

ANALISI DEGLI EFFETTI DEL TURISMO BALNEARE SUI CONSUMI IDRICI: EVIDENZE DALL'AREA COSTIERA DEI LIDI FERRARESI

Filippo Mazzoni¹, Valentina Marsili¹, Stefano Alvisi¹ & Marco Franchini¹

(1) Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi di Ferrara, Via Saragat 1, 44122 Ferrara (Italia)

ASPETTI CHIAVE

- Lo studio esplora gli effetti del turismo balneare sui consumi idrici, con riferimento al sistema di distribuzione idrica a servizio dei Lidi Ferraresi.
- L'immesso netto nella rete caso studio e i consumi idrici di una serie di stabilimenti balneari sono analizzati a diversi livelli di dettaglio temporale, dalla scala mensile alla scala oraria.
- Le analisi evidenziano corrispondenza fra le fluttuazioni della popolazione e dell'immesso netto, con cospicui aumenti durante i weekend a causa del turismo locale che interessa l'area.

1 INTRODUZIONE

Cambiamenti climatici, aumento demografico e urbanizzazione stanno esercitando una pressione sempre maggiore sulle risorse idriche in diverse aree del mondo (Bolorinos *et al.*, 2020). In questo contesto, l'accurata stima dei consumi idrici e delle relative variazioni spazio-temporali rappresenta un aspetto di grande rilevanza per l'implementazione di strategie finalizzate all'efficientamento dei sistemi idrici e alla salvaguardia della risorsa (Sanchez *et al.*, 2018). Alla luce di ciò, la letteratura degli ultimi decenni si è arricchita di studi finalizzati all'analisi delle caratteristiche, dei profili e dei fattori di influenza dei consumi idrici (Cominola *et al.*, 2019), con particolare riferimento al settore residenziale. Tuttavia, nel caso di molti di sistemi di distribuzione idrica, la componente residenziale dei consumi potrebbe risultare notevolmente inferiore alla componente non residenziale come conseguenza di un cospicuo numero di attività industriali, commerciali o terziarie (Aksela & Aksela, 2011).

Nel contesto dei consumi idrici non residenziali, un ruolo importante è giocato, oggi, dalle attività turistiche. Svistati studi si sono recentemente focalizzati sull'impatto del turismo sui consumi idrici, con particolare riferimento ad aree soggette a scarsità di risorsa idrica (e.g., Rico *et al.*, 2019). Tuttavia, si evidenzia come: (i) con riferimento al livello di dettaglio temporale, le analisi siano prevalentemente state condotte su scala annuale o mensile (Rico *et al.*, 2019; Hof and Schmitt, 2011), senza investigare i profili di consumo idrico su scala giornaliera o sub-giornaliera; (ii) con riferimento al livello di dettaglio spaziale, i suddetti studi siano stati tipicamente condotti su scala urbana (Toth *et al.*, 2018) o investigando solo alcune tipologie di utenze, e.g. hotel (Tirado *et al.*, 2019). Tra le tipologie di utenze turistiche non ancora investigate seppur molto diffuse, si annoverano gli stabilimenti balneari, strutture multifunzionali particolarmente diffuse nelle zone costiere di Grecia, Spagna e Italia a seguito del boom turistico che ha interessato l'Europa mediterranea a partire dagli anni Sessanta (Morote *et al.*, 2016). Con riferimento alla sola costa italiana, recenti dati (Legambiente, 2019) rivelano la presenza di più di 11,000 stabilimenti, con una media di circa 3.3 strutture per chilometro di costa.

Il corrente lavoro si ripropone di esaminare l'impatto del turismo balneare sui consumi idrici, con riferimento alla zona costiera dei Lidi Ferraresi, tipicamente soggetta a elevate fluttuazioni turistiche nell'arco dell'anno e inclusiva di un elevato numero di stabilimenti balneari. A differenza dei precedenti studi disponibili in letteratura, le analisi qui riportate sono condotte dalla scala urbana fino al livello dei singoli stabilimenti balneari e con risoluzione mensile, giornaliera e oraria, al fine di valutare le caratteristiche dei consumi idrici associati al turismo balneare con un elevato livello di dettaglio temporale e spaziale.

2 MATERIALI E METODI

2.1 Materiali: il caso studio

La rete di distribuzione idrica oggetto del corrente studio alimenta cinque località marittime (Lidi Ferraresi) del comune di Comacchio (Ferrara), come indicato in Figura 1. La zona, ubicata lungo la Costa Adriatica e di rilevanza per il turismo balneare, è soggetta a consistenti fluttuazioni demografiche nell'arco dell'anno: al

picco della stagione estiva, infatti, il comune di Comacchio è interessato da un afflusso turistico superiore alle 80,000 presenze, a fronte di una popolazione residente di poco superiore ai 23,000 abitanti (Figura 1c).

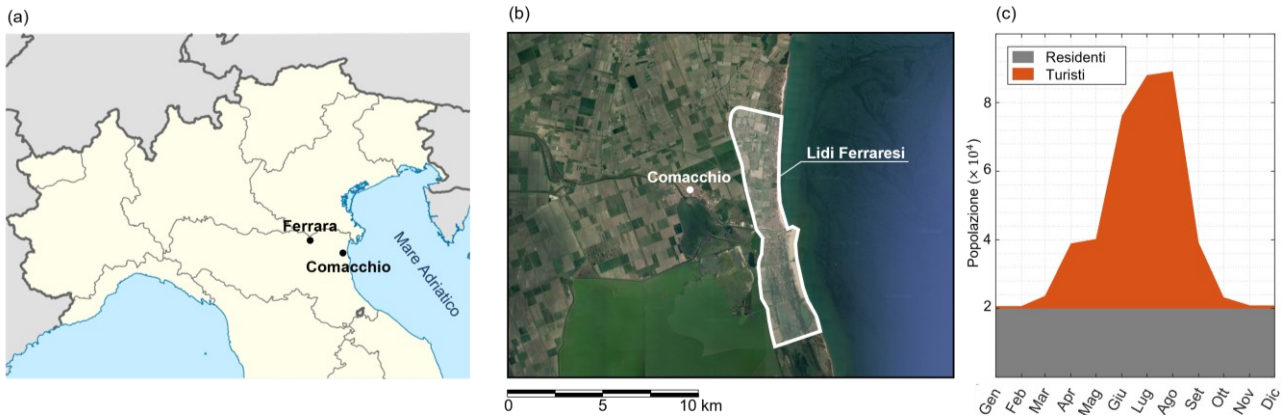


Figura 1. Inquadramento cartografico (a), satellitare (b) e trend mensile della popolazione residente e turistica dell'area oggetto di interesse (Lidi Ferraresi).

Da un punto di vista operativo, l'ente gestore responsabile del servizio idrico nella zona dei Lidi Ferraresi ha reso disponibili: (i) i dati di portata $Q_h^i(t)$ (L/s) osservata, con risoluzione oraria e su una finestra temporale di durata annuale, in corrispondenza di ciascun punto i di alimentazione dell'area e di uscita dalla medesima; e (ii) i dati di consumo idrico $q_h^b(t)$ (L/s) osservati, con risoluzione oraria e su una finestra temporale di durata trimestrale (giugno-settembre, i.e. stagione turistica, 90 giorni), presso 9 stabilimenti balneari della zona ($b = 1, \dots, 9$). Nello specifico, il numero di stabilimenti balneari monitorati costituisce circa il 9% del totale degli stabilimenti ubicati nella rete di distribuzione idrica oggetto di interesse (103).

2.2 Metodologia

Le serie temporali dell'impresso netto nel sistema di distribuzione idrica a servizio dei Lidi Ferraresi (L/s) e del consumo idrico degli stabilimenti balneari monitorati (L/s) sono state esaminate su diverse scale di dettaglio temporale. Nel dettaglio, sono state condotte: (i) analisi su scala mensile; (ii) analisi su scala giornaliera; e (iii) analisi su scala oraria.

2.2.1 Analisi su scala mensile

L'analisi su scala mensile è stata condotta allo scopo di investigare la variabilità stagionale dell'impresso netto nell'area oggetto di interesse. Nel dettaglio, per ciascun mese m del periodo annuale di riferimento ($m = 1, \dots, 12$), tramite bilancio idrico è stato calcolato il corrispettivo impresso netto medio mensile Q_m (L/s) nella zona dei Lidi Ferraresi, come indicato in eq. (1):

$$Q_m = \sum_{n=1}^N Q_{in_m}^n - \sum_{o=1}^O Q_{out_m}^o \quad (1)$$

dove $Q_{in_m}^n$ è la portata media mensile (L/s) in ingresso al sistema tramite l' n -esimo punto di alimentazione ($n = 1, \dots, N$) (ottenuta per aggregazione temporale della corrispettiva serie a passo orario $Q_{in_h}^n$) e $Q_{out_m}^o$ è la portata media mensile (L/s) in uscita dal sistema (i.e. verso altre reti di distribuzione) tramite l' o -esimo punto di uscita ($o = 1, \dots, O$) (ottenuta per aggregazione della corrispettiva serie $Q_{out_h}^o$).

2.2.2 Analisi su scala giornaliera

L'analisi su scala giornaliera è stata condotta al fine di esplorare le fluttuazioni settimanali e giornaliere dell'impresso netto e del consumo degli stabilimenti balneari nell'arco della stagione estiva, evidenziando eventuali correlazioni fra le prime e le seconde. Nel dettaglio, per ciascun giorno g della stagione turistica ($g = 1, \dots, 90$), si sono calcolati: (i) l'impresso netto medio giornaliero Q_g (L/s) nella zona dei Lidi Ferraresi, tramite applicazione dell'eq. (1) con riferimento ai dati di portata aggregati temporalmente su scala giornaliera; e (ii) il consumo medio giornaliero q_g^b di ciascuno stabilimento balneare, per aggregazione su scala giornaliera.

dei dati orari di consumo idrico q_h^b .

2.2.3 Analisi su scala oraria

L'analisi su scala giornaliera è stata condotta al fine di caratterizzare i profili giornalieri dell'impresso netto della zona oggetto di studio e di consumo idrico degli stabilimenti balneari monitorati, evidenziandone altresì analogie e differenze. Specificamente, tramite l'eq. (2) sono stati calcolati i coefficienti orari C_h^t ($t = 1, \dots, 24$) che compongono il profilo giornaliero (normalizzato) dell'impresso netto nell'area:

$$C_h^t = \frac{\frac{1}{D} \sum_{d=1}^D Q_h(t, d)}{\frac{1}{24} \frac{1}{D} \sum_{t=1}^{24} \sum_{d=1}^D Q_h(t, d)} \quad (2)$$

dove $Q_h(t, d)$ è l'impresso netto (L/s) nell'area osservato alla t -esima ora del d -esimo giorno di assegnata tipologia (feriale, festivo) del periodo considerato e D è il numero di giorni di tale tipologia inclusi nel periodo. La medesima equazione è stata altresì utilizzata per l'ottenimento dei coefficienti orari C_h^t che compongono il profilo giornaliero (normalizzato) dei consumi idrici degli stabilimenti balneari monitorati.

3 RISULTATI E DISCUSSIONE

3.1.1 Analisi su scala mensile

Il trend mensile dell'impresso netto nella zona dei Lidi Ferraresi è riportato in Figura 2a. Tale andamento – a cui è associato un considerevole aumento nell'arco della stagione estiva con un rapporto tra massimo e minimo impresso mensile pari a circa 15.7 – risulta simile a quello della popolazione dell'area (Figura 1c). Si evidenzia, tuttavia, come l'aumento dell'impresso netto nell'arco della stagione estiva sia più che proporzionale all'aumento della popolazione, a riprova di come la componente turistica pro capite dei consumi idrici possa rivelarsi maggiore della componente residenziale pro capite, in accordo con *Toth et al.* (2018).

3.1.2 Analisi su scala giornaliera

L'analisi dell'andamento giornaliero dell'impresso netto nella zona oggetto di studio e nell'arco della stagione turistica (giugno-settembre, Figura 2b) evidenzia come: (i) periodici incrementi dell'impresso netto abbiano luogo nell'arco dei weekend, come conseguenza della componente *locale* del turismo che interessa l'area (i.e. cospicui flussi di persone – provenienti da zone limitrofe – che si recano nell'area solo durante il weekend, per esempio occupando seconde case); e (ii) un incremento su larga scala sia altresì osservabile attorno a metà agosto (i.e., all'apice della stagione turistica), come conseguenza della componente più a lungo termine del turismo che interessa l'area. Analoghe considerazioni risultano applicabili al caso degli stabilimenti balneari (Figura 2b), il cui trend giornaliero risulta significativamente correlato (i.e. $\rho = 0.860$) al trend giornaliero dell'impresso netto, a ulteriore riprova dell'elevato impatto del turismo e delle attività ad esso annesse nell'area in esame. Si evidenzia, tuttavia, come la componente dei consumi idrici legata agli stabilimenti balneari sia solo una minima parte dell'impresso netto nella zona dei Lidi Ferraresi: proiettando i valori ottenuti dal monitoraggio dei 9 stabilimenti balneari (Figura 2b) sul numero totale di stabilimenti dell'area (103), risulta un consumo medio giornaliero pari a circa 2.4 L/s, i.e. poco meno del 2% dell'impresso netto.

3.1.3 Analisi su scala oraria

Un confronto tra i profili giornalieri ottenuti (i.e. impresso netto nella zona, consumi degli stabilimenti balneari) è riportato in Figura 2c. Tale confronto evidenzia un comportamento antitetico dei profili, rivelando come, durante i periodi di picco dell'impresso netto, il consumo idrico agli stabilimenti balneari sia minimo (e viceversa). Questa differenza dimostra che, nel complesso: (i) l'impatto degli stabilimenti balneari sul bilancio idrico dell'area è piuttosto limitato, come emerge anche dal confronto dei valori medi giornalieri riportato in Figura 2b; e (ii) la maggior parte dei consumi idrici della zona (i.e. la parte maggiormente incidente sul bilancio) sia legata ad altre attività associate al turismo (e.g. utilizzo di acqua nelle seconde case, nelle strutture ricettive, o per altre finalità). Infine, nonostante l'aumento dell'impresso netto e dei consumi idrici durante i weekend, l'analisi non rivela significative variazioni nella forma dei profili fra giorni feriali e festivi.

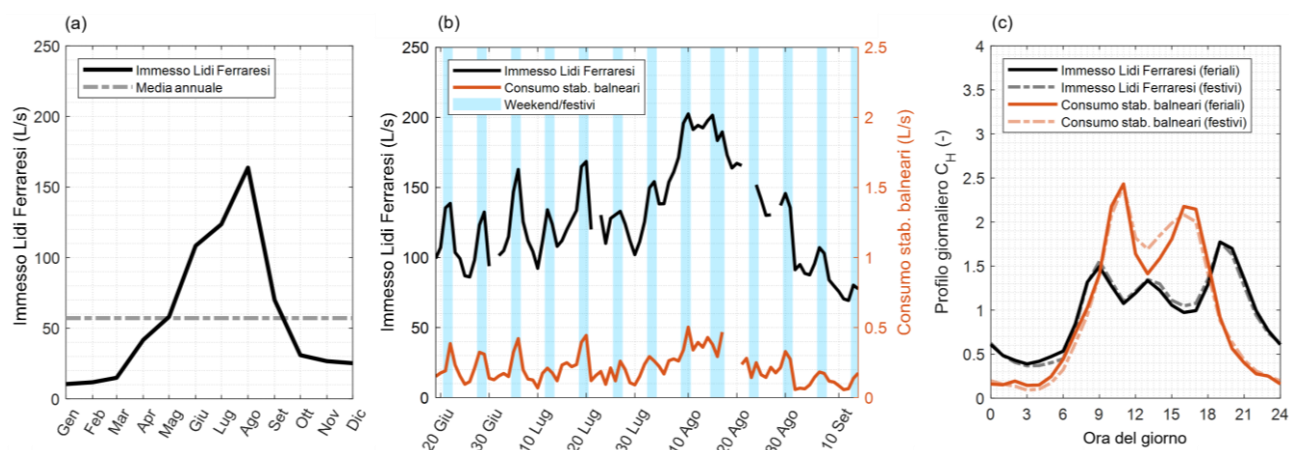


Figura 2. Trend mensile dell'immesso netto nell'area dei Lidi Ferraresi (a), trend giornaliero dell'immesso netto e dei consumi idrici negli stabilimenti balneari monitorati (b) e confronto fra i profili giornalieri dell'immesso netto nell'area dei Lidi Ferraresi e dei consumi idrici negli stabilimenti monitorati (giorni feriali, giorni festivi).

4 CONCLUSIONI

Il corrente studio ha investigato l'effetto del turismo stagionale sui consumi idrici con riferimento a una zona soggetta a elevati flussi nell'arco dell'anno. Le analisi hanno dimostrato come: (i) a fluttuazioni mensili della popolazione corrispondano fluttuazioni più che proporzionali dell'immesso netto medio mensile; (ii) durante la stagione turistica, significative variazioni nell'immesso netto abbiano luogo nell'arco della settimana, con cospicui aumenti durante i weekend, come conseguenza del turismo *a breve termine* che interessa la zona; (iii) l'impatto degli stabilimenti balneari sul bilancio idrico della zona sia esiguo (i.e., meno del 2% dell'immesso netto medio giornaliero), a dimostrazione del fatto che la maggior parte dei consumi idrici a scopo turistico interessi altri tipi di strutture ricettive e/o attività; (iv) i profili giornalieri dei consumi idrici degli stabilimenti balneari siano considerevolmente differenti dai profili giornalieri dell'immesso netto nella zona, a ulteriore riprova di quanto espresso al punto (iii). Si ritiene, in conclusione, che i risultati delle suddette analisi possano essere di supporto al gestore responsabile del servizio idrico per identificare le principali componenti del consumo idrico dell'area in esame – o di aree con analoghe caratteristiche – con positive ripercussioni in termini di ricerca, definizione e adozione di strategie finalizzate all'efficientamento del sistema.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Aksela, K. & Aksela, M. Demand estimation with automated meter reading in a distribution network, *Journal of Water Resources Planning and Management*, 2011, 137(5), 456–467.
- Bolorinos, J., Ajami, N.K. & Rajagopal, R. Consumption change detection for urban planning: monitoring and segmenting water customers during drought, *Water Resources Research*, 2020, 56(3), 025812.
- Cominola, A., Nguyen, K., Giuliani, M., Stewart, R. A., Maier, H. R. & Castelletti, A. Data mining to uncover heterogeneous water use behaviors from smart meter data, *Water Resources Research*, 2019, 55(11), 9315–9333.
- Hof, A. & Schmitt, T. Urban and tourist land use patterns and water consumption: evidence from Mallorca, Balearic Islands, *Land Use Policy*, 2011, 28(4), 792–804.
- Legambiente. Rapporto Spiagge 2019: la situazione e i cambiamenti in corso nelle aree costiere italiane. <<https://legambiente.it/wp-content/uploads/Rapporto-Spiagge-2019.pdf>> (accesso effettuato in data 7 marzo 2024)
- Morote, A.F, Hernandez, M. & Rico, A.M. Causes of domestic water consumption trends in the city of Alicante: exploring the links between the housing bubble, the types of housing and the socio-economic factors, *Water*, 8(9), 374.
- Rico, A.M., Olcina, J., Banos-Castineira, C.J., Garcia, X. & Sauri, D. Declining water consumption in the hotel industry of mass tourism resorts: contrasting evidence for Benidorm, Spain, *Current Issues in Tourism*, 2019, 23(6), 770–783.
- Sanchez, G.M., Smith, J.W., Terando, A., Sun, G. & Meentemeyer, R.K. Spatial patterns of development drive water use, *Water Resources Research*, 2018, 54(3), 1633–1649.
- Tirado, D., Nilsson, W., Deya-Tortella, B. & Garcia, C. Implementation of water-saving measures in hotels in Mallorca, *Sustainability*, 2019, 11(23), 6880.
- Toth, E., Bragalli, C. & Neri, M. Assessing the significance of tourism and climate on residential water demand: panel-data analysis and non-linear modelling of monthly water consumptions, *Environmental Modelling & Software*, 2018, 103(5), 52–61.