POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

# ANALISI PRELIMINARE A SCALA URBANA DEL RISPARMIO DI ACQUA POTABILE CONSEGUENTE ALLA CAPTAZIONE E ALL'USO

*Original*
ANALISI PRELIMINARE A SCALA URBANA DEL RISPARMIO DI ACQUA POTABILE CONSEGUENTE ALLA CAPTAZIONE E ALL'USO
DI ACQUA PIOVANA PER FINI DOMESTICI / Carollo, M., Butera, I., Revelli, R.. - ELETTRONICO. - (2021). (IDRA20202 - XXXVII Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche Reggio Calabria online 14-16 giugno 2021).

*Availability:*
This version is available at: 11583/2862676 since: 2022-02-17T10:29:48Z

*Publisher:*
XXXVII Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche Reggio Calabria, 7-9 Settembre 2020

*Published*
DOI:

*Terms of use:*

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*

(Article begins on next page)

27 November 2026

# ANALISI PRELIMINARE A SCALA URBANA DEL RISPARMIO DI ACQUA POTABILE CONSEGUENTE ALLA CAPTAZIONE E ALL'USO DI ACQUA PIOVANA PER FINI DOMESTICI

***Matteo Carollo[(1)]*, Ilaria Butera[(1)] & Roberto Revelli[(1)]***

*(1) Dipartimento di Ingegneria per l'Ambiente, il Territorio e le Infrastrutture, Politecnico di Torino (Torino)*

**email: matteo.carollo@polito.it*

***ASPETTI CHIAVE***

- *Usare acqua piovana nelle case di Torino ridurrebbe il prelievo d'acqua potabile del 27% annuo*
- *Gli edifici con grandi superfici di tetto pro-capite risultano essere i più efficienti*
- *Il volume ottimale del serbatoio di raccolta è legato all'area del tetto e agli abitanti dell'edificio*
- *È comunque necessaria un'analisi che unisca ai costi economici i vantaggi sociali e ambientali*

## 1 INTRODUZIONE

Nella maggior parte delle abitazioni, l'acqua potabile prelevata dall'acquedotto viene usata anche per dispositivi che in realtà non necessitano di acqua di tale qualità, quali i wc e le lavatrici (e.g. *Campisano et al., 2017, Yannopoulos et al., 2019, Alim et al., 2020*). Come conseguenza di questo fatto da alcuni decenni è sempre più concreta l'idea di ridurre il prelievo di acqua di buona qualità dall'ambiente e di migliorare la gestione delle acque, differenziandone la qualità in base agli usi. In quest'ottica, ad esempio, la progettazione di nuove costruzioni auspica di sostituire parte del consumo domestico di acqua non potabile con l'acqua piovana recuperata dal tetto dell'edificio mediante la costruzione di serbatoi di raccolta e la creazione di impianti duali di distribuzione. Nel caso di edifici già esistenti tale possibilità è sicuramente di più difficile realizzazione ed è pertanto necessaria un'attenta analisi che non può prescindere sia da un bilancio idrico a scala del singolo edificio sia da un'analisi a scala più ampia (ad esempio a scala di quartiere, circoscrizione o intero territorio cittadino) in modo da fornire al decisore politico un valido strumento di analisi alle diverse scale. In questo lavoro si riporta un'analisi del risparmio idrico potenziale degli edifici residenziali della città di Torino, in funzione delle caratteristiche degli edifici presenti nei vari quartieri, della capacità ottimale dei serbatoi installati e della distribuzione degli abitanti e della tipologia dei nuclei famigliari.

## 2 IL METODO E LA SUA APPLICAZIONE AL CASO DI STUDIO

Il metodo utilizzato per quantificare il risparmio idrico e la capienza ottimale del serbatoio è stato sviluppato da *Lúcio et al.* (2020) nell'ambito di uno studio riguardante la città di Lisbona. In questo lavoro la metodologia è stata adattata al caso di studio di Torino (Figura 1).

Per confrontare la necessità idrica di acqua non potabile con la possibilità di raccolta di acqua piovana si è scelto di svolgere la simulazione del bilancio dei volumi in ingresso e in uscita dal serbatoio a scala giornaliera e per un numero di giorni pari alla lunghezza delle serie temporali dell'altezza di pioggia disponibili. La domanda d'acqua non potabile è stata considerata costante nel tempo e pari a 50 litri / (giorno · abitante) (*Lùcio et al*., 2020); l'afflusso meteorico invece è funzione dell'area dei tetti degli edifici e dell'altezza di pioggia rilevata da due stazioni pluviometriche dell'Arpa Piemonte interne alla città (stazione "Vallere", per la parte meridionale e "Consolata", per la parte centro-settentrionale). Nelle simulazioni si è tenuto conto del fatto che una parte della pioggia intercettata dal tetto è trattenuta a causa della sua porosità e che la frazione di volume che corrisponde al primo millimetro di pioggia intercettata è inviata alla fognatura perché carica di inquinanti (*Farreny et al., 2011, Amin et al.*, 2013).

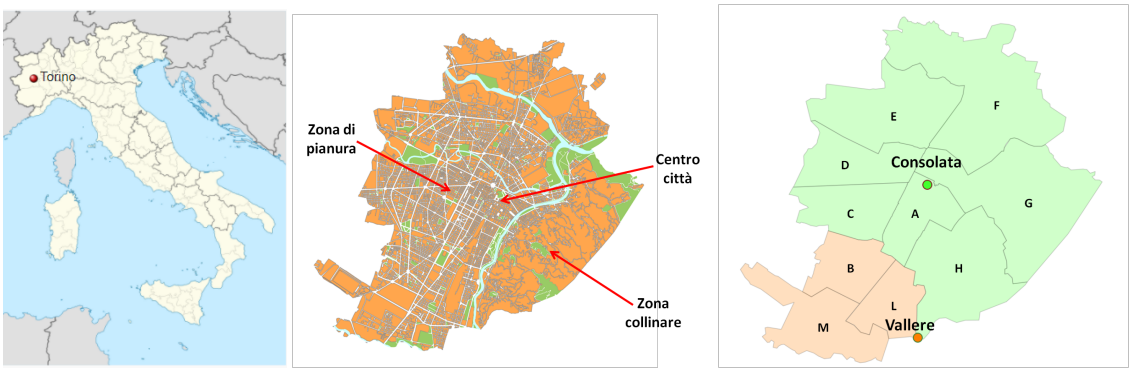



**Figura 1**. Mappa schematica della città di Torino: nel dettaglio si possono osservare le diverse zone della città; a destra viene mostrata la carta della città suddivisa in aree sub comunali, indicate dalle lettere e colorate in base alla stazione pluviometrica da cui derivano i dati dell'altezza di pioggia (in verde per la stazione Consolata e in arancione per la stazione Vallere).

L'obiettivo proposto richiederebbe l'analisi del bilancio idrico di ogni edificio. Non essendo possibile scendere in tale dettaglio, la metodologia prevede di suddividere gli edifici della città in categorie in base alla loro tipologia. Sulla base della classificazione Istat (2011) gli edifici sono stati raggruppati in sei categorie, rappresentate ciascuna da un proprio *edificio tipo* a cui è stato associato un numero di abitanti sulla base del numero medio di componenti dei nuclei famigliari residenti nella zona in esame. La città è stata suddivisa in aree sub comunali (Figura 1), ciascuna dotata di una propria frequenza di diffusione delle sei categorie di edifici. Per quanto riguarda le aree dei tetti, dapprima si è associato ad ogni edificio rappresentativo il numero di piani più frequente e confrontando tale edificio con gli edifici reali presenti nelle varie aree sub-comunali è stato possibile dedurre l'area del tetto mediante l'uso di mappe catastali. La Tabella 1 riporta un esempio dei dati considerati per ciascuna tipologia di edificio.

| **Tipo edificio** | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Area tetto [m$^2$]** | 230 | 155 | 148 | 160 | 117 | 82 |
| **Abitanti [ab]** | 65 | 22 | 11 | 7 | 4 | 2 |
| **Area tetto pro-capite [m$^2$/ab]** | 3.53 | 7.05 | 13.45 | 22.86 | 29.25 | 41.00 |

**Tabella 1.** Edifici tipo e corrispondenti aree del tetto, numero di abitanti e area di tetto pro-capite

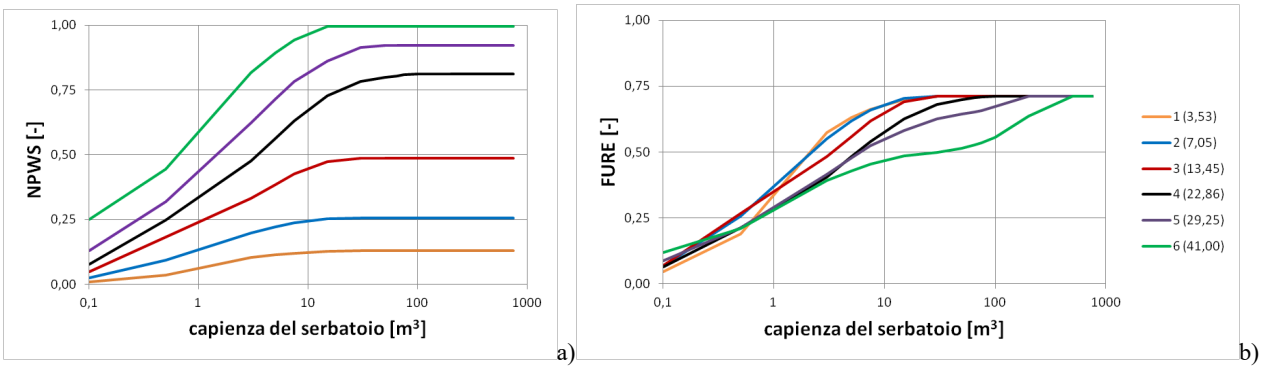
Le simulazioni a scala giornaliera sono state condotte tramite un codice appositamente sviluppato, assumendo un particolare valore di capienza per il serbatoio, calcolando il volume d'acqua intercettata dal tetto $V_p$ e stimando il volume d'acqua non potabile richiesto quotidianamente dall'edificio $V_r$; in questo modo è stato possibile valutare l'entità degli sfiori e il volume prelevato dagli abitanti $V_u$, dipendente dalla disponibilità d'acqua nel serbatoio. La differenza tra i volumi d'acqua contenuti a fine e inizio giornata, sommata al volume prelevato dagli abitanti $V_u$, è pari al volume complessivamente accumulato nel serbatoio $V_{acc}$ nel giorno considerato.

Il rapporto tra il volume di acqua potabile risparmiata dall'edificio e la domanda d'acqua non potabile del periodo della simulazione è stato sintetizzato nel parametro *NPWS* (*Non Potable Water Savings - Lucio et al.* (2020)), definito come:

$$NPWS = \sum_{i=1}^{N} V_u(i) / \sum_{i=1}^{N} V_r(i) \quad (1)$$

dove $N$ è il numero di giorni del periodo adottato per la simulazione.

Ripetendo la simulazione per diversi valori di capienza del serbatoio si ottiene (Figura 2a) un andamento di *NPWS* crescente con la capienza stessa; la più piccola capienza del serbatoio che consente di realizzare il massimo *NPWS*, detto *NPWS ottimale*, viene assunta come capienza ottimale del serbatoio per l'edificio corrispondente.




a) b)

**Figura 2**. Andamento di *NPWS* (a) e di *FURE* (b) al variare della capienza del serbatoio. Per la legenda si veda la Tabella 1.

Inoltre è stato calcolato l'indice *FURE* (*Full Use of Rainwater Efficiency* - *Lucio et al.* (2020)), che misura il grado di sfruttamento del tetto:

$$FURE = \sum_{i=1}^{N} V_{acc}(i) / \sum_{i=1}^{N} V_p(i) \quad (2)$$

ovvero il rapporto tra il volume accumulato nel serbatoio e il volume di acqua piovana intercettata.

Infine, la simulazione è stata estesa ad ogni area sub comunale tenendo conto della diversa distribuzione delle tipologie di edifici nei vari quartieri. Il volume di acqua potabile risparmiato è stato rapportato alla lunghezza del periodo di simulazione ed esteso a tutti gli edifici della classe rappresentata dall'edificio tipo.

## 2 RISULTATI E DISCUSSIONE

Osservando i risultati per tutti gli edifici di ciascuna area sub comunale, è facile comprendere come il parametro chiave per la determinazione del *NPWS ottimale* sia l'area di tetto pro capite ($A_{pc}$) ovvero l'area di tetto a disposizione di ogni singolo abitante dell'edificio. A questo proposito la grande mole di dati derivanti dalle simulazioni è stata utilizzata per ricavare due semplici relazioni che permettono di stimare in modo speditivo il valore di *NPWS ottimale* e della capienza ottimale ($V_{ott}$) del serbatoio da installare in ogni singolo edificio, ovvero

$$NPWS_{ott}(\%) = 9.3 + 2.5\, A_{pc} \quad (3)$$

e

$$V_{ott}(\mathrm{m}^3) = 7.99 + 0.12\, A_t - 0.5\, ab \quad (4)$$

nelle quali $A_t$ è l'area del tetto dell'edificio (m$^2$) e $A_{pc}$ è l'area di tetto pro-capite (m$^2$/ab).

Sommando i volumi risparmiati di tutti gli edifici della città, si ottiene un valore medio annuo pari a 4.3 milioni di m$^3$, a fronte di una richiesta annua di acqua per usi non potabili di 15.9 milioni di m$^3$: questo significa che la frazione del fabbisogno cittadino che potrebbe essere sostituita da acqua piovana è pari, per l'intera città di Torino, al 27%.

Passando alle aree sub comunali, è stata calcolata la media di *NPWS ottimale* degli edifici di ciascuna area sub comunale, utilizzando come pesi le frequenze di diffusione dei differenti tipi di edifici: si ottiene in questo modo un indice, detto *NPWS di zona*, che permette di creare una mappa della città (Figura 3), dove i colori più intensi indicano le zone in cui sono molto diffusi gli edifici più efficaci nel recuperare acqua piovana. Nella zona collinare della città (aree G, H) infatti, dove sono diffusi edifici con pochi abitanti (grande $A_{pc}$), gli indici *NPWS di zona* sono superiori, mentre nelle aree dove gli edifici prevalenti sono molto alti e hanno una piccola $A_{pc}$ (aree B, C, L) l'indice *NPWS di zona* è inferiore.

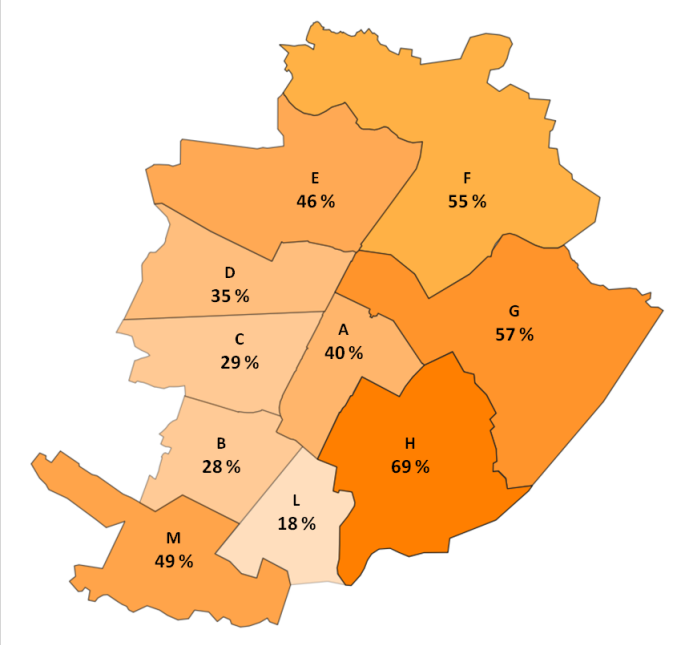



**Figura 3**. Mappa dell'indice *NPWS di zona* per le aree sub comunali della città di Torino: l'intensità maggiore del colore indica le zone in cui sono molto diffusi gli edifici con grande area pro capite, più efficaci nel risparmio idrico.

## 3 CONCLUSIONI

Le analisi riportate in questo lavoro hanno mostrato che la riduzione potenziale del consumo d'acqua potabile annuo, attuato mediante il recupero dell'acqua piovana, è cospicua, essendo pari al 27% del fabbisogno non potabile annuale (valore medio annuo esteso all'intera città di Torino). Gli edifici esaminati sono tuttavia sprovvisti di un impianto adatto a svolgere tale compito, quindi sarebbe necessario confrontare i benefici ottenibili con i costi necessari alla costruzione e alla gestione dell'impianto idraulico. Facendo l'ipotesi che lo schema idraulico preveda un serbatoio interrato e una pompa, alcuni calcoli speditivi, qui non riportati, fanno notare che a fronte di un buon risparmio monetario annuo sulla bolletta dell'acqua, i costi di costruzione costituiscono una voce importante del totale. Tuttavia, è necessario precisare che l'installazione diffusa di tali impianti a un'intera città porta ad alcuni benefici di carattere ambientale e sociale che si osservano solamente ad una scala superiore a quella del singolo edificio, così come dal lato dei costi è lecito pensare che possano essere messi in pratica incentivi per incoraggiare la costruzione di tali impianti ed alleviare gli oneri per gli abitanti.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Alim, M.A., Rahman, A., Tao, Z., Samali, B., Khan, M.M. & Shirin, S. Suitability of roof harvested rainwater for potential potable water production: A scoping review, Journal of Cleaner Production, 2020, 248, art. no. 119226.

Amin, M.T., Kim, T., Amin, M.N. & Han, M.Y. Effects of Catchment, First-Flush, Storage Conditions, and Time on Microbial Quality in Rainwater Harvesting Systems, Water Environment Research, 2013, 85, 2317-2329.

Arpa Piemonte, Banca dati meteorologica, https://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/accesso-ai-dati/annali_meteoidrologici/annali-meteo-idro/banca-dati-meteorologica.html

Campisano, A., Butler, D., Ward, S., Burns, M. J., Friedler, E., DeBusk, K., Fisher-Jeffes, L. N., Ghisi, E., Rahman, A., Hiroaki Furumai, Mooyoung Han, Urban rainwater harvesting systems: Research, implementation and future perspectives, Water Research, 2017, 115, 195-209.

Farreny, R., Morales-Pinzón, T., Guisasola, A., Tayà, C., Rieradevall, J., & Gabarrell, X. Roof selection for rainwater harvesting: Quantity and quality assessments in Spain, Water Research, 2011, 45(10), 3245-3254

Istat, Dati censimento popolazione e abitazioni, http://dati-censimentopopolazione.istat.it/Index.aspx

Lúcio, C., Silva, C.M. & Sousa, V. A scale-adaptive method for urban rainwater harvesting simulation. Environmental Science and Pollution Research, 2020, 27, 4557–4570.

Yannopoulos, S., Giannopoulou, I., & Kaiafa-Saropoulou, M. Investigation of the current situation and prospects for the development of rainwater harvesting as a tool to confront water scarcity worldwide, Water (Switzerland), 2019, 11(10), art. no. 2168.