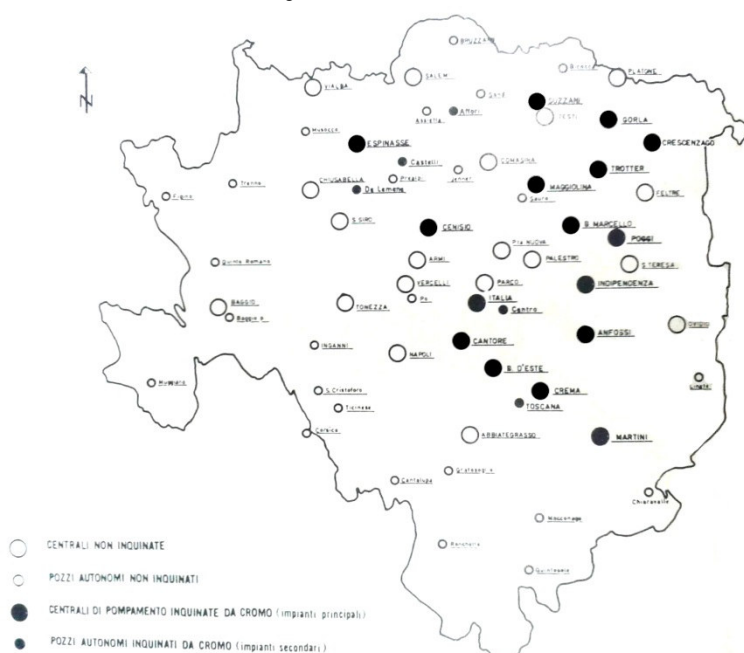


Immagine 73: Mappa delle centrali e dei pozzi inquinati nell'area di Milano. Fonte: Braga, 2013

L'associazione Italia nostra nel testo *Conservazione delle risorse naturali e salvaguardia del patrimonio paesistico in relazione ai problemi dell'inquinamento* approfondisce i danni creati dai processi produttivi della società industriale, che di fatto «hanno spesso e radicalmente abbandonato la conformità alle caratteristiche fisiche del territorio provocando sovente rovina e spreco di beni naturali con la conseguente compromissione delle possibilità di loro fruizione per esigenze di interesse collettivo» (Associazione Italia Nuova, 1968). Questa tendenza, che si basa su una prospettiva di sviluppo illimitato in cui l'acqua, non è una risorsa fondamentale per l'equilibrio del *neo-ecosistema*, ma come una scorta che può essere utilizzata nella quantità che l'uomo necessita. «Una scrittrice americana ha giustamente sintetizzato questo fatto: «La natura ha impresso al paesaggio molteplice varietà, ma l'uomo ha cercato, con tutto il suo zelo, di renderlo monotono; è così che egli ha distrutto il complesso controllo e di equilibri grazie al quale la natura mantiene ogni specie entro i giusti limiti»⁷⁴» (Associazione Italia Nuova, 1968). Di fatto il problema dell'inquinamento o meglio della qualità dell'acqua è strettamente collegato con tutti gli ambiti in cui si sta manifestando la crisi contemporanea: il modello agricolo e la gestione della risorsa idrica.

⁷⁴ La citazione è del libro *Primavera silenziosa* di Rachel Carson, edito per Feltrinelli, Milano nel 1963.

Si aggiunge a quanto detto il problema della qualità dell'acqua che ha portato la città di Milano alla realizzazione di diversi impianti di depurazione: «esistono in Provincia, disseminati un po' dovunque, una quarantina di impianti di depurazione comunali e consortili quali terminali di fognature per liquami domestici o di tipo misto e che servono una popolazione di circa 350 mila abitanti. Tali impianti sono di tipo tradizionale, sono cioè impianti di depurazione biologica⁷⁵» (Fara G. M. e Braga A., 1968).

La difesa dei corsi d'acqua è realizzabile la preventiva depurazione degli scarichi opportunamente convogliati, a seconda delle loro caratteristiche, verso idonei impianti di trattamento.

Un'altra eventualità per i corsi d'acqua notevolmente compromessi, è attrezzarli come collettori, mettendo in atto tutti gli accorgimenti igienici che permettono per fare in modo che non vengano danneggiati altri corsi d'acqua collegati o le acque sotterranee. A scala urbanistica: soluzioni di ampio respiro. Ridistribuire gli insediamenti industriali in zone più favorevoli per un agevole smaltimento dei rifiuti solidi, liquidi e gassosi. Primo passo è un'indagine conoscitiva completa rispetto agli aspetti igienico-sanitari, meteorologici, idrogeologico, economico e sociale per fissare valori di concentrazione minime – (Braga, 68)

I tre depuratori che coprono il bacino totale delle acque reflue della città sono: Nosedo, San Rocco e il depuratore di Peschiera Borromeo. Il primo è localizzato in prossimità del parco della Vettabbia, il secondo del Parco di Milano San Rocco e il terzo più verso est, vicino alla cittadina di Peschiera Borromeo.

Di fatto il compito dei depuratori è quello di utilizzare le acque della città trattate per l'agricoltura, consentendo che vengano impiegate quindi per irrigare le terre circostanti, come anticamente faceva la Vettabbia e il ricco sistema di canali, in modo naturale.

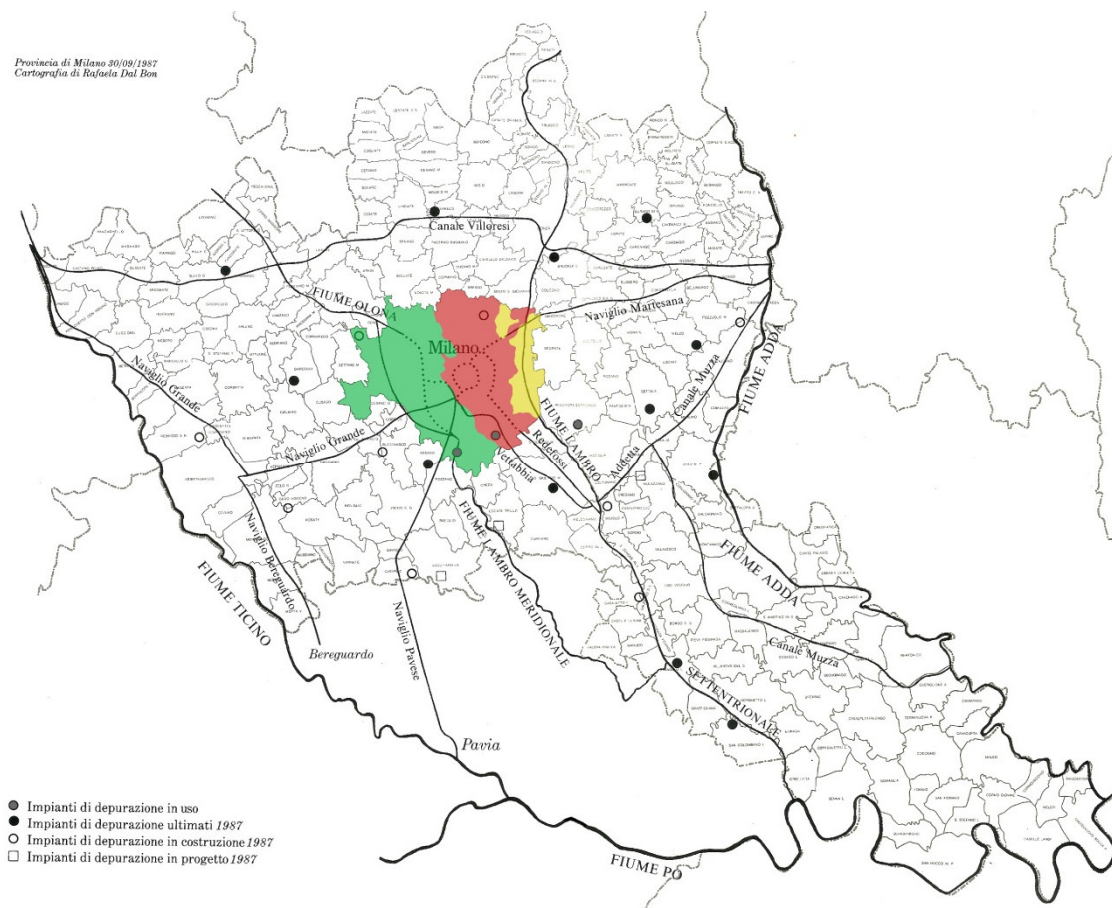


Immagine 74: Mappa depuratori Nosedo, San Rocco e Peschiera Borromeo con rispettivi bacini. Fonte: Rielaborazione propria da sito web MM Metropolitana Milanese

⁷⁵ Come sottolineano Fara e Braga gli impianti semplicemente si occupano della prima fase di depurazione, la digestione anaerobica dei fanghi, per questioni economiche. Manca quindi la fase ossidativa delle sostanze organiche che rimangono presenti nel chiarificato. «Questa viene praticata per l'insufflazione d'aria compressa, per turbolenza provocata da spazzole in moto rotatorio in zona anulare o per spandimento a pioggia su letti percolatori, in 5 impianti» (Fara G. M. e Braga A., 1968)

Nosedo è dimensionato per 1.250.000 abitanti e, come sottolinea Cesare Salvetat, rappresenta uno dei principali a livello nazionale, con una portata di acqua trattata pari a 5 mc/s. l'impianto è concepito come "fabbrica" d'acqua e dei fanghi, utile per la produzione di alimenti e di energia termica, presenta una organizzazione che segue lo schema tipico con al centro il viale principale, che si conclude con le vasche parzialmente interrato. Un dato interessante che sottolinea Cesare Salvetat è che la progettazione di un complesso di queste dimensioni significa progettare una parte di città, sia nella parte delle infrastrutture necessarie che nelle scelte architettoniche. Di fatto può essere considerato un edificio di rappresentanza, com'era la villa padronale che giocava un ruolo fondamentale nell'organizzazione e nella gerarchia con le parti produttive della cascina, a cui si accedeva appunto attraverso un viale alberato.

Emerge, quindi, l'interesse positivo verso la valorizzazione della risorsa idrica come un bene la cui qualità deve essere tutelata. Però la risposta che viene data riprende comunque i cardini dell'idea di sviluppo illimitato, in quanto si concentra l'attenzione nella realizzazione di strutture monumentali che consentano di godere di acqua di buona qualità tanto per gli abitanti come per l'agricoltura, ma manca una pianificazione efficace e sostenibile degli usi idrici a livello domestico e industriale che consenta di limitare al massimo la contaminazione della stessa. Non è possibile pensare di risolvere un problema di contaminazione di una o più risorse naturali creando luoghi altamente contaminati e di impatto ambientale elevato sul territorio.

Se ci pensiamo, infatti, la contaminazione dell'acqua è fondamentale anche per l'agricoltura. Questi luoghi alterano il contesto agricolo in modo sostanziale e non attivano processi di rivitalizzazione da un punto di vista produttivo. Lo scenario attuale della campagna milanese è molto scarno, soprattutto se comparato con l'attività fiorente che ha permesso il sostentamento della Milano preindustriale.

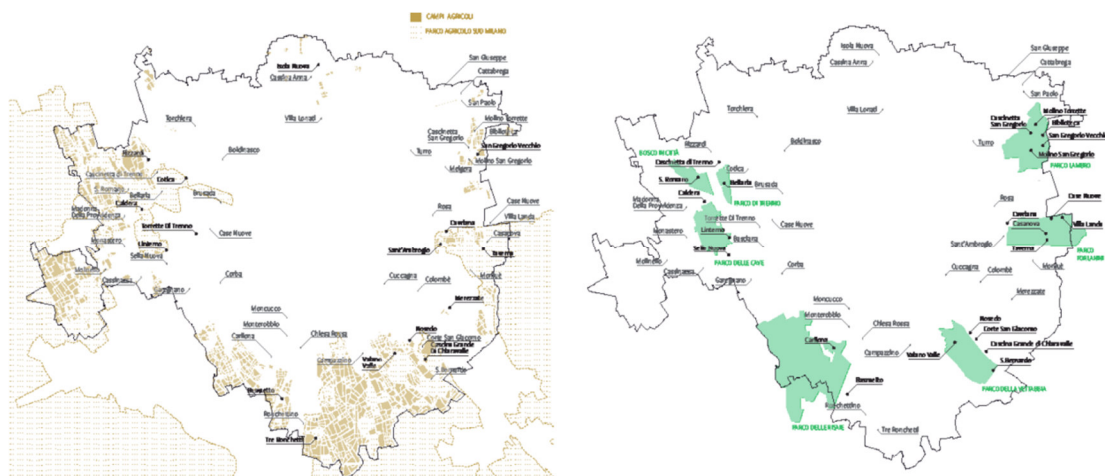


Immagine 75: Sistema delle zone agricole e verdi urbane. Fonte: sito web MM Metropolitane Milanesi

Un progetto che considera questi intenti fondamentali per l'implementazione della capacità resiliente del neoecosistema milanese è il Progetto agricolo urbano della Valle della Vettabbia, che nasce nel 2000 con l'individuazione nel Piano territoriale, del Parco Sud di Milano come area di rilevanza ambientale.

Di fatto questo il rapporto tra agricoltura e acqua rappresenta l'elemento chiave di passaggio a un modello moderno che inizia a urbanizzare la campagna, pensando di non aver più bisogno dell'interscambio tra città e campagna moderno. Uno degli elementi caratteristici del sistema agricolo milanese è il fontanile. Già esiste in zona 6, a ovest della città il parco dei Fontanili, che si collega con un "sistema verde" più ampio, che comprende il parco Calchi Taeggi, il parco Deviatore dell'Olona e il parco Blu, verso est, sino al parco delle Cave e Boscoincittà. In progetto c'è la riqualificazione dell'edificato che prevederebbe la costruzione di una nuova area residenziale. Fino agli anni '60 era un'area agricola da cui dipendeva un intero complesso che tutt'oggi è utilizzato come residenza universitaria con rispettivi impianti sportivi.

La superficie del parco è di 125.000 mq che hanno subito interventi di rinaturalizzazione e piantagione di boschi e siepi per rivitalizzare le aree umide dei fontanili che da sempre hanno caratterizzato l'ambiente agricolo della Pianura Padana. Il progetto del "Parco dei Fontanili" prevede anche la riqualificazione abitativa, con la realizzazione di un nuovo quartiere residenziale.



Immagine 76: Progetto del Parco dei Fontanili. Fonte: (Prusicki, 2012)

In questa dinamica di incremento della percezione identitaria e della conoscenza delle potenzialità nei diversi quartieri periferici, favorendo, dove sono presenti i fulcri vitali principali (attività, spazi di scambio e processi) il Parco Agricolo Sud gioca un ruolo fondamentale. Rappresenta infatti, il polmone verde a sud del territorio comunale, area, dove peraltro, si collocano numerosi fulcri (Chiaravalle, Quintosole, Nosedo, Salvanesco, etc). di fatto quest'area costituisce una grande potenzialità, che è però negli ultimi anni, seriamente minacciata dall'espansione edilizia.

Il Piano di Governo del territorio valuta un cambio delle volumetrie previste per il Parco Sud rispetto alla versione proposta dalla precedente giunta Moratti, dimezzando i metri cubi di cemento per nuove costruzioni, riducendo di molto gli indici di edificabilità e impedendo di usare il Parco Sud come virtuale terreno di scambio per nuove volumetrie. La riduzione è dunque di 2 milioni e 400mila metri quadri ottenuta con l'eliminazione del concetto di perequazione con il Parco Sud precedentemente prevista.

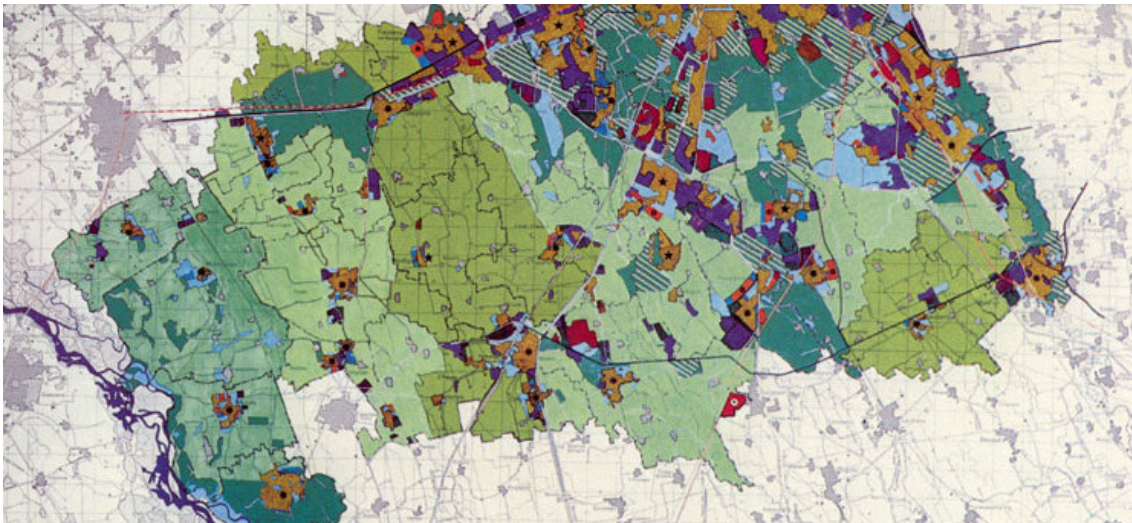


Immagine 77: PGT del Parco Sud. Fonte: Comune di Milano

2.5 Rischi idrici dei fiumi Lambro, Seveso e Olona

Ultimo allagamento a Milano, quello del 23 ottobre 2014, l'esonazione del Seveso nel quartiere Niguarda dovuta alle piogge abbondanti, che ha causato l'allagamento parziale di viale Zara, provocando problemi nella mobilità urbana



Immagine 78: Immagine di una allagamento a Milano dovuto all'esonazione Olona. Fonte: sito cuore di Milano

Si parla quindi di un problema che affligge la città da secoli e che si vede strettamente relazionata al progressivo abbandono del sistema di irrigazione a canali che caratterizzava il territorio intorno a Milano e che si è perso con l'implementazione di nuovi sistemi di irrigazione considerati più efficienti.

Le strategie principali d'intervento in questo ambito sono:

- il ripristino del sistema di canali che consentirebbe di deviare il flusso non solo per l'agricoltura, ma anche per le industrie o le centrali idroelettriche /traverse, dighe
- la realizzazione di zone permeabili, che permettano il riequilibrio delle frazioni di pioggia infiltrata, diminuendo quindi il deflusso superficiale e aumentando la ricarica delle falde, oltre a far da tampone nelle zone adiacenti ai corsi. Favorire l'infiltrazione dell'acqua, solamente come misura complementare in zone non a rischio di inquinamento della falda e ovviamente dove tale ipotesi possa essere efficace d'acqua.

Appare opportuno, inoltre, introdurre una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici. Tale classificazione consente di definire soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento.

La classificazione è riportata nella seguente tabella:

Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile potenziale impermeabilizzazione	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta potenziale impermeabilizzazione	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa potenziale impermeabilizzazione	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata potenziale impermeabilizzazione	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

Tabella 14: Classificazione degli interventi di trasformazione degli interventi. Fonte: sito cuore di Milano

Nelle varie classi andranno adottati i seguenti criteri:

- nel caso di trascurabile impermeabilizzazione potenziale, è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi;
- nel caso di modesta impermeabilizzazione, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro;
- nel caso di significativa impermeabilizzazione, andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione;
- nel caso di marcata impermeabilizzazione, è richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito

Come dicevamo prima la pioggia è un elemento fondamentale nel ciclo dell'acqua, in quanto, a parte la migliore qualità delle acque rispetto a quelle superficiali e sotterranee, che significa un minore impegno nella depurazione, ha la capacità di trasporto e convogliamento di materia organica e nutrienti.

Questo significa che il deflusso dell'acqua piovana, attualmente, ha una stretta relazione con il sistema fognario e che la scelta di adottare un sistema misto, comune a numerose città contemporanee, ha reso poco efficiente. Infatti, il sistema misto ha limiti legati al dimensionamento rispetto l'acqua piovana, concludendo tutte le acque nel stesso sistema. Non essendo fattibile pensare di sostituire il sistema attuale a un sistema diviso, almeno nei contesti urbani già consolidati, oltre alle necessarie manutenzioni della rete e della struttura stradale, in un contesto come quello milanese è necessario definire strategie puntuali di riuso e depurazione delle acque, prima che il flusso della pioggia raggiunga le fognature.

Primo elemento d'interesse ritornano ad essere le zone verdi, il suolo e le piante, che permettono l'assorbimento e il filtraggio dell'acqua piovana. Di fatto le zone impermeabili, che rappresentano la maggior parte della superficie urbana, fa sì che l'acqua piovana lavi le superfici, inglobando al suo flusso inquinanti urbani, sino a defluire, grazie alle pendenze del terreno, ai tombini di scarico alle fognature, che spesso non sopportano il flusso o si otturano per foglie o rifiuti solidi delle strade, creando allagamenti delle stesse strade, piazze o parcheggi.

Il progetti di riqualificazione del Lambro, Seveso e dell'Olona, rappresentano un importante passo per la riqualificazione del sistema idrologico/ geologico e morfologico di bacini importanti nel contesto milanese che influenzano il controllo idrologico non solo a scala territoriale ma anche a livello urbano. Tenendo presente questa interconnessione, sarebbe significativo affiancare azioni sui bacini in questione a livello territoriale ad altre all'interno della città legate a progetti di strade e zone verdi. La loro funzione, infatti, non si limita solo alla raccolta e al riutilizzo delle acque, ma rendono anche l'aria e l'acqua più pulite, migliorano la vivibilità dei quartieri, incrementano il valore della zona, rendono più sicuri i percorsi per pedoni e ciclisti, aggiungono alla città spazi verdi e habitat selvatici. In più, riducono sensibilmente le acque meteoriche di dilavamento, abbattendo insieme alla quantità di pioggia che dalla strada finisce nella rete fognaria e di lì in fiumi e corsi d'acqua, anche le polveri sottili, il particolato e gli inquinanti che la pioggia stessa assorbe dal manto stradale.

Portland è un eccellente esempio per spiegare le strategie verdi legate alla gestione dell'acqua piovana. Il processo di rinnovamento del sistema ha inizio nel 1990 per affrontare i problemi di qualità delle acque e di efficienza del sistema fognario. Una revisione dei casi significativi ha permesso di creare una matrice di requisiti normativi che consentissero di valutare l'efficacia delle pratiche che sarebbero state applicate. Da qui sono state realizzate le normative di riferimento che ha consentito di mettere in atto il piano per ridurre le acque inquinanti nelle acque piovane e la loro gestione, redatto un comitato consultivo di politica delle acque piovane (SPAC- Stormwater Policy Advisory Committee) formato da esperti di differenti discipline.

Le strategie sono quindi l'implementazione e il mantenimento delle coperture verdi che, oltre a filtrare e diminuire il flusso dell'acqua piovana che andrebbe in fognatura o nelle strade, migliora le condizioni di comfort termico degli stessi edifici e la qualità dell'aria. L'implementazione di quelle che sono state chiamate "strade verdi", nelle quali l'idea è aumentare la permeabilità delle aree aperte, collegando i parchi verdi, ma anche utilizzando le aiuole e gli spazi di risulta urbano, per creare dei sistemi di fitodepurazione nei quali convogliare le acque piovane che dopo essere state depurate naturalmente potranno essere utilizzate per fontane o altri usi pubblici o defluire nel sottosuolo per arricchire la falda acquifera, come si vede nell'immagine sottostante



Immagine 79: Esempio di una fioriera a Portland. Fonte: <http://or.water.usgs.gov/non-usgs/bes/>

Il progetto delle fioriere risale al 2005 e inizialmente comprendeva 5 fioriere disposte in sequenza, che permettono di catturare e trattare circa 8000 mq di strada. Il funzionamento è semplice, infatti, l'acqua correndo lungo il marciapiede ed entra nella prima fioriera, dove esiste un taglio, come si vede nell'immagine sopra, per essere depurata. Se il flusso supera la capacità della fioriera passerà alla seconda collegata con un altro canale. A questo si associano piante locali con grande capacità di ritenzione idrica, sassi e ghiaie in grado di rallentare il deflusso dell'acqua.

Questo piano di gestione delle acque piovane comprende degli incentivi per la realizzazione dei tetti verdi come numerose iniziative di sensibilizzazione rispetto i problemi legati alla qualità delle acque e alla gestione delle stesse, coinvolgendo quindi la stessa popolazione nelle attività.

Nella pratica, a Portland si è agito con lo scopo di disconnettere il deflusso delle acque piovane dalla rete fognaria, fare in modo che l'acqua meteorica venga raccolta localmente, fitopurificata, fitodepurata e infiltrata nella falda acquifera. Una vera e propria "raccolta differenziata delle acque" che non si avvale di infrastrutture pesanti e invasive, ma utilizza l'architettura del paesaggio: giardini della pioggia, tetti giardino, strade verdi e giardini filtranti, diffusi in tutta la città che sostituiscono le superfici impermeabili in città con superfici permeabili ricche di vegetazione, capaci di assorbire e filtrare l'acqua, e all'occorrenza anche di immagazzinarla.

Innanzitutto la pioggia non scorre direttamente sulle strade, si riducono di conseguenza i danni di quei fiumi d'acqua che nelle nostre città provocano il dilavamento del manto stradale. In questo modo si evita anche che l'acqua piovana si contami con polveri sottili, catrame e altri inquinanti presenti sull'asfalto, oltre ovviamente a diminuire l'impatto delle piogge sui circuiti stradali urbani.

Altro vantaggio di una città interamente ricoperta di vegetazione è ovviamente il miglioramento della qualità dell'aria. Senza contare che le falde acquifere ricevono acqua fitodepurata e dunque a migliorare è anche la qualità dell'acqua. Diminuendo l'erosione del manto stradale, infine, pedoni, automobilisti e ciclisti corrono meno rischi di incidenti quando piove a dirotto.

L'acqua non defluisce nella rete fognaria bensì viene raccolta, depurata e reimessa nelle falde acquifere completamente purificata. Il tutto tramite marciapiedi e strade costruite con una leggera pendenza, tappezzate di piante a elevata ritenzione idrica, di ghiaia e di sassi che trattengono il flusso.

3 Conclusioni

Originariamente la ricerca cercava di definire la resilienza attraverso indicatori che permettessero una valutazione nell'ambito urbano. Da qui il lavoro portato avanti con l'*Agencia de Ecología Urbana de Barcelona* (AEUB) per approfondire un gruppo di indicatori partendo da quelli che l'Agencia ha già sviluppato e usa.

Nonostante, arrivati alla definizione di un primo schedario di possibili indicatori, il problema è stato incontrare il modello di riferimento che qualsiasi sistema quantitativo ha implicito per poter valutare la propria idoneità: qual è il modello di città che si suppone ottimale nel caso della valutazione della resilienza?

Per la AEUB è la città di Barcellona, con le possibili ed eventuali migliorie e approfondimenti che possono essere sviluppati durante l'applicazione in casi reali. Cercando però dei modelli più generici, ci siamo resi conto che è possibile farlo solo con modelli urbani tradizionali rispetto ai quali è molto difficile ottenere dati rispetto al funzionamento metabolico, necessari per definire i valori degli indicatori di riferimento.

Parallelamente a questo processo di determinazione dei referenti sono stati approfonditi i lavori dalla *Universitat Politècnica de Catalunya* sulla relazione tra l'acqua e la città, tra il materiale quantitativamente più importante rispetto a quanti circolano per il metabolismo urbano e la forma della città. L'analisi sull'acqua, le sue diverse funzioni urbane, permette di capire le ripercussioni che ha prodotto la crisi industriale sulla forma urbana, supponendo il cambio del metabolismo sociale del modello organico tradizionale al modello industriale attuale. Una crisi che oggi si produce tra gli usi urbani dell'acqua nella città attuale in riferimento ai cambi che derivano al metabolismo sociale per avvicinarsi alla sostenibilità.

Con questo dibattito di fondo si è portato avanti un lavoro di riferimento sulla storia dell'acqua nella città di Milano, che permetteva di stabilire una relazione tra la città e l'acqua in un caso concreto, e capire come la forma urbana è relazionata alla gestione idrica e come la persistenza di questa forma urbana permetteva di recuperare funzioni sostenibili nel marco di un nuovo modello di gestione dell'acqua. Come la forma urbana come "infrastruttura" di gestione idrica era un fattore di resilienza che permetteva recuperare funzioni pertinenti per un nuovo metabolismo sostenibilista.

Definita la configurazione del sistema e gli elementi conflittivi (i disturbi che interessano il sistema) che hanno portato alla seconda crisi dei *neo-ecosistemi* contemporanei rispetto al rapporto tra l'acqua e la forma urbana, possiamo focalizzare la questione della insostenibilità urbana non soltanto nel contributo ambientale, ma anche in quello sociale. Questo significa introdurre il concetto di adattamento e trasformazione che definiscono il concetto di resilienza di cui abbiamo discusso in precedenza.

Riprendiamo un momento la definizione del concetto di resilienza relazionata agli ecosistemi urbani: è la capacità di fornire beni e servizi ecologici e umani, garantendo l'accesso in modo equo e l'autosostentamento del sistema edificato, vincolandolo con quello territoriale.

Questo significa che il modello resiliente da una parte comporta l'aumento della previsione dei possibili cambiamenti, individuando le debolezze del sistema, nel rapporto con la campagna, in modo da creare opportunità e soggetti differenziati in grado di adattarsi alle nuove circostanze (crescita della popolazione, la scarsità della qualità dell'acqua, i cambiamenti climatici, ecc.). Oltre all'adattamento è importante implementare anche la capacità di trasformarsi, apprendendo e traendo vantaggio da una situazione traumatica, attraverso l'innovazione e la trasformazione.

Partendo, quindi, dalla considerazione che il modello tradizionale è un modello di neo-ecosistema resiliente, che non può essere riprodotto nel modello contemporaneo senza considerare i cambiamenti tecnologici, sociali ed economici, è necessario leggere e porre a confronto la forma urbana della città moderna con quella della città tradizionale per individuare le strategie di resilienza, come strategie di miglioramento del ciclo dell'acqua a scala urbana.

Ricordiamo che la resilienza è una proprietà del sistema e non delle sue componenti, pertanto è possibile definire se un *neo-ecosistema* è resiliente oppure no in seguito ad un determinato trauma, calcolandone la produttività primaria che è vincolata anche al tempo di recupero. In generale però molti ecologisti considerando che un fatto importante per favorire la resilienza sia la diversità degli elementi, partendo dalla considerazione che più un ecosistema è complesso più è resiliente, intendendo come complessità il numero di specie del territorio e il numero di connessioni della catena alimentare. Una maggior complessità però non aumenta per forza la stabilità del sistema, infatti, come spiegano Common e Stagl, il fatto che un'alterazione minaccia l'integrità funzionale di un sistema sino al punto di poter minacciare la specie chiave, non significa per forza una perdita di resilienza. Per esempio, se la specie x chiave ha la funzione di disseminare semi, non significa che sia l'unica in grado di realizzare tale funzione. Pertanto se il sistema avesse un'altra specie capace di compiere la stessa funzione, sarebbe in grado di reagire all'alterazione senza

collassare, cambiando però la sua conformazione rispetto a quella iniziale e, quindi, mantenendo la sua funzionalità, pur modificandosi.

I risultati di questa ricerca, riportati nelle pagine precedenti, hanno portato alle seguenti considerazioni:

Rispetto alla diversità dei componenti, risulta importante implementare e tutelare le diverse fonti di approvvigionamento di cui è ricca la città e che abbiamo discusso in precedenza. Prima tra tutte l'acqua piovana, la sua raccolta, la sua capacità di trasporto e convogliamento di materia organica e nutrienti, non solo alla campagna, ma anche ai parchi e ad aree dismesse che posso essere convertiti in orti o zone verde di collegamento tra la zona edificata e il territorio circostante, in un progetto sistematico di implementazione della permeabilità urbano. La rete dei canali per il trasporto di materiali e di elementi nutrienti e che, con le fonti d'acqua interne alla città e gli spazi verdi, concorrono anche a mitigare il microclima urbano, soprattutto nella stagione estiva. E, infine, il sistema di fontanili e marcite, che possono tuttavia concorrere alla bonifica e allo sviluppo agricolo del territorio lombardo. Senza dimenticare l'utilizzo della sua potenza per la produzione di energia, sia attraverso i molteplici mulini presenti sul territorio lombardo che attraverso le centrali idroelettriche.

La capacità di retroazione fa emergere il problema fondamentale dell'epoca in cui viviamo: la globalizzazione e la perdita di una scala locale che valorizzi e il nostro territorio e lo mantenga produttivo. Guardando al ciclo dell'acqua, il problema della produttività del territorio circostante, come dicevamo, è strettamente collegato al sistema fognario moderno che non consente di utilizzare la materia organica urbana come concime e ha tolto all'acqua piovana questa sua funzione di deflusso e convogliamento degli elementi nutritivi al terreno coltivabile. Sarebbe quindi necessario prevedere a scala di quartiere il recupero e all'utilizzo di questi elementi nutrizionali, pensando anche al miglioramento della permeabilità delle superfici urbane, perché l'acqua possa continuare a essere funzionale al processo descritto. Fondamentale è poi la rivitalizzazione del territorio agricolo e della relazione con la città nella produzione di beni alimentati e materiali, ripristinando i sistemi di canali per l'irrigazione, come i sistemi dei fontanili e delle marcite. Pensare, quindi, a una scala locale.

Per ultimo la modularità si collega direttamente al concetto di limite dimensionale, esplicitato in precedenza. Non possiamo pensare di cercare soluzioni efficaci solo per piccoli paesi che mantengono un legame importante con la campagna o con i corsi d'acqua, quindi, il tentativo proposto è di lavorare a livello di quartiere per ricomporre la forma urbana in modo che il verde e l'acqua non siano solo un supplemento decorativo che necessita una manutenzione continua e costosa, ma l'elemento che plasma questo cambiamento.

La gestione di ciclo dell'acqua presenta una grande importanza sociale e ha effetti sull'igiene e sulla salute della popolazione. A Milano, ma in generale in tutto il mondo, il problema della qualità dell'acqua per usi umani aumenta progressivamente d'importanza a causa della crescita dei fenomeni di contaminazione delle acque superficiali e sotterranee, iniziati con la rivoluzione industriale e relazionati maggiormente ai reflui domestici e industriali.

Questo cambio di tendenza ha permesso di individuare le potenzialità che la periferia rappresenta, sulle quali è possibile fare leva per una riqualificazione urbana generale e un incremento della qualità della vita. Prendiamo Milano: la "costellazione periferica Milanese" composta dai quartieri, vitali e non. Questi, se messi a sistema e connessi tra loro, offrono un patrimonio di informazioni ed energie significative come quanto quelle racchiuse entro i bastioni, innescando un processo di riqualificazione generale di tutte le aree periferiche

L'obiettivo è quello di favorire lo scambio di energie tra i quartieri più vitali e quelli in declino attraverso la connessione tra i diversi fulcri con un'ottica di incentivo alla mobilità leggera e non inquinante. Inoltre la realizzazione di un anello ciclopedonale di connessione principale consente di collegare i principali fulcri, con la possibilità di creare un'alternativa reale all'automobile. Si considera anche la possibilità di creare una rete secondaria che connetta tra loro i fulcri e i luoghi di interesse sociale, economico, culturale e ambientale (connessione dei parchi e delle aree verdi/agricole per le attività legate al tempo libero). Sarà possibile il potenziamento del servizio di accessibilità pubblica in prossimità dei quartieri più periferici con il centro, integrando la mobilità leggera mediante l'introduzione di mezzi pubblici attrezzati per il trasporto della bicicletta.

Come dicevamo l'analisi effettuata sulla scala urbana delle periferie milanesi, ha disegnato un quadro composto da numerose identità locali, che dialogano in maniera differente e per lo più silenziosamente con il centro storico, in cui ricadono generalmente tutti i flussi e le energie e che possono essere elementi fondamentali in questo tentativo di ricostruzione del rapporto tra la zona urbanizzata e il suo territorio, la sua cultura.

Questo approccio risulta utile rispetto al principale problema riscontrato nella ricerca: la carenza dell'approccio quantitativo legato alla definizione della resilienza nell'ambito della pianificazione urbana.

- Il passaggio dal concetto di resilienza dall'ambito ecologico a quello della pianificazione urbana, in quanto non il passo non è così facile com'è stato per la sostenibilità, perché la capacità adattiva è strettamente legata al trauma che colpisce l'ecosistema urbano e alla capacità di trasformarsi dello stesso, grazie a una diversità di elementi, un radicamento al luogo e una capacità di reazione rapidamente.
- La parte applicativa di questa ricerca ha sperimentato la possibilità di definire un modello teorico di neoecosistema resiliente, rispetto il ciclo dell'acqua, attraverso l'utilizzo di un'analisi qualitativa dell'evoluzione della forma e dell'idrografia urbana dalla città tradizionale a quella contemporanea passando per due momenti conflittivi, quali la rivoluzione industriale e l'attuale crisi di sostenibilità. Questa interpretazione ha il vantaggio di risultare uno strumento di progetto, più che un sistema di verifica di determinati aspetti della resilienza; uno strumento per progettare proposte urbane.

Dare spazio a valutazioni qualitative trans-scalari consente di comprendere effettivamente quali siano le dinamiche applicabili per rinforzare i processi metabolici nel consolidamento di scenari orientati all'autosostenibilità locale e alla valorizzazione del territorio come risorsa, non solo come luogo che ospita attività di consumo

ALLEGATO 1

LE POPOLAZIONI IN TRANSIZIONE: L'ESPERIENZA SPAGNOLA

L'esperienza della transizione risulta interessante nella stessa spiegazione di Hopkins del perché non possano essere la risposta al problema del picco del petrolio e ai cambiamenti climatici. Dice, infatti, che «ogni coerente risposta nazionale avrà anche bisogno di risposte governative ed economiche ad ogni livello, ma se non riusciremo a creare questo senso di esaltazione, di anticipazione dei problemi, di voglia collettiva di partecipare a un'avventura su vasta scala, ogni risposta governativa sarà destinata al fallimento, oppure dovrà lottare quantitativamente dalla volontà del popolo». Sottolinea quindi quanto sia importante l'introduzione di un nuovo processo che sia ascendente e quindi elaborato in base alle aspettative, alle idee e alle iniziative della popolazione locale, ridando valore alle realtà locali. Gli elementi fondamentali di questo processo sono la coesione sociale, la concentrazione e la trasparenza nei processi decisionali, i processi partecipativi, la democrazia locale, la gestione concentrata. La stessa impostazione del processo decisionale vede la sua forza nel fatto che non sia applicabile in qualsiasi circostanza, ma che debba essere adeguato ai diversi contesti culturali.

Le iniziative di transizione esemplificano il principio del “pensare globalmente e attuare localmente”. In tal senso nel “Compendio per la transizione” Hopkins specifica come ci siano in corso delle linee d'azione già a livello globale e statale, quali il Protocollo dell'esaurimento del petrolio (Heinberg, 2006 y 2008), a scala globale e i sistemi di razionamento d'energia, promessi dal governo inglese, a scala statale. L'unico commento a questo proposito è che non si deve dimenticare che primo passo per una qualsiasi transizione è la messa in discussione della logica di funzionamento del capitalismo globale e di tutte le strutture che vi stanno alla base. In questa direzione la scala locale risulta essere quella in cui le iniziative in transizione hanno un ruolo significativo, in quanto attivano processi di ricollocazione di tutti gli elementi essenziali necessari a una comunità per autogestirsi. Hopkins sottolinea come «a creare resilienza locale si affrontino gli effetti potenzialmente dannosi del picco del petrolio, nel momento in cui si riduce sostanzialmente l'impronta di carbonio della comunità»

Queste esperienze portano avanti pratiche che mirano a creare comunità libere dalla dipendenza dal petrolio e fortemente resilienti attraverso la ripianificazione energetica e la rifocalizzazione delle risorse di base della comunità. L'obiettivo è attivare una trasformazione urbana verso un modello di insediamento non dipendente da risorse non rinnovabili e caratterizzato da un alto livello di resilienza. È un obiettivo molto chiaro e che necessita di una coscienza molto forte della comunità, ma non sistematizzato rispetto un modello rigido, in quanto partendo dall'obiettivo generale, quelli specifici sono stabiliti in base alle attitudini della comunità, con l'attivazione di iniziative e buone pratiche. Il promotore delle stesse risulta appunto essere il cittadino, le associazioni di abitanti, in quanto queste esperienze attivano processi governati dal basso e la costruzione di una rete sociale e solidale molto forte tra gli abitanti delle comunità. Tali obiettivi mostrano come e quanto sia importante che il processo di miglioramento della qualità urbana nasca dal territorio, del quale è necessaria capire i problemi e le risorse per poter attivare delle pratiche che abbiano un riscontro reale di miglioramento.

Allo stesso modo l'approccio metodologico risulta essere molto semplice e chiaro: sensibilizzazione della comunità sullo scenario attuale, creando gruppi di lavoro rispetto le attitudini della comunità, attivando buone pratiche rispetto i temi sensibili alla stessa, facilitando l'acquisizione di nuove competenze e costituendo relazioni con l'amministrazione locale rispetto pratiche attivate

Lo strumento più efficace risulta quindi essere la partecipazione della comunità e quindi gli esiti raggiunti rappresentano iniziative comunitarie, molto puntuali, legate al contesto specifico analizzato. Nel caso di Totnes (prima Transition Town) è stato recuperato un sito industriale in disuso, con l'utilizzo di materiali locali e naturali, sono state attivate pratiche di co-housing, di gruppi ciclismo (ciclismo locale), di decrescita energetica, di produzione alimentare locale, creando un rapporto forte tra gli agricoltori e i produttori locali, sia per la ristorazione che per la vendita al dettaglio. Sono stati realizzati orti comunitari, banche del tempo e della memoria, librerie e negozi di noleggio di film comunitarie, sono stati piantati alberi pubblici, è stata attivata una moneta locale e un gruppo che si occupa della comunicazione verso l'esterno per dare più visibilità alle iniziative.

In definitiva quindi come sintetizza lo stesso fondatore del Movimento, queste iniziative rappresentano un modo di coinvolgere la gente e le comunità perché si compromettano in azioni che nel lungo periodo consentiranno di mitigare gli effetti del cambio climatico e del picco del petrolio. Inoltre questo processo di transizione consente di creare una società più coesa ed equa.

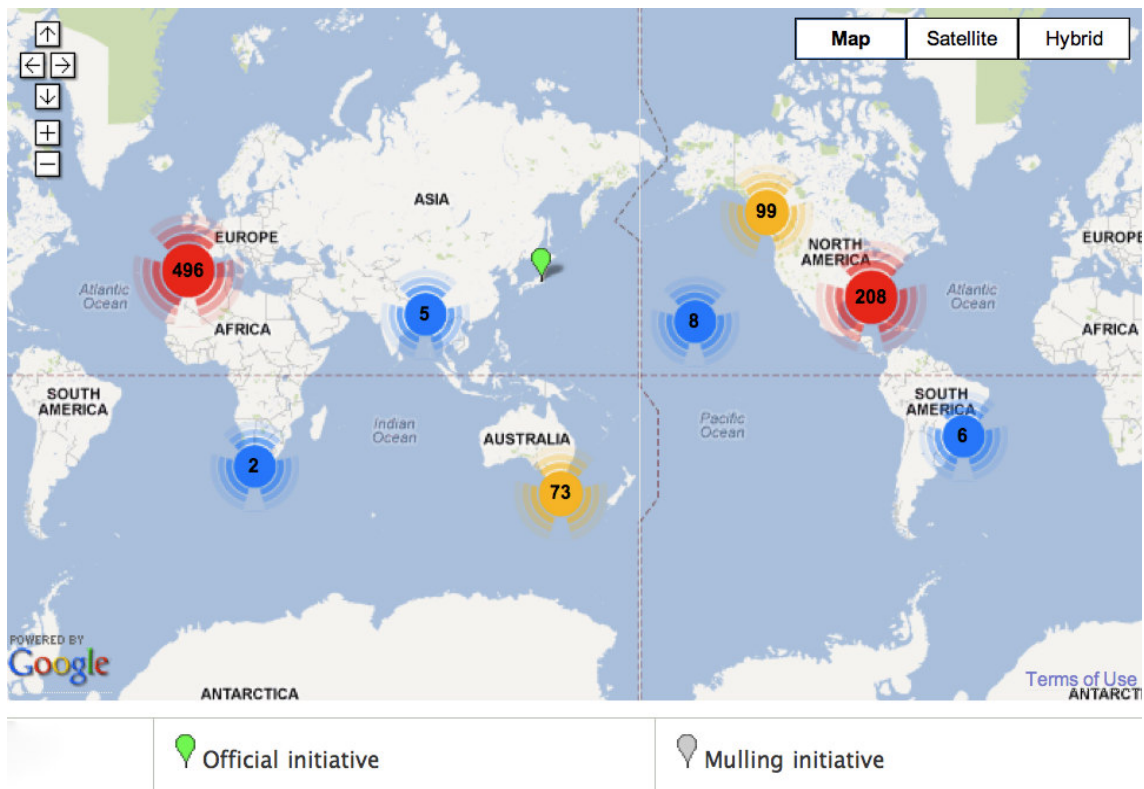


Immagine 80: Mappa delle iniziative mondiali in transizione. Fonte: web Transition network

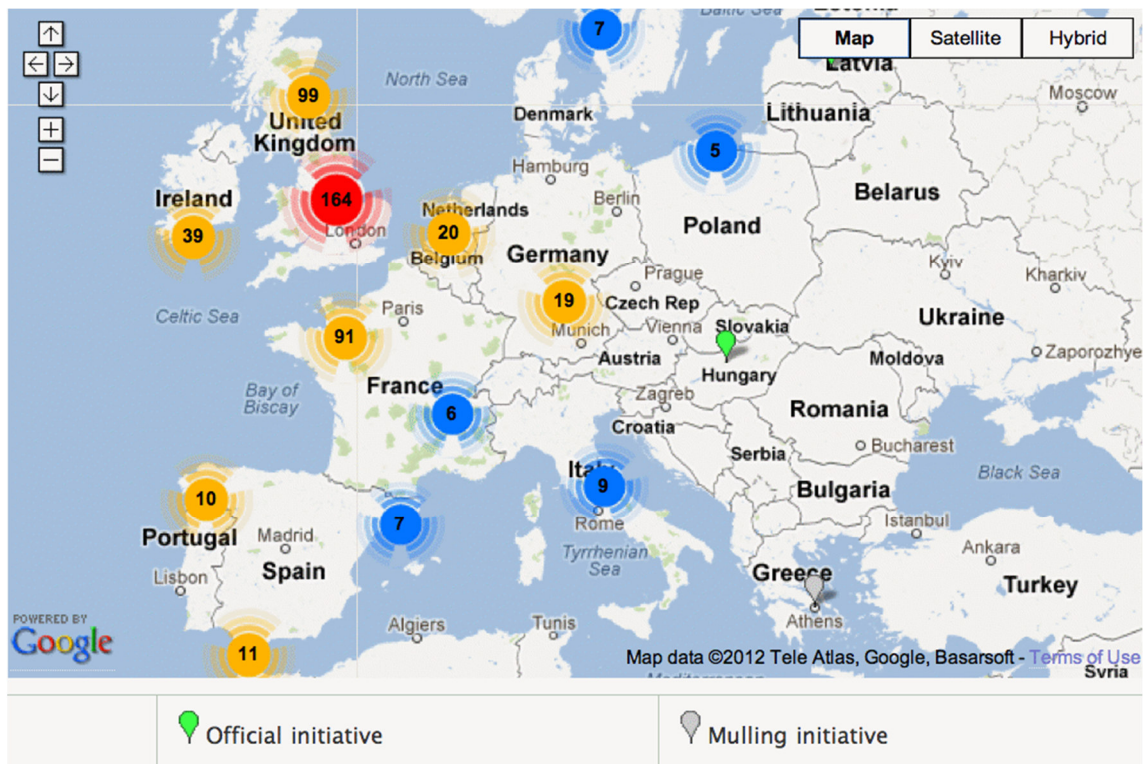


Immagine 81: Mappa delle iniziative europee in transizione. Fonte: web Transition network

Nell'immagine 1 e 2 sono riportate le esperienze ufficiali mondiali e a scala europea. Di seguito si approfondiranno le esperienze spagnole. La scelta è motivata dalla varietà delle stesse che permette di comprendere come l'esperienza della transizione possa investire un piccolo comune, una città, un'isola, una regione e anche un'istituzione. Chiaramente l'approfondimento delle attività proposte sarà diverso e diretto al raggiungimento di obiettivi che in alcuni casi sono esclusivamente informativi e orientativi, mentre, in altri, pratici.

La sintesi delle esperienze è stata organizzata rispetto alle diverse regioni autonome che costituiscono la Spagna, per consentire un confronto più preciso rispetto contesti che divergono, in modo più o meno sostanziale, per cultura, storia e lingua. Sono stati evidenziati i caratteri specifici dell'insediamento, la scala di attuazione delle dinamiche di transizione, gli obiettivi specifici dichiarati, le attività attivate e il periodo d'inizio dell'esperienza.



Immagine 82: Mappa delle iniziative spagnole. Fonte: web Transition network

Di seguito sono sintetizzate le esperienze rilevanti spagnole rispetto agli obiettivi specifici e alle pratiche attivate, oltre all'inserimento di alcuni dati relativi alle dimensioni, agli abitanti, la superficie territoriale e la scala d'intervento dell'iniziativa.

CATALUNYA	Barcelona- Sant Martí	Vilanova i la Geltrú
Metacontesto	Pianeggiante	Pianeggiante
Superficie	101,4 km ²	34 km ²
Abitanti	1619337	65890
Densità	15.969,79 ab./ km ²	1.937, 94 ab./ km ²
Scala trasformazione	Quartiere urbano	Insedimento piccolo
Obiettivi specifici	Sensibilizzazione tematiche transizione Tutelare il medio-ambiente Aumentare abitabilità del quartiere Rilocalizzazione delle attività	Società più equa, partecipativa e sostenibile Sensibilizzazione rispetto tematiche ambientali
Pratiche attivate	Attività informative: blog, incontri a scala regionale Corsi di formazione Attività informative: blog, rivista Tavola d'energia del quartiere Piano partecipativo dell'energia Mercato d'intercambio Gruppo di consumo Cineforum	Attività informative: blog, bollettini Gruppo di orti e alimentazione Gruppo delle energie verdi Gruppo degli spazi vivi (migliorare spazi pubblici) ECO3VNG Moneta locale
Inizio	Marzo del 2009 Maggio del 2011	Giugno del 2011
Contatto	http://barcelonaentransicio.webs.com/ http://barcelonaentransicio.wordpress.com/ http://santmartilavernedaentransicio.wordpress.com/	http://www.transiciovng.blogspot.com/es/
COMUNITATÀ VALENCIANA	Valencia - Bennetuser	Novelda (Alicante)

Metacontesto	Pianeggiante	Collinare
Superficie	134,65 km ²	75,7 km ²
Abitanti	810064	27135
Densità	6.016,07 ab./ km ²	358,45 ab./ km ²
Scala trasformazione	Quartiere urbano	Insediamiento medio/ piccolo
Obiettivi specifici	Potenziare creatività individuale e collettiva Sensibilizzazione su tematiche ambientali	Sensibilizzazione su tematiche ambientali e sociali Incrementare capacità individuali e comunitarie
Pratiche attivate	Rete di economia umanizzata (locale) Formazione su temi sostenibilità Attività informative: blog, bollettini Gruppo di permacultura Gruppo di biocostruzione Banca del tempo	Corsi di assistenza a persone con Alzheimer Corsi pratici energie rinnovabili Corsi software libero Corsi bioarchitettura Corsi aputoproduzione Attività informative: blog
Inizio dell'iniziativa	Marzo del 2009	Febbraio del 2011
Contatto	http://www.sostenibleycreativa.es/	http://oselnovelda.blogspot.com.es/

GALICIA

Teo (A Coruña)

Metacontesto	Pianeggiante
Superficie	79,30 km ²
Abitanti	17625
Densità	222,26 ab./ km ²
Scala trasformazione	Piccolo insediamento
Obiettivi specifici	Vulnerabilità energetica Misure contro il picco del petrolio
Pratiche attivate	Corsi permacultura Attività informative: blog, incontri
Inizio	Ottobre del 2008
Contatto	http://vesperadenada.org/

Santiago de Compostela –

USC Univerdidad de Santiago d Compostela

Collinare
75,7 km ²
27135
358,45 ab./ km ²
Università
Sensibilizzazione su tematiche ambientali, sociali e su nuovi stili di vita
Banca del tempo
Gruppo SEPA (sostenibilità ambientale)
Gruppo sull'inquinamento luminoso
Aula verde (progetti ambientali)
Marzo del 2010
http://www.usc.es/entransicion/

ANDALUCÍA

Coín (Malaga)

Metacontesto	Collinare
Superficie	127,37 km ²
Abitanti	22159
Densità	173,97 ab./ km ²
Scala trasformazione	Piccolo insediamento
Obiettivi specifici	Sensibilizzazione tematiche transizione
Pratiche attivate	Moneta locale Orto ecologico collettivo Gruppo di bioedilizia Gruppo su energie rinnovabili Attività informative: blog, incontri
Inizio	Novembre/ Dicembre del 2009
Contatto	http://www.coinentransicion.com/

Jerez de la Frontera, Cadice

Pianeggiante
1.188,23 km ²
206247
173,57 ab./ km ²
Insediamiento medio/ piccolo
Sensibilizzazione su tematiche transizione
Coinvolgere la comunità in attività
Mercato di intercambio
Concorsi tematici
Attività informative: blog, dibattiti
Cineforum
Aprile del 2011
http://jerezentransicion.blogspot.com.es/

CASTILLA – LA MANCHA

Albacete

Metacontesto	Montano
Superficie	1.125,9km ²
Abitanti	161508

Cuenca

Montano
911,06 km ²
55866

Densità	143,45 ab./ km ²	61,32 ab./ km ²
Scala trasformazione	Insedimento medio/ piccolo	Insedimento medio/ piccolo
Obiettivi specifici	Sensibilizzazione tematiche transizione	Decrescita energetica e miglioramento della qualità del medio-ambiente Mobilità sostenibile Attività economica a scala locale
Pratiche attivate	Attività informative: blog, incontri Proposte di gruppi di lavoro Proposte alternative a economia globale	Attività informative: blog, documento programmatico. Corsi permacultura
Inizio	Maggio del 2011	Maggio del 2011
Contatto	http://albaceteentransicion.blogspot.com.es/	http://www.ecologistasenaccion.org/article20660.html

PAÍS VASCO

Bilbao

Vitoria

Metacontesto	Pianeggiante	Collinare
Superficie	40,65 km ²	276,8 km ²
Abitanti	352700	238247
Densità	8.676,51 ab./ km ²	860,72 ab./ km ²
Scala trasformazione	Città	Città
Obiettivi specifici	Misure di sensibilizzazione verso la transizione, soprattutto legate alla scuola e al tempo libero	Sensibilizzazione su tematiche ambientali e sociali
Pratiche attivate	Gruppi di lavoro (diffusione del progetto, energia, alimentazione, ozio) Corsi di formazione Orto scolastico Audit energetico 2011-2012 Programma "ozio in famiglia"	Attività informative: blog, incontri Gruppi di lavoro (salute, educazione, casa, alimentazione) Corsi di formazione (artigianato, permacultura, decrescita)
Inizio	Marzo del 2011	Aprile del 2011
Contatto	http://zurbaranentransicion.blogspot.com.es/ http://www.facebook.com/BilbaoEnTransicion	http://gasteizentransicion.wordpress.com/

ISLAS BALEARES

Ibiza

Mancor del Valle

Metacontesto	Isola	Isola
Superficie	569,8 km ²	19,89 km ²
Abitanti	132637	1199
Densità	232,781 ab./ km ²	60,28 ab./ km ²
Scala trasformazione	Isola (due gruppi promotori)	Piccolo insediamento
Obiettivi specifici	Sensibilizzazione su tematiche transizione Fornire strumenti per transizione	Sensibilizzazione su tematiche ambientali e sociali Aumentare partecipazione comunitaria
Pratiche attivate	Attività informative: blog, incontri Gruppo di intercambio di prodotti alimentari, beni e servizi Accademia della permacultura "Can Jondal" Corsi formativi aperto di permacultura, yoga, meditazione Centro di ecologia	Attività informative: blog, incontri Diagnostico sui consumi dell'isola (alimentari, energetici, economici)
Inizio	Giugno/ Luglio del 2010	Dicembre del 2009
Contatto	http://home.ibiza-isola-transicion.com/	http://www.pocapoc.org/mancordesperta.html

MADRID

Madrid

Zarzalejo

Metacontesto	Collinare	Montano
Superficie	605,77 km ²	20,2 km ²
Abitanti	3273049	1513
Densità	5.403,12 ab./ km ²	74,9 ab./ km ²
Scala trasformazione	Città/ Regione	Piccolo insediamento

Obiettivi specifici	Sensibilizzazione a scala regionale su tematiche transizione	Misure per la transizione Stili di vita sostenibili
Pratiche attivate	Fornire strumenti per transizione Attività informative: blog, incontri, materiale informativo	Attività informative: blog, incontri Corsi di formazione (piante medicinali, decrescita) Gruppi di lavoro (alimentazione, energia, edilizia, condivisione auto)
Inizio	2010	Aprile del 2011
Contatto	http://www.madridentransicion.org/	http://zarzalejoentransicion.blogspot.com.es/

	Quijorna (MADRID)	Alhama (MURCIA)
Metacontesto	Collinare	Pianeggiante
Superficie	25,71 km ²	311,55 km ²
Abitanti	3010	19860
Densità	117,08 ab./ km ²	63,75 ab./ km ²
Scala trasformazione	Piccolo insediamento	Insiediamento medio/ piccolo
Obiettivi specifici	Sensibilizzazione tematiche transizione	Sensibilizzazione tematiche transizione
Pratiche attivate	Attività informative: blog, incontri, materiale informativo	Attività informative: blog, incontri, materiale informativo
Inizio	Marzo del 2011	Aprile del 2011
Contatto	http://www.quijornaentransicion.blogspot.com/	http://alhamaentransicion.wordpress.com/

	La Palma (CANARIAS)	Logroño (LA RIOJA)
Metacontesto	Isola	Collinare
Superficie	743 km ²	79,57 km ²
Abitanti	90000	150071
Densità	–	1.886,02 ab./ km ²
Scala trasformazione	Isola	Insiediamento medio/ piccolo
Obiettivi specifici	Trasformazione in 20 anni (isola sostenibile): promozione di energie rinnovabili trasporto collettivo misure di risparmio dell'acqua e dell'energia	Sensibilizzazione tematiche transizione
Pratiche attivate	Gruppi di lavoro (diverse tematiche) Circolo di intercambio Democrazia reale Rete socio- ambientale	Attività informative: blog, incontri, materiale informativo
Inizio	Dicembre del 2009	Gennaio del 2011
Contatto	https://sites.google.com/site/lapalmatransicio/	http://logronoentransicion.wordpress.com/

Tabella 15: Sintesi delle esperienze spagnole di Transition Town. Fonte: Rielaborazione propria

EXPO 2015

MARCO STORICO E NORMATIVO: L'Esposizione Universale di Milano si terrà a Milano dal 1 maggio al 31 ottobre 2015. La città venne selezionata dall'Ufficio internazionale delle esposizioni (BIE, Bureau international des expositions), il 31 marzo 2008. Venne scelta l'area metropolitana nord-ovest, in prossimità del comune di Rho. Per la gestione dell'esposizione è stata creata una società (Expo 2015 S.p.A.), formata dal Ministero dell'Economia, la Regione Lombardia, la Provincia di Milano, il Comune di Milano e la Camera di Commercio di Milano. Il Masterplan del polo espositivo venne definito nell'aprile del 2010, dopo il primo concept del 2009, sempre realizzato da progettisti senior e neo-laureati della società Expo 2015, sotto la supervisione degli architetti Boeri, Burdett e Herzog.

OBIETTIVO: Il tema scelto per la Expo 2015 è: "Nutrire il pianeta, energia per la vita". Il punto fondamentale sarà il diritto a un'alimentazione sana, sicura e soprattutto sufficiente per tutti, in un mondo con una popolazione in continua crescita.

CARATTERI PROGETTUALI E CATEGORIE DELL'IDROGRAFIA E DEGLI SPAZI VERDI

NOME	dimensioni	DESTINAZIONE (residenziale, parchi, giardini..)	ESISTENTE O PREVISTO	
Polo Espositivo (110 ettari)	350m – 1,5 km 12.000 –130.000mq	Cardo e Decumano	in realizzazione	
		Padiglioni, Clusters e aree tematiche	in realizzazione	
		Aree amministrative e aree eventi	in realizzazione	
		Collegamenti	Metropolitana (linea rossa Rho Fiera)	esistente
		Aeroporti (Linate, Malpensa, Orio al Serio)	esistente	
		Treni (regionali, suburbani, alta velocità)	esistente	
		Autostrade A4, A8, A9	esistente	
		Viabilità e accessi polo espositivo	in realizzazione	
		Servizi	14 aree	in realizzazione
		Architettura di servizio	in realizzazione	
Sottoservizi (linee elettriche, acquedotto, gas, rete dati e fonia)	in realizzazione			
Reti di impianti + sottostazione elettrica	in realizzazione			
Idrografia	4,5 km (90.000mq) 1 km	Via d'acqua che collega la Expo alla Darsena	sospesa la realizzazione	
		Riqualificazione Darsena	in realizzazione	
		Lake Area	in realizzazione	
		Torrenti e vasche anti-piena (torrente Guisa e cavo Viviani)	in realizzazione	
Verde del sistema locale	200.000mq	Expogreen	in realizzazione	
		Percorso ciclo perdonale parco delle Cave	sospesa la realizzazione	
Permanenze locali		Riqualificazione Cascina Triulza	in realizzazione	

DISCUSSIONE

Ambiti coinvolti	Ambiti implementabili	Potenzialità
Nuovo polo espositivo	Collegamento con la città Percorsi del verde e dell'acqua	- Miglioramento della rete dei trasporti pubblici - Riqualificazione del sistema di canalizzazione esistente - Miglioramento del drenaggio delle acque piovane e della permeabilità del suolo - Riqualificazione rapporto tra acqua e città con progetto di riqualificazione delle Darsena e del sistema dei navigli a nord-ovest di Milano

RIAPERTURA DEI NAVIGLI

MARCO STORICO E NORMATIVO: Riaprire i navigli nasce come associazione, omonima, che sostiene la fattibilità del progetto di qualificazione del sistema urbano dei navigli milanesi. La stessa promuove la riapertura, la riqualificazione e la ricostruzione del sistema urbano dei Navigli. Promuovere la partecipazione cittadina, di gruppi di lavoro e di ricerca, collettivi, associazioni, forze politiche, amministrazioni locali e nazionali, università e gruppi di ricerca. L'Amministrazione comunale, nel 2013, affida lo studio di fattibilità del progetto a un gruppo di lavoro interdisciplinare, coordinato dal prof. Antonello Boatti, che coinvolge il Politecnico di Milano, l'Università di Pavia, l'Università Statale di Milano e l'Università Bocconi. Lo studio di pre-fattibilità viene realizzato dal giugno 2013 a gennaio 2014

OBIETTIVO: Ripristino di 8 Km di Navigli, da Cassina de Pom alla Darsena. Questo significherebbe rendere nuovamente navigabile questo tratto, potendo quindi ricostruire la riconnessione tra il lago Maggiore e il lago di Como e il Mar Adriatico. L'intervento mira quindi a restituire a Milano il suo valore come città d'acqua, con l'intenzione di incrementare il turismo, le attività culturali e del tempo libero.

CARATTERI PROGETTUALI

NOME	dimensioni	Elementi del progetto	ESISTENTE O PREVISTO
Via Melchiorre Gioia	~ 2,50 km	Riqualificazione tratto stradale (2 livelli): strada e canale +passeggiata Sezione canale: 7m Naviglio + 6,5m Banchina + attività commerciali Deviazione del Seveso lungo il tratto nuovo del Naviglio Deviazione di viale Monza per restituire centralità al canale. 3 conche: 1° vecchio mulino, 2° immissione del Seveso e 3° palazzo della Regione	Studio preliminare
Conca dell'Incoronata			Previsto nel progetto di massima
Tumbun di San Marco			Previsto nel progetto di massima
Fossa interna	~ 4,00 km	Studio preliminare del tratto di via Francesco Sforza: Individuazione degli attrattori urbani: Università degli Studi di Milano, Policlinico, ecc. Riqualificazione tratto stradale (2 livelli): strada e canale +passeggiata Sezione stradale: 7m strada (livello 0) + 7m Naviglio + 2,5/ 3m pista ciclabile (livello -1) Riorganizzazione del traffico veicolare Permeabilità pedonale tra il Giardino della Guastalla e l'Università degli Studi di Milano Ponte carraio lungo corso di Porta Romana+ corso di porta Vittoria 2 Ponti pedonali ispirati a ponte delle Sirenette e il ponte della Cà Granda Nuovo ingresso pedonale della Sormani su Francesco Sforza Riqualificazione della zona di via Laghetto, come memoria storica (pedonale) Studio del verde e dell'arredo urbano	Previsto nel progetto di massima
Approdo Parco delle Basiliche			Previsto nel progetto di massima
Conca di Viarenna (Conca del Naviglio ~ 0,60 km)		Riconnessione della conca di Viarenna alla Darsena Ripristinare il ponte girevole di via Ferrari Ricostruzione del sottopasso in viale Gabriele d'Annunzio Ricostruzione dell'imbocco della Darsena al canale di Viarenna Ripristino delle lapidi quattrocentesche come immagine evocativa Ricostruzione del "gazebo" per apparecchiature elettriche x funzionamento conca e ponte girevole	Studio preliminare
Darsena			Previsto nel progetto di massima

DISCUSSIONE

Ambiti coinvolti	Ambiti implementabili	Potenzialità
Tratto Navigli Cassina del Pom-Darsena	Dichiarati nello studio di pre-fattibilità - Estendere a tutti il tracciato lo studio preliminare - Studio interferenze con MM esistente (M3 e M4) - Studio della mobilità secondaria lungo il tracciato - Fattibilità idraulica e idrologica rispetto esecuzione e nodo Seveso-Martesana - Rilevamenti piezometrici specifici per accertamenti oscillazione falda - Fattibilità viabilistica (mezzi di superficie) - Attraversamenti pedonali e/o carrabili del Naviglio +parcheggi	Partecipazione popolazione Riqualificazione parziale del sistema di canalizzazione esistente Riqualificazione rapporto tra acqua e città e territorio Analisi costi- benefici Proposta di rinnovamento del traffico veicolare, favorendo il trasporto pubblico e la mobilità dolce Produzione di energia con micro-turbine + utilizzo dell'acqua per pompe di calore + scavi per teleriscaldamento



RIVITALIZZAZIONE DEL PARCO AGRICOLO SUD E DELLA VETTABIA

MARCO STORICO E NORMATIVO: Riaprire i navigli nasce come associazione, omonima, che sostiene la fattibilità del progetto di qualificazione del sistema urbano dei navigli milanesi. La stessa promuove la riapertura, la riqualificazione e la ricostruzione del sistema urbano dei Navigli. Promuovere la partecipazione cittadina, di gruppi di lavoro e di ricerca, collettivi, associazioni, forze politiche, amministrazioni locali e nazionali, università e gruppi di ricerca. L'Amministrazione comunale, nel 2013, affida lo studio di fattibilità del progetto a un gruppo di lavoro interdisciplinare, coordinato dal prof. Antonello Boatti, che coinvolge il Politecnico di Milano, l'Università di Pavia, l'Università Statale di Milano e l'Università Bocconi. Lo studio di pre-fattibilità viene realizzato dal giugno 2013 a gennaio 2014

OBIETTIVO: Ripristino di 8 Km di Navigli, da Cassina de Pom alla Darsena. Questo significherebbe rendere nuovamente navigabile questo tratto, potendo quindi ricostruire la riconnessione tra il lago Maggiore e il lago di Como e il Mar Adriatico. L'intervento mira quindi a restituire a Milano il suo valore come città d'acqua, con l'intenzione di incrementare il turismo, le attività culturali e del tempo libero.

CARATTERI PROGETTUALI

NOME	dimensioni	Elementi del progetto	ESISTENTE O PREVISTO
Via Melchiorre Gioia	~ 2,50 km	Riqualificazione tratto stradale (2 livelli): strada e canale +passeggiata Sezione canale: 7m Naviglio + 6,5m Banchina + attività commerciali Deviazione del Seveso lungo il tratto nuovo del Naviglio Deviazione di viale Monza per restituire centralità al canale. 3 conche: 1° vecchio mulino, 2° immissione del Seveso e 3° palazzo della Regione	Studio preliminare
Conca dell'Incoronata			Previsto nel progetto di massima
Tumbun di San Marco			Previsto nel progetto di massima
Fossa interna	~ 4,00 km	Studio preliminare del tratto di via Francesco Sforza: Individuazione degli attrattori urbani: Università degli Studi di Milano, Policlinico, ecc. Riqualificazione tratto stradale (2 livelli): strada e canale +passeggiata Sezione stradale: 7m strada (livello 0) + 7m Naviglio + 2,5/ 3m pista ciclabile (livello -1) Riorganizzazione del traffico veicolare Permeabilità pedonale tra il Giardino della Guastalla e l'Università degli Studi di Milano Ponte carroia lungo corso di Porta Romana+ corso di porta Vittoria 2 Ponti pedonali ispirati al ponte delle Sirenette e a quello della Cà Granda Nuovo ingresso pedonale della Sormani su Francesco Sforza Riqualificazione della zona di via Laghetto, come memoria storica (pedonale) Studio del verde e dell'arredo urbano	Previsto nel progetto di massima
Approdo Parco delle Basiliche			Previsto nel progetto di massima
Conca di Viarenna (Conca del Naviglio ~ 0,60 km)		Riconnessione della conca di Viarenna alla Darsena Ripristinare il ponte girevole di via Ferrari Ricostruzione del sottopasso in viale Gabriele d'Annunzio Ricostruzione dell'imbocco della Darsena al canale di Viarenna Ripristino delle lapidi quattrocentesche come immagine evocativa Ricostruzione del "gazebo" per apparecchiature elettriche x funzionamento conca e ponte girevole	Studio preliminare
Darsena			Previsto nel progetto di massima

DISCUSSIONE

Ambiti coinvolti	Ambiti implementabili	Potenzialità
Tratto Navigli Cassina del Pom-Darsena	Dichiarati nello studio di pre-fattibilità - Estendere a tutti il tracciato lo studio preliminare - Studio interferenze con MM esistente (M3 e M4) - Studio della mobilità secondaria lungo il tracciato - Fattibilità idraulica e idrologica rispetto esecuzione e nodo Seveso-Martesana - Rilevamenti piezometrici specifici per accertamenti oscillazione falda - Fattibilità viabilistica (mezzi di superficie) - Attraversamenti pedonali e/o carrabili del Naviglio +parcheggi	Partecipazione popolazione Riqualificazione parziale del sistema di canalizzazione esistente Riqualificazione rapporto tra acqua e città e territorio Analisi costi- benefici Proposta di rinnovamento del traffico veicolare, favorendo il trasporto pubblico e la mobilità dolce Produzione di energia con micro-turbine + utilizzo dell'acqua per pompe di calore + scavi per teleriscaldamento

4 Bibliografia di riferimento

- AA.VV. (2000). *Le vie d'acqua: rogge, navigli e canali*. Milano: Mondadori Electa.
- AA.VV. *Acqua e agricoltura*. Milano: Provincia di Milano.
- AA.VV. (1991). *I Celti*. Milano: Bompiani.
- AA.VV. (1991). *I Celti. Catalogo della Mostra* (Venezia, Palazzo Grassi 1992). Milano: Bompiani.
- Anedi, G. (2002). *Giochi d'acqua in villa: le peschiere*. In *I Navigli. Da Milano lungo i canali: la bellezza nell'arte e nel paesaggio*. Milano: CELIP.
- Angell, N. (2007). *Mesures de qualitat de vida i satisfacció ciutadana: noves tendències, subjectivitat i canvis d'escala*. 1r Congrés UPC Sostenible 2015. Barcelona: Centre per la Sostenibilitat .
- Associazione Italia Nuova. (1968). Conservazione delle risorse naturali e salvaguardia del patrimonio paesistico in relazione ai problemi di inquinamento . 4° convegno su gli sviluppi di Milano. Milano: tipografia De Silvestri di Baldini & Ghezzi.
- Barozzi, M. F. (1994). *I Celti e Milano. L'avventura celtica tra storia e mito nel Nord Italia*. Milano: Edizioni delle Terra di Mezzo.
- Bateson, G. (1976). *Verso un'ecologia della gente* . Milano: Adelphi.
- Becattini, G. (2011). La lunga marcia degli studi economici verso il territorio. *Contesti. Città, territori, progetti*. (2).
- Beltrame, G. (2002). La darsena di Porta Ticinese dalle origini ai progetti del 1946. In AA.VV., *I Navigli. Da Milano lungo i canali: la bellezza nell'arte e nel paesaggio*. Milano: CELIP.
- Berner, K. F. (2002). *Analisi del rapporto fra l'acqua e lo spazio nella definizione dell'ambiente urbano: il caso di Milano*. Milano: Tesi di dottorato - Politecnico di Milano.
- Bettini V., *Elementi di Ecologia Urbana*, Einaudi, Torino 1996
- Betri, M. L. (2002). La maglia irrigua nella "patria artificiale lomabrda". In AA.VV., *I Navigli. Da Milano lungo i canali: la bellezza nell'arte e nel paesaggio*. Milano: CELIP.
- Bevilacqua (2009) *Miseria dello sviluppo*. Roma, Laterza.
- Biscardini R. Cassone A. (2012). Riaprire i Navigli si può. Un grande progetto per Milano. Milano: Centro Studi Biblion.
- Bolchi, P., Diappi, L., & Regina, P. (2013). Energia e morfologia urbana. Valutazione integrata economia, energia, ambiente. Roma: ENEA.
- Bologna, G. (2002). Le acque e i castelli. In AA.VV., *I Navigli. Da Milano lungo i canali: la bellezza nell'arte e nel paesaggio*. Milano: CELIP.
- Botteri, S. M. (2011, marzo). L'igiene è l'abitudine dei tempi moderni. Una volta il contatto con l'acqua era ritenuto malsano e nella città regnavano le puzze. *Focus Storia* .
- Bricchetti, E. (2002). Giuseppe meda e la nascita del Naviglio di Paderno. In AA.VV., *I Navigli. Da Milano lungo i canali: la bellezza nell'arte e nel paesaggio*. Milano: CELIP.
- Brivio, E. (2002). Il Duomo e i navigli. In AA.VV., *I Navigli. Da Milano lungo i canali: la bellezza nell'arte e nel paesaggio*. Milano: CELIP.
- Cacciari, P. (2010, ottobre 8-14). Cosa sono i beni comuni? *Carta* .
- Caporusso, D. (2002). Vie d'acqua e canali nella Milano romana. In AA.VV., *I Navigli. Da Milano lungo i canali: la bellezza nell'arte e nel paesaggio*. Milano: CELIP.
- Capusso, D. e. (2010). C'era un volta Mediolanum. *Archeo. Attualità del passato* (307).
- Caputo P., *Metodi di valutazione e indicatori dell'impronta ambientale a scala urbana*, Il porgetto sostenibile n. 27, 2010.
- Carpenter, S., Walker, B., Anderies, J. M., & Abel, N. (2001). From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What? *Ecosystems* .
- Cattaneo, C. (1990). *Scritti su Milano e la Lombardia*. Milano: Rizzoli.
- Chiappa Mauri, L. (1998). *I mulini ad acqua nel milanese (secoli X-XV)*. Milano: Prometheus.
- Chiappa Mauri, L., & Fantoni, G. (2001). *il Libro de li Prati del Monastero di Chiaravalle*. Milano: Provincia di Milano.
- Clementi M., Dessi V., Lavagna M. (a cura di), *La rivoluzione sostenibile: territorio città architettura*, Maggioli Ediotore, Santarcangelo di Romagna, 2009.
- Colombo, A. (1994). *Milano romana*. Milano: Meravigli.

- Comincini, M. (2002). Il Ticinello e il Navigium de Gazano. In AA.VV., *I Navigli. Da Milano lungo i canali: la bellezza nell'arte e nel paesaggio*. Milano: CELIP.
- Common M., S. S. (2008). *Introducción a la Economía Ecológica*. Barcelona: Editorial Reverté, S.A.
- Corio, B. (1857). *Storia di Milano*. Milano: Topografia Lombardi.
- Cracco Ruggini, L. (1990). Milano da "metropoli" degli Insubri a capitale d'Impero: una vicenda di mille anni. *Milano capitale dell'Impero romano (286- 402 d.C.)*. Milano.
- De Finetti, G. (2006). *Milano: costruzione di una città*. Milano: Hoepli Editore.
- de la Riva, B. (2009). *Le meraviglie di Milano*. Milano: Fondazione Lorenzo Valla- Arnoldo Mondadori.
- Dematteis, G. (2011). Un dialogo tra scuole: SLoT e autosostenibilità culturale. *Contesti. Città, territori, progetti*. (2).
- Denti, G. (2012). *Milano e l'acqua. Storia, storie e progetti*. Milano: Maggioli.
- Di Paolo, N., van den Bergh, J., & Nijkamp, P. (2005). La valutazione della biodiversità attraverso indicatori economici ed ecologici di biodiversità. En F. Girard, & P. Nijkamp, *Energia, Bellezza, Partecipazione: la sfida della sostenibilità*. Milano: Franco Angeli.
- Downton, P. (2009). *Ecopolis: Architecture and cities for a changing climate*. Collingwood: Springer.
- F. Braudel. (1994). *Civiltà e imperi del Mediterraneo nell'età di Filippo II*. Torino: Einaudi.
- Fara G. M. e Braga A. (1968). La relazione ufficiale sul tema: aspetti igienico sanitari. *4° convegno su gli sviluppi di Milano* (p. 325). Milano: tipografia De Silvestri di Baldini & Ghezzi.
- Frangioni, L. (2002). Poiché l'acqua era la migliore via. In *I Navigli. Da Milano lungo i canali: la bellezza nell'arte e nel paesaggio*. Milano: CELIP.
- Frey, H. (1999). *Designing the city - towards a more sustainable urban form*. London : E & FN SPON.
- Frey, H. (2000). Not green belts but green wedges: the precarious relationship between city and country. *Urban design International*, 13-25.
- Gauzin-Müller, D. (2002). *Arquitectura Ecológica*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Graziano, P. (2012). Rischio, vulnerabilità e resilienza territoriale. *Quaderni del dipartimento di scienze economiche e sociali* (87).
- Guardigli, L. (2002). Navigli come boulevards, secondo Stendhal. In AA.VV., *I Navigli. Da Milano*
- Holling, C. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Reviews* (23).
- Holling, C., & Walker, B. (2003). <http://isecoeco.org/pdf/resilience.pdf>. Tratto il giorno 2012 da <http://isecoeco.org/>.
- Hopkins R. (2010) *Manuale pratico della transizione*, Bologna: Arianna Editrice.
- Jacobs, J. B. (1971). *L'economia della città*. Milano: Garzanti.
- Knudsen, B. F. (2008). Density and Creativity in U.S. Regions. *Annals of the Association of American Geographers* (98 (2)), 461-478.
- Le Corbusier. (1973). *Verso un'architettura*. (P. C. Nicolini, Trad.) Milano: Longanesi.
- Livio, T. (2003). *Storia di Roma dalla fondazione (59 a.C. - 17 a.C.)*. Milano: Biblioteca Universale Rizzoli.
- Los, S. (1990). *Regionalismo dell'architettura*. Padova: Franco Muzzio & c. editore S.p.a.
- Lynch, K. (2008). *Progettare la città. La qualità della forma urbana*. Torino: Etas Libri.
- Magnaghi, A. (2010). *Il progetto locale*. Torino: Bollati Boringhieri Editore s.r.l.
- Malara, E. (2002). Il porto circolare di Milano e Bovesin. In AA.VV., *I Navigli. Da Milano lungo i canali: la bellezza nell'arte e nel paesaggio*. Milano: CELIP.
- Marani, P. C. (2002). Leonardo e il naviglio di San Cristoforo. In AA.VV., *I Navigli. Da Milano lungo i canali: la bellezza nell'arte e nel paesaggio*. Milano: CELIP.
- Melià P., *L'evoluzione degli indicatori di benessere: dall'economia agli indici di sostenibilità*, Il progetto sostenibile n.27, 2010.
- McDonough, W. & (2003). *Dalla culla alla culla*. Torino: Filodierba.
- Odum, E. P. (1988). *Basi di ecologia*. Padova: Piccin Nuova Libreria.
- Odum, E. P. (1987). *Fondamenti di ecologia*. Padova: Piccin.
- Pasolini, P. P. (2008). *Scritti corsari*. Milano: Garzanti Libri.
- Patel, R. (2012). *Il valore delle cose e le illusioni del capitalismo*. Milano: Feltrinelli.
- Pennacchia, C. (2002). Il laghetto di San Marco. In AA.VV., *I Navigli. Da Milano lungo i canali: la bellezza nell'arte e nel paesaggio*. Milano: CELIP.
- Perogalli, C. (2002). Delitti sui navigli: le coperture. In AA.VV., *I Navigli. Da Milano lungo i canali: la bellezza nell'arte e nel paesaggio*. Milano: CELIP.
- Piganiol, A. (2010). *Le conquiste dei romani. Fondazione e ascesa di una grande civiltà*. Milano: Il Saggiatore.

- Pirenne, H. (1974). *Le città del medioevo*. Bari: Laterza.
- Poggi, F. (1911). *Le fognature di Milano*. Milano: Comune di Milano.
- Poli, D. (2011). Un approccio che viene da lontano: teorie e azioni della scuola territorialista italiana fra XX e XXI secolo. *Contesti. Città, territori, progetti*. (2).
- Polibio. (2001). *Storie - vol II*. Milano: BUR Biblioteca Universitaria Rizzoli.
- Prusicki, M. (2012). La valle della Vettabbia risorge. In AA.VV., *La valle dei Monaci. Un territorio con origini antiche torna a vivere per Milano*. milano: Nexo editore.
- Rossi, A. (1978). *L'Architettura della città*. Milano: Clup.
- Rosti, G. (2009). *Fiumi e canali della città d'acqua. Brevi appunti sulle acque superficiali milanesi*. Milano: www.acquafallata.it.
- Rosti, G. (2009). *Le risorse idriche sotterranee della città d'acqua. Brevi appunti sulle caratteristiche idrogeologiche delle falde milanesi*. Milano.
- Rueda, S. (1995). *Ecologia urbana*. Barcelona: Editorial Beta. .
- Rueda, S. (2012). *El urbanismo ecológico*. Barcelona: BCNecologia.
- Russo, L. (2003). *La rivoluzione dimenticata. Il pensiero scientifico greco e la scienza moderna*. Milano: Feltrinelli Editore.
- Sachs, A. C. (2007). *Per un futuro equo. Conflitti sulle risorse e giustizia globale*. : . Milano: Feltrinelli.
- Scudo G. (2012) *Ambiente esterno*, in Piano R. *Almanacco dell'architetto*, Milano: Proctor Edizioni S.p.a,
- Sereni, E. (1961). *Storia del paesaggio agrario italiano*. Bari: Laterza.
- Stella, A. (. (1992). *Gli statuti delle strade e delle acque del contado di Milano*. Milano: Edizioni LED.
- Strabone. (64 a.C. - 19 d.C.). *Geografia*. Amasea .
- Tiezzi, E. (2006). *Verso una fisica evolutiva. Natura e tempo*. Roma: Donzelli Editore.
- Tinelli, R. (2002). Rendendo navigabile l'Adda fino a Milano. In AA.VV., *I Navigli. Da Milano lungo i canali: la bellezza nell'arte e nel paesaggio*. Milano: CELIP.
- Treccani degli Alfieri, G. (1960). *Storia di Milano*. Milano: Fondazione Treccani degli Alfieri per la storia di Milano.
- Ulanowicz, R.E. (1986). *Growth & Development: Ecosystems Phenomenology*. New York: Springer-Verlag.
- Ulanowicz, R.E. 2002. *The balance between adaptability and adaptation*. New York: BioSystems.
- UNEP. (2005). *Climate change. The role of the cities*. . Nairobi.
- Vercelloni, V. (1989). *Atlante storico di Milano, città di Lombardia* . Milano: Edizioni L'Archivoltò.
- Verri P., Urbani G., Ogliari F. (2003). *Storia di Milano/ Pietro Verri*. Genova : Piazza de Ferrari.
- Von Bertalanffy, L. (2006). *Teoria generale dei sistemi*. . Milano: Mondadori.
- Zocchi, P. (2008). *Il Comune di Milano e la salute della popolazione nell'Ottocento preumanitario, in Popolazioni che cambiano. Studi di geografia della popolazione*. Milano: Franco Angeli.