

CASE-STUDY di LATINA

Monitoraggio di 82 utenze domestiche ubicate in quattro scale (B,D,E,F) di un edificio I.I.A.C.P. di Latina in Via Nervi, lotto 49. In Tabella 1 sono riportati i dati abitativi per ciascuna scala.

Scala	1	2	3	4	Totale
Utenze	31	12	27	12	82
Inquilini	70	23	64	20	177

Le utenze appartengono ad un medesimo livello socio economico e definiscono quindi un campione omogeneo. Per il monitoraggio sono stati installati 82 contatori ad alta risoluzione temporale del tipo a getto unico e turbina extra-dry dotati di un emettitore di impulsi che trasmette un segnale ogni 1.25 litri di consumo a quattro data-logger, uno per ogni scala, appositamente realizzati. Il segnale registrato è costituito dal numero identificativo dell'utenza che emette l'impulso e dall'istante in cui esso avviene. I dati così registrati vengono scaricati periodicamente tramite collegamento telefonico *gsm*. In figura 1 è riportato un esempio di segnale registrato per il quale si nota la tipica forma ad impulso

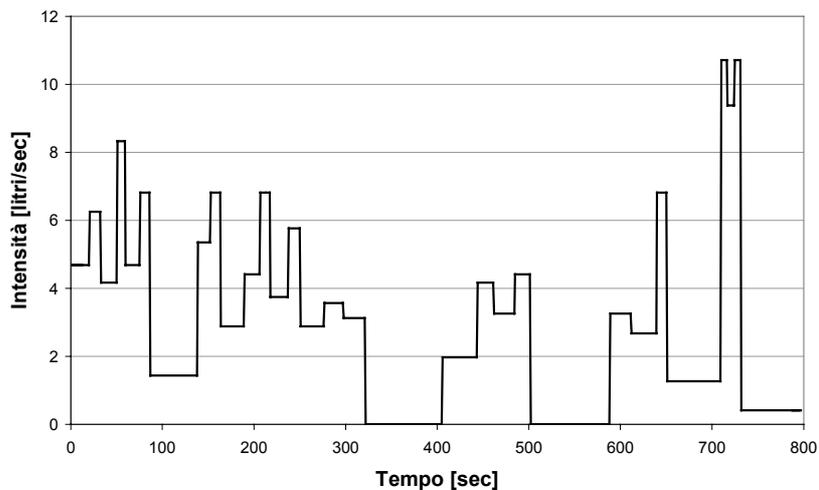


Figura.1 – Impulso del segnale di consumo per una singola utenza.

IL MODELLO DI POISSON AD IMPULSI RETTANGOLARI (PRP)

Il modello stocastico utilizzato nell'interpretazione del consumo idrico istantaneo è comunemente noto come modello di Poisson ad impulsi rettangolari (PRP). Questo tipo di modello è stato ampiamente utilizzato in idrologia per l'analisi dell'andamento temporale delle precipitazioni Rodriguez-Iturbe et al.(1984), Rodriguez-Iturbe (1986), Cowpewart et al.(1996). Ciascun uso viene descritto attraverso un impulso rettangolare di intensità I e durata d . L'intensità del singolo impulso è quindi definita come segue e secondo lo schema di figura 2:

$$\begin{cases} I_i(t,d) = i_i & t_i < t < t_i + d_i \\ I_i(t,d) = 0 & t < t_i, t > t_i + d_i \end{cases}$$

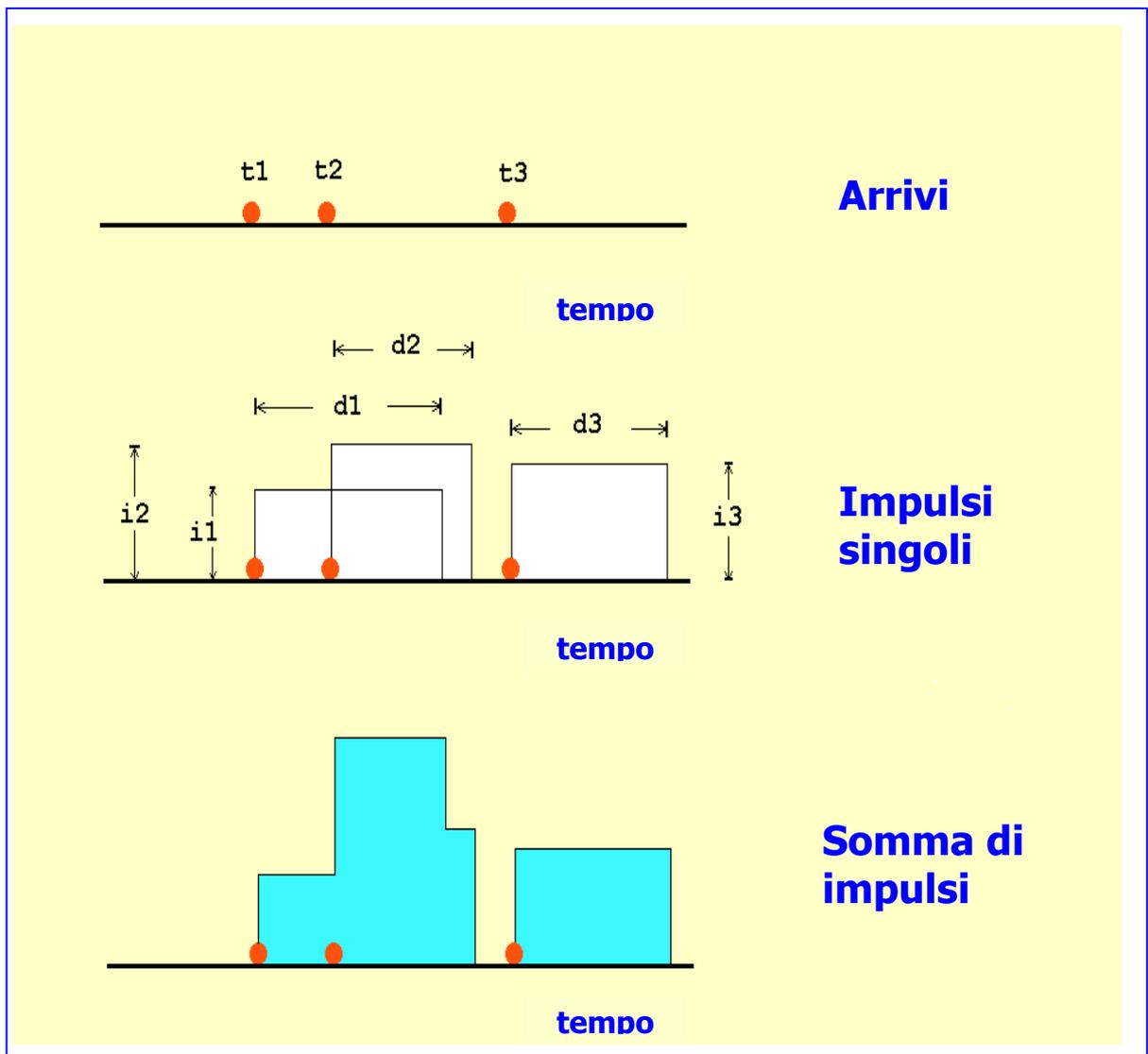


Figura.2 – Il Modello PRP.

I parametri fondamentali del modello PRP sono l'Intensità, la Durata, e la Frequenza del singolo uso. Nell'elaborazione del modello si è assunto in particolare che gli usi idrici siano rappresentabili attraverso un processo di Poisson di parametro λ , che le loro durate siano mutuamente indipendenti e indipendenti dal tempo di inizio e descrivibili attraverso una funzione di probabilità esponenziale con parametro η . Si è ipotizzato inoltre che anche le intensità dei singoli usi siano mutuamente indipendenti e distribuite secondo una legge normale con media μ e varianza σ^2 (Guercio, Magini, Pallavicini 2001).

La stima dei quattro parametri del modello, cioè la frequenza λ , la durata η , l'intensità con media μ e varianza σ^2 , a partire dai dati misurati opportunamente aggregati nel tempo, è stata realizzata utilizzando il metodo dei momenti. In particolare sono state calcolate quattro proprietà statistiche su campioni di dati misurati (media, varianza, covarianza lag-2 e autocorrelazione lag-1) uguagliandole alle loro corrispondenti espressioni analitiche (Guercio, Magini, Pallavicini 2001).

Le simulazioni numeriche del consumo effettuate utilizzando i parametri stimati producono risultati che evidenziano un ottimo accordo con i dati misurati. In figura 3 si può osservare l'eccellente adattamento dei risultati delle simulazioni con i dati misurati per il consumo dell'insieme delle 82 utenze nell'arco di una giornata.

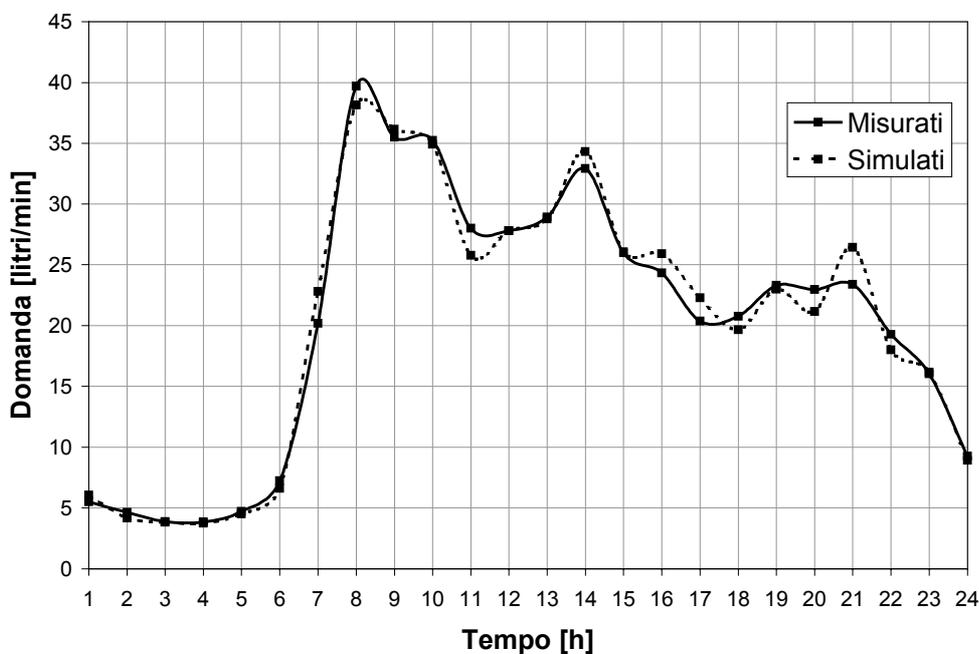


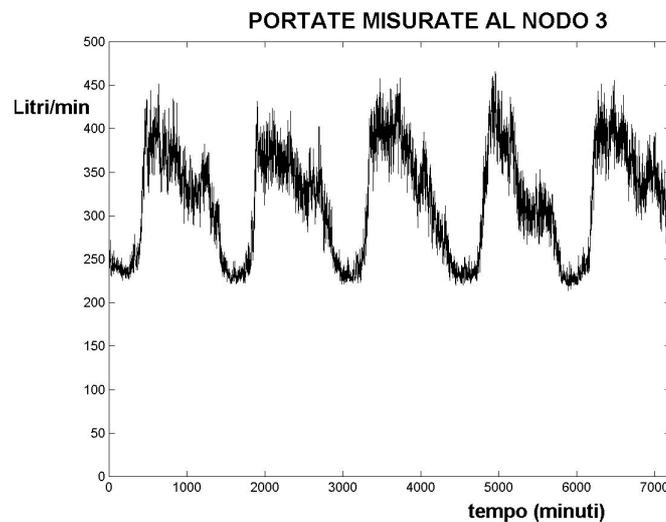
Figura. 3 – Confronto fra consumi misurati e simulati per le 82 utenze.

L'APPLICAZIONE ALLA RETE DI PIEDIMONTE SAN GERMANO.

A Piedimonte S.Germano (Fr) alcuni nodi della rete di distribuzione idrica sono stati dotati di misuratore di portata (nodo 3, nodo7, nodo 8 e nodo 20).

L'osservazione delle registrazioni, principalmente nei nodi 3 e 7, evidenzia come il consumo si mantenga molto al di sopra del consumo prevedibile in relazione agli abitanti serviti. Nelle ore notturne in particolare non si scende mai al di sotto della soglia di 220 litri/min, quando invece tenendo conto delle attività produttive del centro e del numero complessivo di abitanti serviti ci si dovrebbe avvicinare allo zero. Questo dato indica la presenza di considerevoli perdite idriche nella rete. Nel nodo 20, inoltre dal quale si diparte una condotta al servizio di poche decine di abitanti , le portate misurate oscillano nell'arco della giornata fra 45 e 60 litri/min, valori questi non compatibili con i consumi delle utenze servite.

La differenza fra le misure di portata al nodo 3 e quelle al nodo 7 definisce la portata derivata al nodo 6 al servizio di 158 utenze domestiche. Tale differenza nelle ore notturne si mantiene costantemente prossima o uguale a zero evidenziando per questa derivazione l'assenza di perdite idriche di rilievo (Fig.4, 5 giorni di osservazioni)



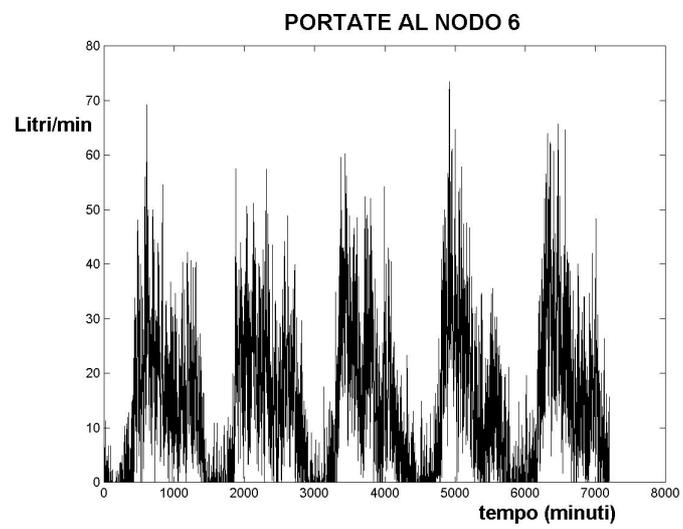
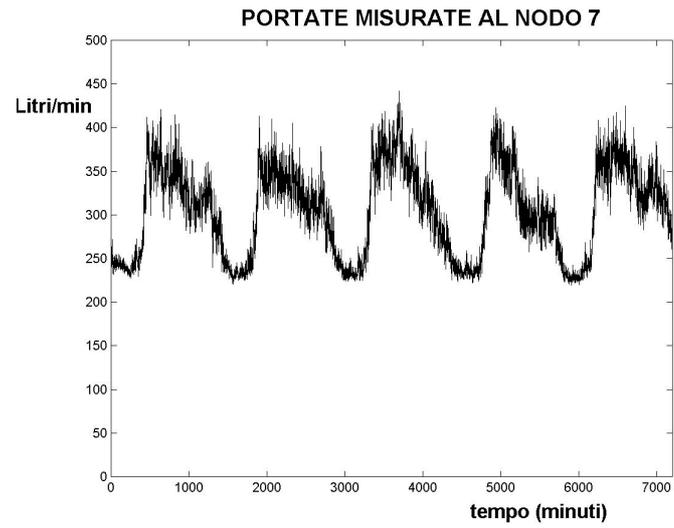


Figura 4 – Portate misurate

Sul campione di dati di portata derivata al nodo 6, riportato in Figura 4, è stato applicato il procedimento di stima dei parametri di consumo istantaneo Intensità, Durata e Frequenza. I risultati forniscono una durata media di 1.47 min, intensità media di 7.45 l/min, e un numero di usi giornalieri per abitante pari a circa 13. Mentre i valori di intensità e durata concordano con le stime effettuate sui dati di Latina, in questo caso risulta più basso il numero medio di usi giornalieri pro-capite, a Latina pari a circa 23.

Questo risultato è da attribuire o ad abitudini diverse delle utenze in esame rispetto a quelle di Latina o ad una non corrispondenza tra gli abitanti effettivi e quelli ufficialmente residenti a valle della derivazione nel nodo 6.

La seconda ipotesi sembra la più credibile, in quanto un numero di usi pro-capite al giorno uguale a 13 risulterebbe molto al disotto dell'intervallo (20-35) che viene normalmente citato in letteratura.

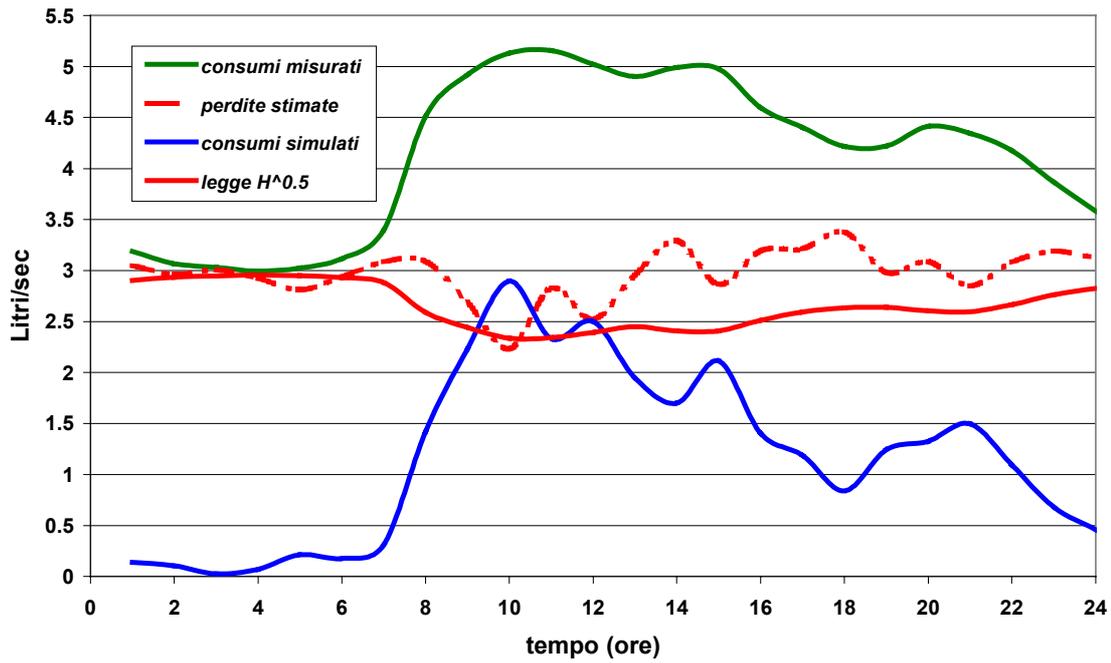
Considerando tuttavia il numero di abitanti ufficialmente serviti dalla derivazione al nodo 6 pari a 158 (Ipotesi A) i parametri stimati sono stati utilizzati per riprodurre il consumo nella porzione di rete compresa tra il nodo 7 ed il nodo 20. La differenza tra consumo medio misurato nella stessa zona nel periodo preso in esame e il consumo così simulato definisce l'andamento giornaliero delle perdite idriche.

Come seconda ipotesi (Ipotesi B) si è assunto un numero di abitanti serviti dalla derivazione al nodo 6 pari a 100, corrispondenti ad un numero di usi pro-capite giornalieri pari a 20. Anche in questo caso i parametri stimati sono stati utilizzati per riprodurre il consumo nella porzione di rete compresa tra il nodo 7 ed il nodo 20 e stimare l'andamento giornaliero delle perdite idriche nella zona.

Nei due grafici di Figura 5, relativi alle due diverse ipotesi considerate, le perdite stimate vengono confrontate con leggi teoriche che ne definiscono la dipendenza con il valore della pressione in rete. In entrambi i casi il valore istantaneo della pressione è stato assunto uguale alla media tra il valore misurato nel nodo 7 e quello misurato nel nodo 20. Nell'ipotesi A si è considerata una dipendenza del tipo $Q_p = kP^{0.5}$ (legge della bocca a battente) nell'ipotesi B si è invece presa in esame una dipendenza del tipo $Q_p = kP^{1.18}$ (legge sperimentale Reis, Porto e Chaudry, 2001), ove Q_p rappresenta la portata di perdita e P la pressione.

Assumendo valida l'ipotesi A, il volume medio giornaliero di perdita nella zona di rete delimitata dal nodo 7 e dal nodo 20 assommerebbe a circa 257 m³, contro un consumo medio pro-capite di circa 120l/(ab giorno). Nell'ipotesi B il volume medio giornaliero di perdita nella stessa zona sarebbe pari a circa 195 m³, contro un consumo medio pro-capite di circa 200 l/(ab giorno).

Stima delle perdite a valle nodo 7 - Ipotesi A



Stima delle perdite a valle nodo 7 - Ipotesi B

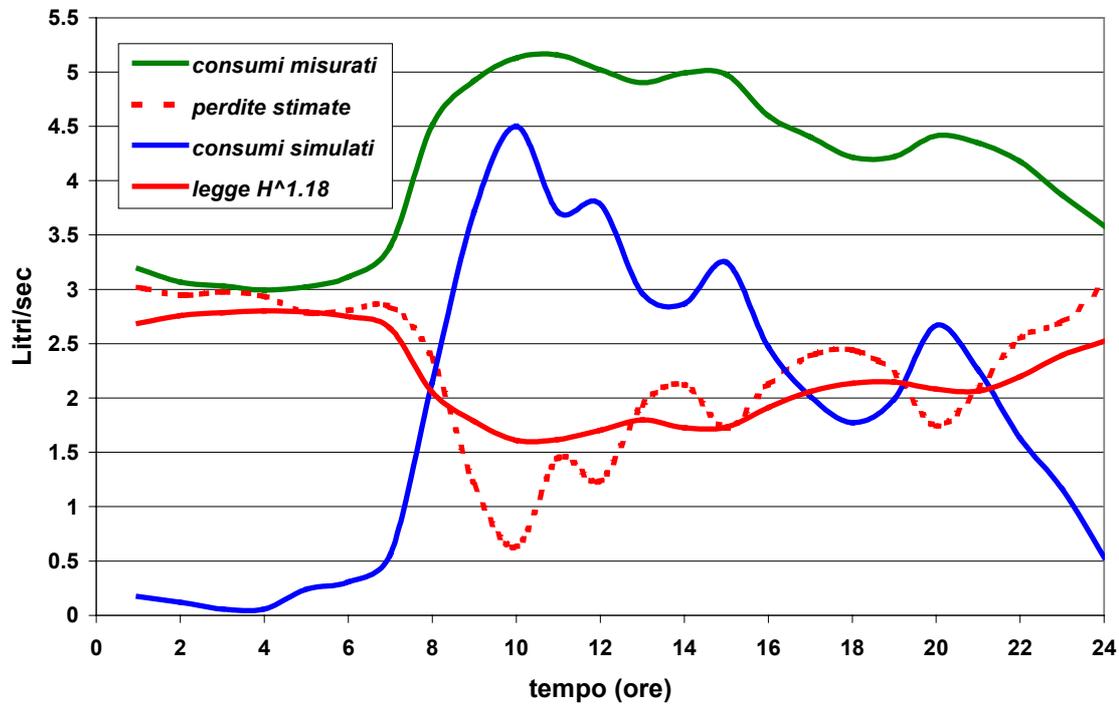


Figura 5– Stima delle perdite a valle del nodo 7