

La datazione georeferenziata della rete acquedottistica Studio alla base della redazione della mappa del rischio della rete idrica della Città di Milano

Stefano Tani. MM Spa, s.tani@mmspa.eu - Dott.PhD Matteo Mattavelli. MM Spa, m.mattavelli@mmspa.eu - Giovanni Meroni, g.meroni@mmspa.eu - Arch. Maria Antonietta Breda. POLIMI, mantonietta.breda@polimi.it - Prof. Mariacristina Giambruno. POLIMI, mariacristina.giambruno@polimi.it - Arch.PhD Rosa Maria Rombola. POLIMI, rosamaria.rombola@polimi.it

Parole chiave: Mappa del rischio, Datazione rete acquedottistica, Geo DB, Piano Interventi

ABSTRACT

L'utilizzo dei dati geografici è prassi consolidata in MM: gli asset (reti e impianti) del Servizio Idrico Integrato (SII) della città di Milano sono completamente georeferenziati, digitalizzati e strutturati secondo un modello dati che risponde ai migliori standard gestionali e, comunque, di catasto nel rispetto di quanto richiesto da Regione Lombardia e dal MISE (SINFI). Il GIS MM viene oggi utilizzato per la gestione di diverse attività del SII attraverso geoportali dedicati costruiti con tecnologia ESRI/Geocortex e sviluppati in collaborazione con Geographics s.r.l.. La datazione georeferenziata della rete acquedottistica della Città di Milano è aspetto fondamentale per la definizione della mappa del rischio, strumento utile alla previsione delle possibili rotture e quindi alla pianificazione degli interventi di rinnovamento della rete.

1.Introduzione

Una importante criticità di molti acquedotti sono le perdite idriche, nonostante l'acquedotto della Città di Milano non sia affetto da un elevato livello di perdite, MM conferisce la massima importanza al problema ed ha intrapreso negli ultimi anni un preciso percorso con l'intento di prevedere e quindi anticipare le grandi rotture sulle proprie tubazioni.

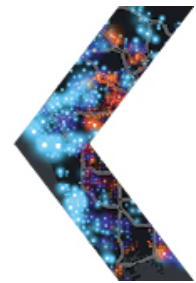
MM ha cercato di individuare i fattori che influiscono sul ciclo di vita di una tubazione per sviluppare una vera e propria Mappa del rischio associando pertanto a ciascuna tubazione un preciso valore di rischio di rottura, che potrebbe indicare al Gestore su quali tubazioni intervenire prima che le perdite si manifestino. Tra i diversi parametri individuati e da definire vi è la vetustà delle tubazioni.

MM ha quindi ricostruito la storia di ciascuna tubazione della rete acquedottistica milanese tramite la collaborazione con il dipartimento DASTU del Politecnico di Milano che ha sviluppato la sua attività di ricerca su piattaforma GIS ESRI.

La datazione è diventata pertanto un indicatore per misurare lo stato di usura della rete. La lettura critica del materiale storico ha permesso di datare, con la realizzazione di mappe GIS, con data precisa il 70% della rete dal 1889 sino agli anni più recenti, o di individuare un periodo di posa (soglia) di riferimento qualora non fosse possibile dalle fonti a disposizione indicare la data in modo univoco (25%). Il dato storico è riassunto in un database interrogabile ed implementabile che si traduce in rappresentazioni grafiche GIS, utili a studiare le relazioni tra l'acquedotto e la città di Milano.

Anche grazie a questo progetto l'attuale gestione dell'asset rete acquedotto di MM dispone di un sistema di supporto decisionale che si basa anche sulla conoscenza storica informatizzata e resa facilmente accessibile. Il DSS creato risulta accurato e di semplice consultazione e raggiunge lo scopo di una gestione più efficiente e sostenibile della rete acquedottistica di Milano oltre che un imprescindibile elemento di supporto per la definizione degli interventi di rinnovamento della rete acquedottistica.





2. L'esigenza

Una efficiente ed efficace gestione della rete acquedottistica si intreccia con la necessità di possedere e controllare un ingente numero di informazioni differenti tra loro, tra cui, non ultima, la datazione delle diverse tratte.

Una datazione georeferenziata che non abbia solo uno scopo squisitamente conoscitivo della storia dello sviluppo della città attraverso le sue infrastrutture, ma possa anche contribuire alla realizzazione della mappa del rischio della rete acquedottistica cittadina, collegando l'età del sistema di tubazioni poste in opera con la loro possibile obsolescenza e possibilità di rottura.

La corretta definizione delle date di posa in opera del sistema, attraverso l'uso di fonti storiche plurime e diverse per avere un livello di attendibilità il più preciso possibile, può infatti fornire un supporto di carattere scientifico alle decisioni e alla valutazione tecnica del ciclo di vita della rete, per una più efficace pianificazione e programmazione degli interventi di manutenzione.

3 La soluzione

Per organizzare i dati storici relativi alla cronologia del sistema di tubazioni acquedottistiche, la soluzione ottimale è stata la realizzazione di un database interrogabile, a partire da quello utilizzato da MM per la gestione ordinaria, che consente di avere come output mappe tematiche che individuano con colori differenti la data di posa delle diverse componenti della rete idrica.

La ricerca qui presentata ha utilizzato in tutte le fasi le potenzialità GIS: l'archiviazione del dato che si traduce in rappresentazioni grafiche, utili ad individuare immediatamente il tratto interessato ma anche a studiare le relazioni tra l'acquedotto e la città; l'interrogazione, l'implementazione e la modifica delle informazioni, per avere un riscontro immediato e per verificarle, aggiornarle e approfondirle.

L'acquedotto è, infatti, un sistema articolato e complesso, che ha seguito la crescita della città nel "sottosuolo". In questa chiave la vestizione grafica delle datazioni ha permesso di valutare la coerenza delle date attribuite rispetto al sistema urbano complessivo; attraverso tale metodo la data è stata messa in relazione con altre informazioni: mappe storiche georeferenziate, data di costruzione delle centrali di pompaggio, della fognatura, dei grandi quartieri di Edilizia popolare, di strutture pubbliche quali Ospedali ed Università, etc..

Ciascun strato informativo può essere visualizzato da solo oppure insieme ad altri strati informativi, generando un sistema della conoscenza "dinamico" nel quale le relazioni e l'interrogazione dei dati permette di dedurne altri, di verificarli, aggiornarli e approfondirli durante tutte le fasi della ricerca.

In questa chiave il Sistema Informativo costruito si configura come un archivio interrogabile, implementabile e modificabile di dati traducibili in informazioni grafiche.

3.1 Metodo di lavoro e criteri per l'attribuzione della datazione

Per attribuire la datazione alla rete acquedottistica milanese si è operato confrontando e leggendo comparativamente diverse fonti documentarie (Tabella 1), reperendo ulteriore materiale, ove necessario, rispetto a quanto conservato e messo a disposizione per la ricerca da MM.

Dopo una preliminare indagine di verifica di quali fossero gli archivi che conservavano documentazione sull'argomento, si è consultato il materiale archivistico presente presso la Cittadella degli Archivi di Milano che conserva numerosi documenti relativi all'Acquedotto Civico (Fondo Storico "Acqua potabile", con documenti dal 1888 al 1927; fondo "corrente" contenente le pratiche relative alla costruzione delle Centrali, alla fornitura di tubi, alla manutenzione della rete, e agli interventi necessari al funzionamento del Servizio di Acqua potabile, nel periodo 1925-1980).

Un secondo archivio consultato è stato l'Archivio Storico Civico, ove si trovano le informazioni relative a quale fosse la fonte di approvvigionamento idrico degli edifici milanesi nel periodo compreso tra il 1888 e il 1925.

La ricerca delle fonti è stata parte fondamentale dello studio e l'analisi approfondita dei documenti reperiti ha permesso di comprendere come essi siano numerosi ma disomogenei per modalità e tipologia delle informazioni fornite. Una buona parte del lavoro è, quindi, consistita nell'individuare, leggere, comprendere, interpretare i documenti e verificare la coerenza dei dati desunti e da essi riportati.





Tabella 1 Fonti per la datazione della rete acquedottistica milanese

<i>anno</i>	<i>documento</i>
1884	Carta Tecnica Comunale
1888	Progetto per il primo tratto di Acquedotto
1888-1925	Visite Igienico sanitarie, verbale Terza visita
1889	Progetto per l'ampliamento dell'Acquedotto
1890	Planimetria di progetto della rete d'acquedotto
1890-1956/1959	Tele
1910	Carta Tecnica Comunale
1912	Planimetria della rete d'acquedotto della città di Milano
1914	Carta Toponomastica Comune di Milano
1925	Planimetria della rete d'acquedotto della città di Milano
1929-2006	Registri e Quaderni
1930	Carta Tecnica Comunale
1937	Schemi della rete d'acquedotto
1946	Schema generale della rete principale d'acquedotto
1946	Carta Tecnica Comunale
1950 – 1999 ca	Fascette
1952	Amerigo Belloni, <i>L'acquedotto milanese l'approvvigionamento idrico della città di Milano dal 1892 al 1951</i> , Ulrico Hoepli Editore, Milano
1956	Carta Tecnica Comunale
1981	Vittorio Motta, <i>L'acquedotto di Milano</i> , Ufficio stampa del Comune di Milano, Milano
2018	Maria Antonietta Breda, Gianluca Padovan <i>Archeologia dell'Acqua potabile a Milano. Dagli antichi pozzi ordinari al moderno sistema di acquedotto urbano</i> , BAR International Series 2894, Oxford
Altri dati utilizzati per la datazione	
Epoche di utilizzo dei materiali: Ghisa grigia, Acciaio, Ghisa Sferoidale (ottenute con la ricerca storica).	
Epoca costruzione e modifica delle Centrali (ottenuta con la ricerca storica, informazioni inserite nel GIS)	
Epoca di costruzione della fognatura (dato fornito da MM Spa)	
Epoca costruzione Edilizia Economico Popolare (ottenuta con la ricerca storica, informazioni inserite nel GIS)	
Epoca di costruzione della metropolitana (ottenuta con la ricerca storica, informazioni inserite nel GIS)	
Datazioni degli interventi della ghisa sferoidale successivi al 1988 (forniti dall'ente gestore MM ed elaborati dal personale in base alla loro esperienza, informazioni inserite nel GIS)	

Dall'analisi approfondita dei documenti reperiti e disponibili si è verificato che la data di posa precisa era desumibile solo dalle cosiddette "Fascette" dal momento che mappe e planimetrie fotografavano una situazione esistente ad un dato anno e nei Registri, sia pure fossero indicati il mese e l'anno di realizzazione dell'intervento, non era desumibile l'esatta tratta di tubazioni cui si riferiva, se non nel caso in cui fosse riportato il numero civico.

Per le porzioni di rete per le quali non è stato possibile fornire una datazione precisa ("datazione georeferenziata"), sono state individuate soglie temporali durante le quali gli interventi di posa vennero realizzati.

Per l'attribuzione della realizzazione di un dato tratto di rete ad una soglia temporale sono stati utilizzati per confronto tutti i documenti reperiti e a disposizione.

L'interpretazione e la georeferenziazione delle fonti più significative ha condotto a circoscrivere 6 Soglie Storiche entro cui ascrivere la realizzazione della parti della rete altrimenti non databili, più una settima (somma della prima più la seconda).





Le soglie individuate sono state:

1. **Dal 1890 al 1928.** Fonti: Planimetria generale, 1890; Planimetria generale della rete di distribuzione dell'acqua, 1912; Planimetria generale della rete di distribuzione dell'acqua, 1925.
2. **Dal 1829 al 1949.** Le fonti utilizzate sono le Tele, i Registri e la data di costruzione delle centrali di pompaggio. Il 1929 apre la seconda Soglia in quanto a partire da questa data si inizia la compilazione dei Registri. Il 1949 chiude la Soglia in quanto gli interventi realizzati durante questo arco temporale vengono riportati nelle Tele e man mano che i 76 fogli sono stati analizzati si è verificato che in tutti la grafia è differente tra gli interventi precedente gli anni Cinquanta e quelli successivi. La tecnica di aggiornamento del lucido consisteva nel "grattare" il vecchio inchiostro per aggiornare l'intervento oppure nel ridisegnarlo ex novo per i nuovi interventi. Questo dato delle ricerca è confermato anche dalle Fascette che iniziano ad essere prodotte a partire dal 1950 e nelle quali c'è sempre una corrispondenza tra l'intervento documentato e il suo aggiornamento nelle Tele.
- 1.+2. **Dal 1890 al 1949.** Le Planimetrie 1890, 1912, 1925 non riportano i condotti con diametro inferiore a 200, pertanto per datare questi interventi si è scelto di introdurre una soglia, che include le prime due soglie, utilizzata solo per datare agli interventi con diametro inferiore ai 150 mm e documentati nelle Tele.
3. **Dal 1950 al 1959.** Le Fonti utilizzate sono le Tele e la data di costruzione e modifica delle Centrali di pompaggio
4. **Dal 1960 al 1969.** Le Fonti utilizzare sono le Tele, la data di costruzione e modifica delle Centrali di Pompaggio e la data costruzione della Metropolitana.
5. **Dal 1970 al 1998.** Fonte utilizzata l'uso della ghisa sferoidale. Il 1970 assume il valore di soglia in quanto da quell'anno, accanto alla ghisa grigia e all'acciaio, si inizia ad utilizzare la ghisa sferoidale.
6. **Dal 1999 al 2020.** Fonte utilizzata datazioni degli interventi in ghisa sferoidale fornite dall'ente gestore MM ed elaborata dal personale in base alla loro esperienza.

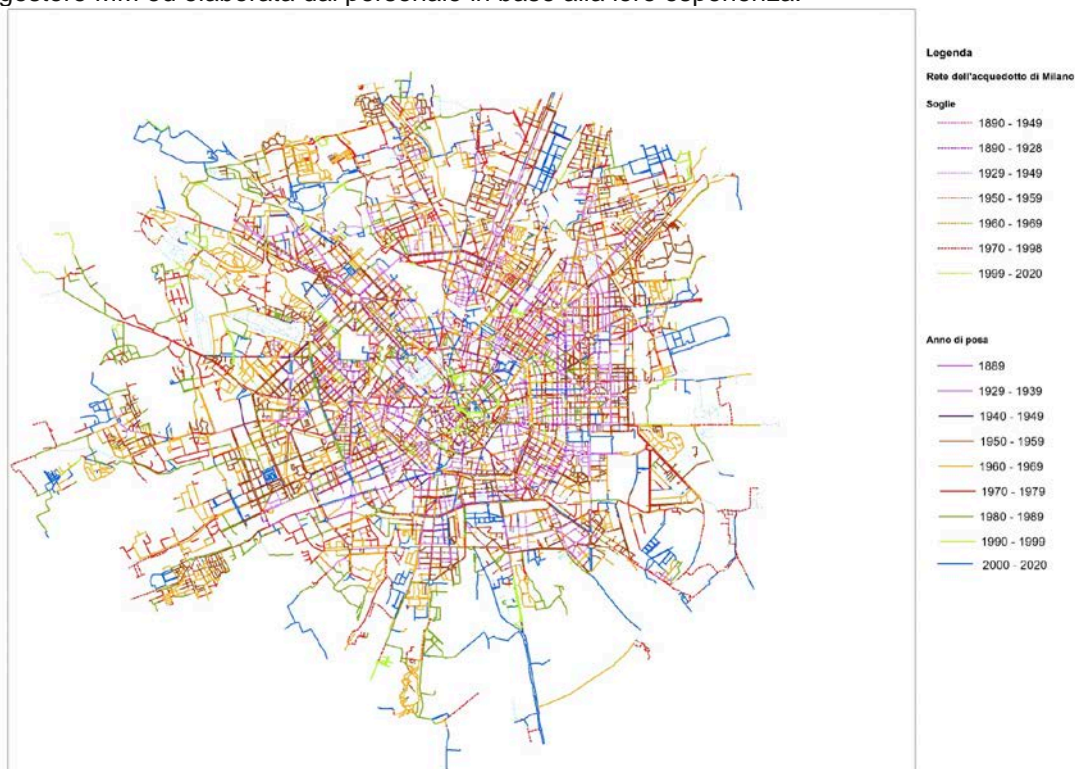
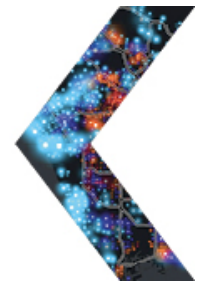


Figura 1. Rete dell'Acquedotto di Milano 1889-20.





4. Il cambiamento

4.1 Implementazione dei campi del database per la datazione e modalità per la loro compilazione

La prima operazione per la costruzione del database è stata, come si accennava in precedenza, l'implementazione con campi specifici di quello già esistente utilizzato da MM che riporta informazioni relative ai materiali, al diametro e alla lunghezza delle tubazioni in opera.

I campi introdotti specificatamente per la datazione sono stati "Data di Posa", "Fonte", "Posa precedente", "Soglia", "Periodo di Posa", "Anno di posa".

In 'Data di posa' è riportata la datazione georeferenziata del tratto individuato; in 'Fonte', la fonte attraverso la quale è stato possibile attribuire la datazione; in "Posa precedente", un campo compilato solo parzialmente per alcune porzioni di città in relazione ai dati disponibili, i tratti della rete che avevano subito sostituzioni; in 'Soglia', il periodo temporale a cui ascrivere la posa di quei tratti per cui non è stato possibile la datazione precisa; in 'Periodo di posa', l'eventuale circoscrizione temporale della soglia; in 'Anno di posa, fondamentale per l'interrogazione dei dati e per la rappresentazione grafica dell'intero sistema, è stato ripetuta la data georeferenziata o un numero che contraddistinguesse la soglia temporale (1, 1890 – 1928; 2, 1929 – 1949; 3, 1950 – 1959; 4, 1960 – 1969; 5, 1970 – 1999; 6, 2000 – 2020); 12, 1890 – 1949). Differenziando la grafia delle datazioni da quella delle soglie (tratto continuo e tratteggio) e attribuendo colori diversi agli interventi datati per ciascun decennio e alle sette soglie, si è originata una mappa interrogabile, implementabile e modificabile, che restituisce le trasformazioni e lo sviluppo della rete dal 1889 al 2020.

La mappa si è composta durante tutte le fasi della ricerca assemblandosi come una sorta "puzzle" dove per soglia o per decenni risultano leggibili le fasi di crescita della rete in relazione alla città e la coerenza dei dati rispetto al sistema complessivo.

La datazione ha riguardato 1.742 Km di rete; di questi sono stati datati in totale 1.645 di cui 1.107 Km con una data precisa mentre 548 km con una soglia temporale (Tabella 2). Con la datazione si è potuto constatare che la rete più antica, quella precedente gli anni Cinquanta, è stata per circa la metà sostituita, mentre quella realizzata a partire dagli anni Cinquanta sino alla fine degli anni Settanta è ancora in gran parte esistente. In conclusione si può affermare che il 64% della rete milanese ha più di 50 anni.

Tabella 2 Datazione della rete acquedottistica milanese

Anno di posa	Km	Soglia temporale	Km		Km
1889	2,4	1890 - 1928	84	con data georeferenziata	1107
1929 - 1939	74,5	1929 - 1949	84,2	in soglia temporale	538
1940 - 1949	2,1	1890 - 1949	99,2	non datata	97
1950 - 1959	230,5	1950 - 1959	125,6		
1960 – 1969	350	1960 - 1969	61,4		
1970 - 1979	161	1970 - 1998	78,2		
1980 - 1989	152	1999 - 2020	5,4		
1990 1999	44	Totale	538		
2000 2018	90,5			Totale	1742
Totale	1.107				

4.2 Le potenzialità del GIS per la ricerca storica





Condurre una ricerca storica su un sistema attivo in continua mutazione e aggiornamento, così come richiede la funzione vitale di portare l'acqua potabile nelle case dei cittadini, non è certamente né agevole né sperimentato come nel caso del patrimonio architettonico.

Si è già visto come le fonti documentali siano differenti e, a volte, frammentarie per epoca e informazioni contenute. In più, considerato l'obiettivo di supportare e affiancare la mappa del rischio, era necessario che le informazioni si riferissero con precisione ai differenti tratti che compongono la rete acquedottistica. L'uso delle tecnologie GIS hanno permesso da un canto di riportare su coordinate reali le date degli interventi certi, dall'altro hanno consentito di mettere in relazione fonti e dati disomogenei che, opportunamente comparati ed interpretati, hanno supportato l'individuazione delle datazioni per soglie.

In questa chiave un sistema informativo per la ricerca storica urbana può diventare un "archivio" interrogabile, implementabile e rapidamente aggiornabile, di dati che hanno il valore aggiunto di poter essere tradotti in informazioni grafiche. Questo permette di studiare le relazioni tra l'oggetto della ricerca e il contesto nel quale esso si sviluppa, fondamentale per ricostruire la storia urbana e, nello specifico caso, mettere in relazione la città 'sotterranea', l'acquedotto, con quella in superficie e leggerne le strette relazioni di causa-effetto.

Come già si diceva, la conoscenza assume in questo modo una forma "dinamica" che dà origine ad un sistema complesso e interattivo, nel quale la relazione e l'interrogazione dei dati permette di dedurre altri e di approfondirli in momenti successivi anche distanziati nel tempo.

4.3 Dalla datazione georeferenziata alla mappa di rischio

La datazione storica è stata utilizzata per calcolare il tasso di deterioramento delle condotte idriche, il parametro più importante nell'analisi della vulnerabilità della rete di distribuzione di MM.

L'immagine seguente mostra il numero di riparazioni registrate nella serie storica (asse Y) e l'età della condotta (asse X, calcolata dal 2020). In generale, si presuppone una correlazione positiva tra questi due parametri, in altre parole un aumento dell'età della condotta si assume comporti un aumento del numero di riparazioni; supposizione validata dalle linee di regressione del grafico sottostante che hanno tutte una pendenza positiva:

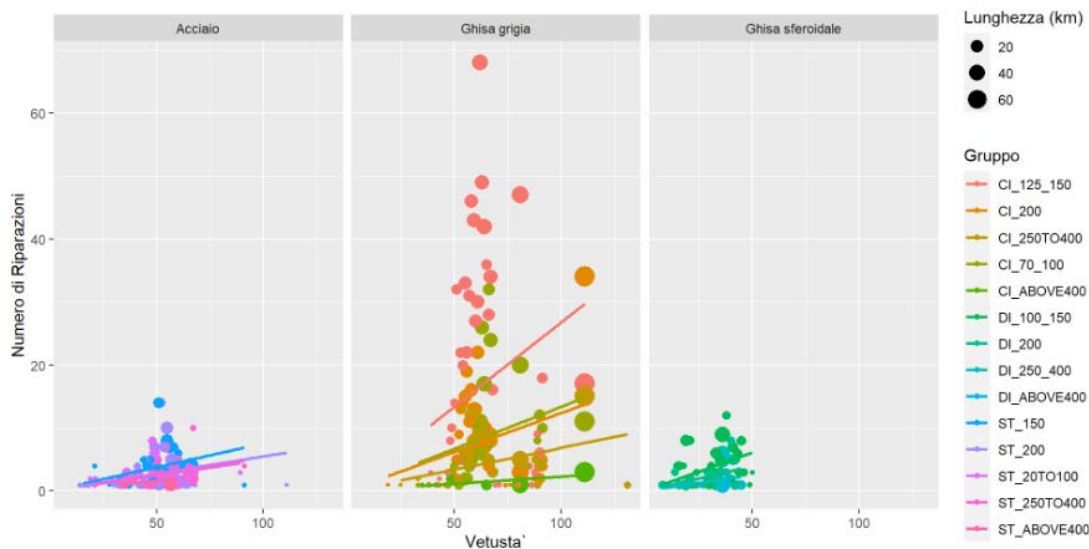
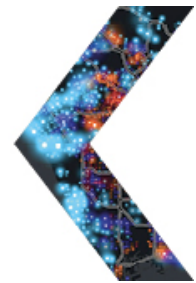


Figura 2. Numero di riparazioni su vatustà con regressione

Non tutte le classi di età però si conformano con questa regola generale. In particolare, condotte posate intorno alla fine degli anni '50 e l'inizio degli anni '60 tendono a far registrare picchi di riparazioni sia per la ghisa grigia che per l'acciaio. Le pendenze delle linee di regressione sopra permettono di calcolare un valore atteso di rotture per ogni condotta della rete di MM semplicemente moltiplicando la pendenza per l'età della condotta. Si parla di valore atteso perché il modello permette di calcolare un valore di riparazioni basato sull'età che non è il numero reale di riparazioni avvenute nella serie storica, ma un valore di riferimento che tiene conto del tasso di deterioramento del gruppo al quale ogni condotta





appartiene. Questi valori possono essere utilizzati per determinare la baseline del rischio, prima di iniziare l'investigazione con i fattori ambientali che concorrono alla definizione della classe di rischio di appartenenza di ogni tratto di tubazione.

Tabella 3: Matrice di rischio utilizzata

Number of repairs expected in year x for pipe (varies with time)	Deterioration rate of cohort (model gradient) (fixed with time)		
	<0.03 repairs/yr	0.03-0.04 repairs/yr	>0.04 repairs/yr
Lower tercile (0 to 33 percentile)			
Middle tercile (34 to 66 percentile)			
Upper tercile (67 to 100 percentile)			

Le colonne si riferiscono al tasso di deterioramento calcolato dal modello statistico: un tasso di deterioramento sotto le 0.03 rotture per anno è considerato basso, un tasso tra 0.03 e 0.04 è considerato medio, sopra le 0.04 rotture per anno si considera elevato, come da letteratura. Il tasso di deterioramento è un valore fisso per ogni gruppo e permette di calcolare un numero di riparazioni attese moltiplicandolo per l'età della condotta. Una volta risolta l'equazione lineare per ogni condotta della rete, si ottiene una distribuzione di riparazioni attese che può essere utilizzata per classificare le classi di rischio.

Per aggiornare la baseline del rischio per ottenere un elenco delle condotte più vulnerabili da considerare in maniera prioritaria per eventuali interventi futuri di sostituzione è stata fatta un'analisi dei principali fattori ambientali in relazione alla probabilità di rottura. I parametri considerati sono stati:

Uso del suolo: layer "MAPPING OF INTRA-URBAN SPATIAL DISTRIBUTION OF LAND SURFACE TEMPERATURES (LST) IN MILAN" disponibile sul Geoportale del Comune di Milano che contiene la classificazione dell'uso del suolo. L'analisi è stata eseguita semplicemente paragonando il numero di riparazioni per materiale e per classi di uso del suolo. Dall'analisi risulta che vi sia un aumento di rotture in condotte posate in aree altamente urbanizzate.

Traffico/Linee Tramviarie: Per questa analisi è stato utilizzato un Dataset fornito da MM con i risultati di un'indagine sulle strade più trafficate di Milano. In questa tabella ogni via è stata suddivisa in sezioni a seconda del limite di velocità, del tipo di viabilità e di conseguenza della quantità di traffico. Uno degli indici forniti è la capacità della via, che può considerarsi un dato molto correlato al traffico. Questo indice è stato utilizzato per capire se ci sono classi di strade che hanno fatto registrare una media più elevata di rotture. I risultati mostrano come condotte idriche in via a capacità media facciano registrare in media più rotture. Da un punto di vista ingegneristico ciò non sorprende, per il fatto che in via a traffico elevato le condotte idriche tendono ad essere meglio protette. Da ciò deriva che tra tutte le strade in cui le condotte non hanno protezioni aggiuntive, quelle a traffico relativamente più elevato mostrano un aumento di rotture. Un ultimo dataset analizzato è quello della posizione delle linee tramviarie allo scopo di capire se le rotture registrate particolarmente nel centro di Milano possono essere riconducibili alla presenza dei tram. L'analisi è stata eseguita calcolando la distanza tra ciascuna rottura della serie storica e la linea del tram più vicina, i risultati mostrano chiaramente che in prossimità delle linee tramviarie il numero di rotture aumenta.

4.4 Mappa di rischio

La mappa del rischio finale ha tenuto in considerazione le osservazioni fatte durante l'analisi dei fattori esterni ed ha modificato nel modo seguente le classi di priorità:

- Le condotte posate in suoli con i seguenti usi hanno subito un declassamento del rischio da Alto (High) a Medio-Alto (Medium-High):
 - Continuous urban fabric (S.L.: > 80%)
 - Discontinuous dense urban fabric (S.L.: 50% - 80%)
 - Industrial, commercial, public, military and private units
 - Other roads and associated land





- Lo stesso trattamento hanno ricevuto le condotte posate lungo strade a capacità di traffico tra 2001 e 2500.
- Le condotte posate in prossimità di linee tramviarie e con rischio medio-alto sono state riclassificate a rischio alto.
- Le classi di rischio basso (Low) e medio (Medium) non sono state modificate
- Infine, le condotte di ghisa grigia con un diametro tra i 125 ed i 150 mm e posate nel 1958 sono state incluse in una classe di rischio molto alto (Very-High)

La mappa del rischio presentata sopra permette di determinare le condotte più vulnerabili del network e può essere utilizzata per sviluppare liste di priorità per eventuali interventi di manutenzione e sostituzione. Come accennato, la datazione della rete, che spesso è compresa tra range, comporta che il calcolo del tasso di deterioramento possa essere migliorato da ulteriori studi e dall'affinamento della metodologia descritta in questo paper. Nonostante questo, tutte le evidenze statistiche presentate in questo rapporto ed incluse nella mappa sono pienamente supportate dai dati presenti in letteratura e di conseguenza la mappa del rischio può essere utilizzata con ottima efficacia allo scopo di una quanto più precisa e mirata pianificazione degli interventi manutentivi.

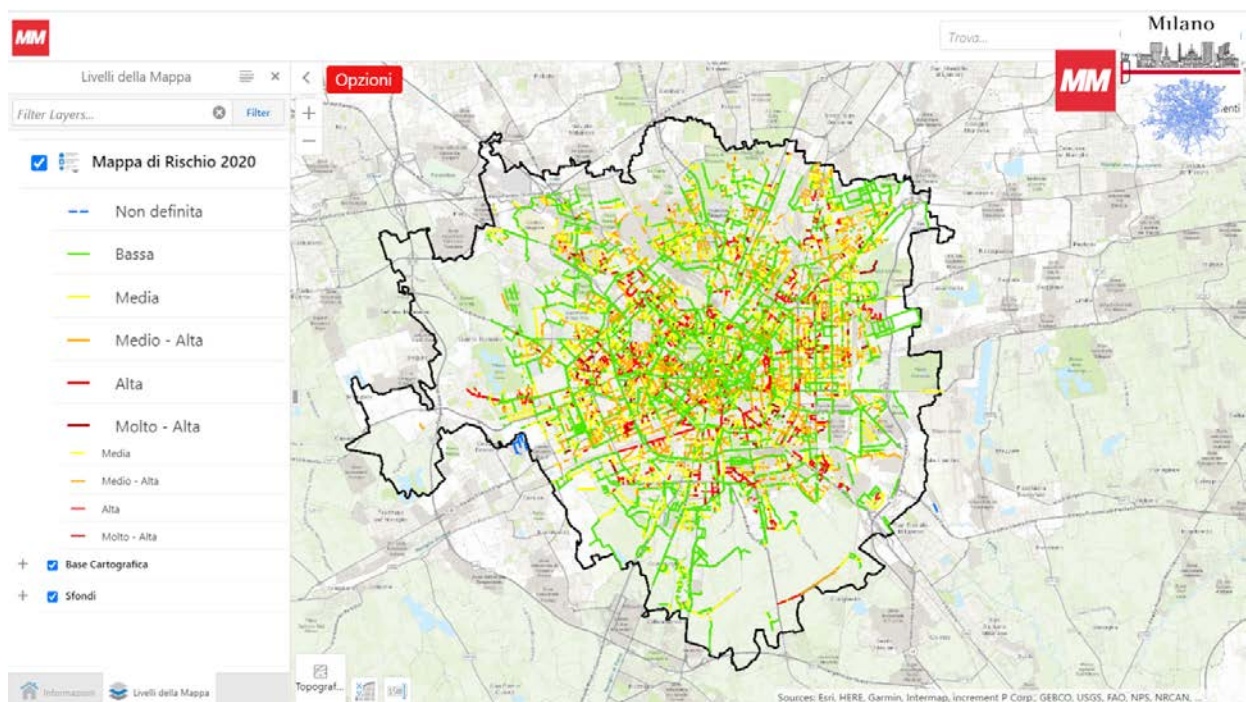


Figura 3. Mappa di rischio su geoportale web per pianificazione interventi

5. Ringraziamenti

Per i contributi forniti si ringraziano: Geographics s.r.l., MM Spa nelle persone di: ing. Teresa Gentile (Responsabile Rete Acquedotto MM) - ing. Serena Fracchia (Responsabile Analisi Tecnica Rete Acquedotto MM) – ing. Massimiliano Vidiri (Analisi Tecnica Rete Acquedotto MM) – geom. Bartocci Davide (Analisi Tecnica Rete Acquedotto MM) – Marisa Mannarino (Cartografia MM).

