

Paper n° 29

Progetti innovativi con l'uso integrato di pianificazione, rilievi in campo e riparazioni con tecnologia TALR nelle reti di distribuzione idrica: Serapo, dal singolo tratto all'intero distretto.

Autori: ing. Nicola Ruggiero, dott.ssa Cecilia Brambilla, dott. Felice Nuzzolo.

Società: Pipecare srl

1. INTRODUZIONE

L'idea progettuale nasce dalla necessità di un noto gestore del servizio idrico integrato di ridurre in maniera significativa le dispersioni su un intero distretto che presenta perdite rilevanti, distribuite e non facilmente localizzabili oltre che dispersioni su numerosi allacciamenti di utenza, tutto ciò in una nota località balneare molto urbanizzata, e quindi, con forte domanda della risorsa idrica concentrata nei periodi estivi.

L'obiettivo è quello di rientrare nel budget economico riducendo i tassi di dispersione di almeno il 50% su base distretto entro la successiva stagione estiva.

L'utilizzo combinato dei servizi di ingegneria, analisi, mappatura della rete idrica e applicazione della tecnologia TALR – Trenchless Automated Leakage Repair – ha permesso al gestore di arrivare alla stagione estiva pronto per servire l'industria alberghiera, e la mole di turisti, senza interruzioni del servizio e con la giusta disponibilità di acqua, oltre che ottenere la perfetta conoscenza della rete, ottimizzare i profili di pressione, riammodernare alcuni elementi di rete e ridurre le perdite su base distretto di oltre il 60% in poco più di 3 mesi a costi contenuti e senza sfiorare il budget prefissato a 140.000,00 Eur.

2. L'AREA ED IL CONTESTO DI INTERVENTO

L'intervento è stato eseguito nel distretto di Serapo in Gaeta (LT) per il gestore Acqualatina. In particolare, il distretto di Serapo nei periodi invernali o di bassa stagione turistica ospita circa 4.000 residenti, mentre nel periodo estivo o di alta stagione ospita fino a circa 700.000 presenze l'anno compresi gli stabilimenti balneari. La città di Gaeta, di cui Serapo è una parte, ha circa 20.000 residenti.

Si tratta di un distretto fisico con un unico punto di accesso in Corso Italia, poco prima dell'incrocio con Via Serapide in prossimità dello stadio comunale, e gestito da una valvola di regolazione della pressione posta all'inizio di Corso Italia angolo via Firenze. Ad inizio progetto il distretto, in periodo di alta stagione, presenta un Minimum Night Flow (MNF) di 35 l/s con picchi anche a 45 l/s.

L'area oggetto di analisi e studio è caratterizzata da una estensione su una superficie di circa 0,251 km², in un contesto urbano prevalentemente residenziale.

La rete idrica del distretto si sviluppa a partire da un'unica alimentazione in acciaio DN150 situata a sud-ovest, che si dirama in tre condotte principali dello stesso diametro e costituisce l'ossatura del sistema di distribuzione. Da queste tre arterie principali si diramano numerose condotte secondarie che alimentano in modo capillare le utenze distribuite nel quartiere Serapo.

La rete ha un'estensione complessiva di circa 6 km (Figura 1) e presenta una notevole eterogeneità in termini di materiali (plastica, acciaio, ghisa, ferro) e diametri nominali, compresi tra DN25 e DN50 per le diramazioni di utenza e tra DN50 e DN150 mm per la rete di distribuzione idrica.

La presenza di un misuratore di portata sulla condotta di alimentazione ha consentito la definizione del distretto come una District Meter Area (DMA), ovvero una rete idrica distrettualizzata e monitorata, dalla quale è possibile derivare un bilancio idrico.

Il range di pressione compreso tra 3,2 e 4 bar è garantito da una valvola di riduzione, presente a monte della tubazione di alimentazione, che permette una distribuzione stabile del campo di pressione all'interno del distretto.

Le misure effettuate in ingresso al distretto, in un periodo di bassa stagione e presenza della sola popolazione locale, hanno evidenziato un valore di **Minimum Night Flow (MNF)** pari a circa 21 l/s, indicativo della presenza di perdite diffuse sulla rete.

Tale valore ha rappresentato il punto di partenza per il progetto, che si è posto come obiettivo la **riduzione del 50% del MNF** mediante una serie di interventi mirati.



Figura 1: Distretto idrico di Serapo (in giallo) e rete idrica di Gaeta (in azzurro).

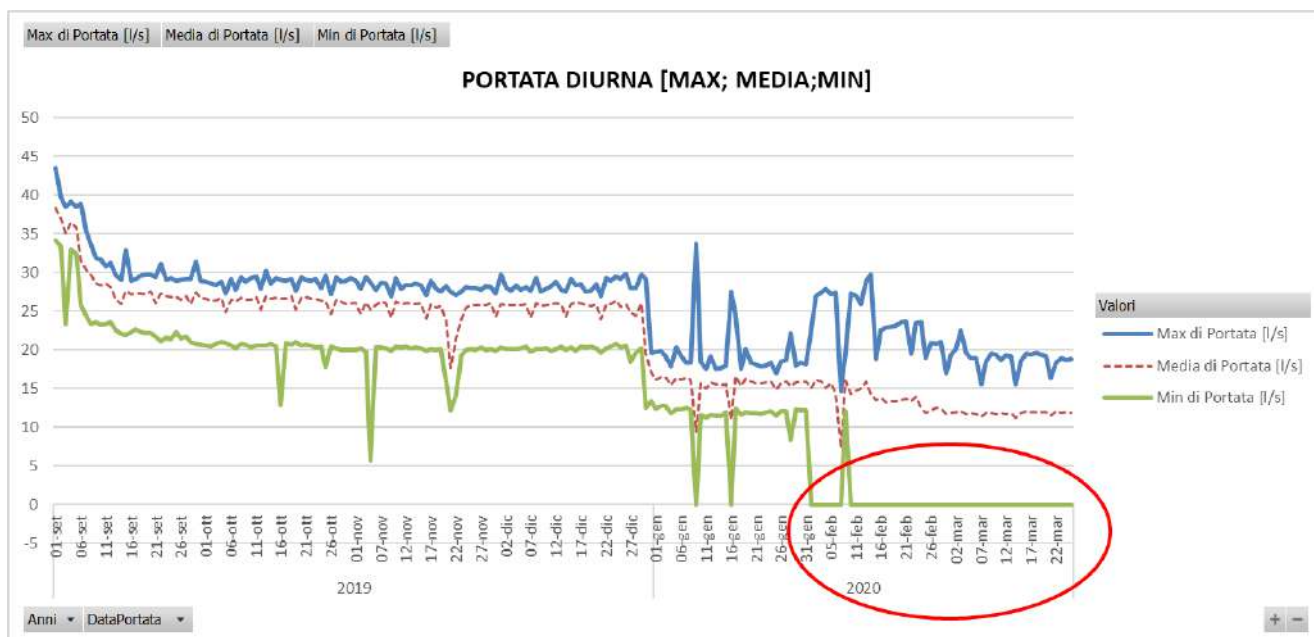


Figura 2: portata diurna – massima, media e minima da inizio a fine progetto.

In Figura 3 e Figura 4 si vedono, durante l'intera durata del progetto, come sono variate le portate notturne ed il contributo rispetto ai volumi complessivi nel distretto.

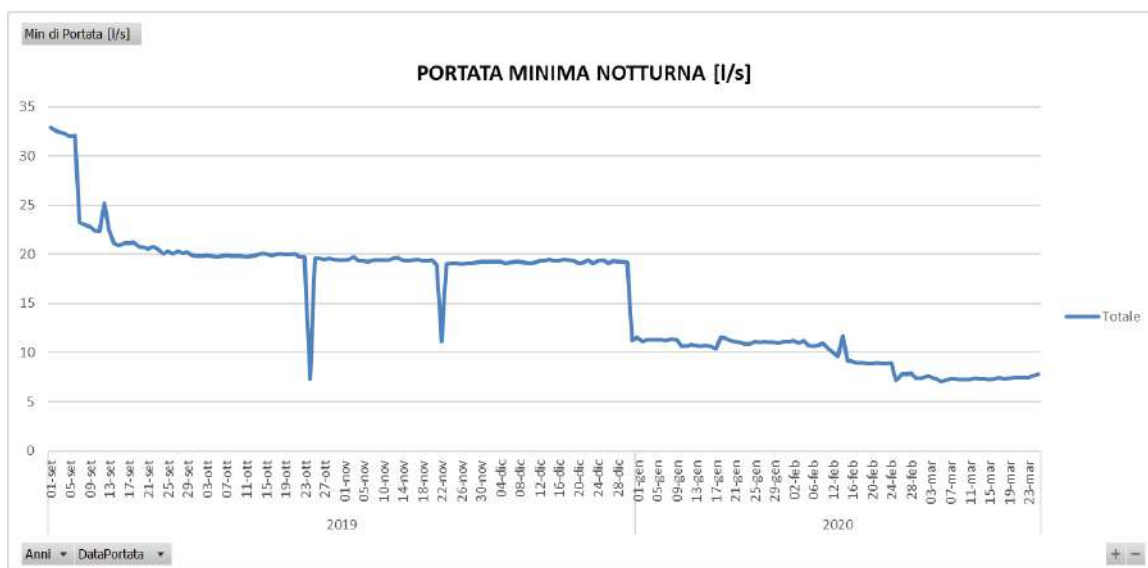


Figura 3: portata minima notturna.

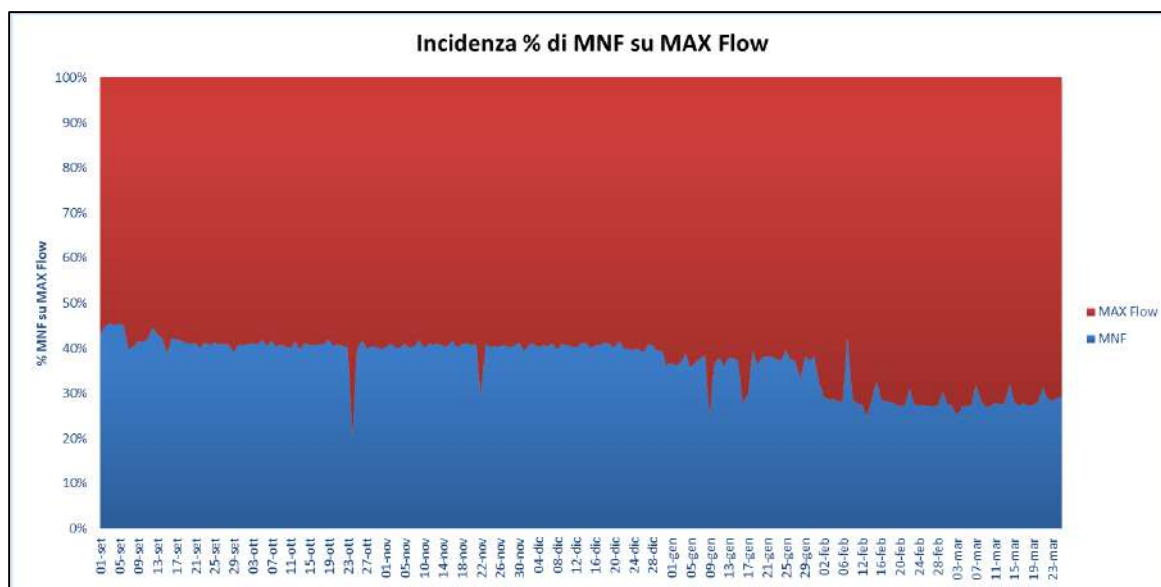


Figura 4: incidenza del MNF sulla portata totale.

3. METODOLOGIA DI INTERVENTO

L'intervento di riduzione delle perdite nel distretto di Serapo è stato pianificato e realizzato secondo una metodologia strutturata in cinque fasi operative principali. Ciascuna fase ha avuto l'obiettivo di fornire dati progressivamente più precisi sullo stato della rete idrica, individuare le tratte critiche e definire le condizioni ottimali per l'applicazione della tecnologia TALR.

Fase 1 – Analisi preliminare e misure di rete

La prima fase ha previsto l'analisi idraulica del distretto a partire dalle arterie principali, proseguendo progressivamente verso i rami secondari.

Sono stati utilizzati misuratori di portata a ultrasuoni e, nei casi in cui non era possibile installarli a causa della mancanza di pozzetti utili allo scopo o per mancanza di spazio sulle tubazioni, sono stati condotti **step test notturni**, per la stima indiretta delle portate transistanti. Mediante l'installazione di misuratori di portata a monte dei tratti da indagare, sono state infatti eseguite manovre di chiusura e successiva riapertura nei vari rami e per differenza sono state quindi stimate le singole portate (Figura 5).

Una stima delle portate così effettuata è inevitabilmente affetta da errori più o meno significativi. Al fine di ridurre quanto più possibile l'errore fisiologico, la più massiccia attività di step test è stata eseguita in ore notturne nei due tratti principali del distretto.



Figura 5: Risultato delle misure di portata.

Fase 2 – Individuazione delle sezioni di rete a maggior perdita

L'analisi dei dati raccolti nella fase 1 ha permesso di identificare alcune zone con maggior perdita.

In particolare, è stata riscontrata una portata notturna significativa (circa 8 l/s) nella condotta in acciaio DN150 di via Mazzini. Dal momento che sul tratto non c'è quasi nessuna utenza allacciata, è subito risultato evidente come circa il 40% della perdita del distretto fosse individuabile in questo tratto.

A corredo delle analisi descritte è stata anche effettuata attività di ricerca perdite mediante l'utilizzo di geofono e correlatore. Tale attività ha consentito di localizzare l'elevata perdita di Via Mazzini e anche di individuare perdite in Via Serapide, Via Roma e Via Ancona, a conferma delle ipotesi già formulate per questi tratti con l'analisi delle misure.

Fase 3 – Strategie per la riparazione sezioni a maggior perdita e determinazione TPS

Individuate le sezioni di rete a maggior perdita, sono state suggerite più soluzioni per la riduzione delle perdite che hanno visto:

- la dismissione della tubazione in acciaio DN150 di via Mazzini
- la segnalazione della **tubazione in acciaio zincato DN50mm di via Papa Giovanni XXIII, della tubazione in ferro zincato DN50 di via Ancona, tubazione in ghisa DN100 di via Livorno e Tubazione in acciaio zincato DN50 mm di via Milano** come sezioni da riparare ma non da trattare con tecnologia TALR poiché vecchie e con problemi strutturali oltre che mancanza di allacci serviti dalla tubazione e presenza di campi di pressione differenti.

Successivamente, sulla base dell'analisi delle perdite e delle caratteristiche morfologiche della rete nelle sezioni in cui erano presenti più perdite diffuse, sono state individuate n.5 **Treated Pipe Sections (TPS)** su cui applicare la tecnologia TALR, il cui schema di principio è in Figura 6.

Il dimensionamento delle TPS è stato impostato riducendo al minimo gli impatti dovuti alle opere di predisposizione.

Per fare ciò sono state adottate le seguenti accortezze:

- Sezioni perdenti più lunghe possibili compatibili con i limiti tecnici della tecnologia e la morfologia della rete idrica;
- Predisposizioni eseguite in pozzetti esistenti per limitare il più possibile le attività di scavo

Per ciascuna TPS sono state pianificate le **macro-predisposizioni**, ovvero **tutte quelle predisposizioni necessarie per allestire la zona di lancio e la zona di estrazione per l'intervento con tecnologia TALR**, e successivamente le **micro-predisposizioni**, legate al censimento puntuale delle utenze e alla verifica dell'effettiva possibilità di isolare il tratto selezionato.

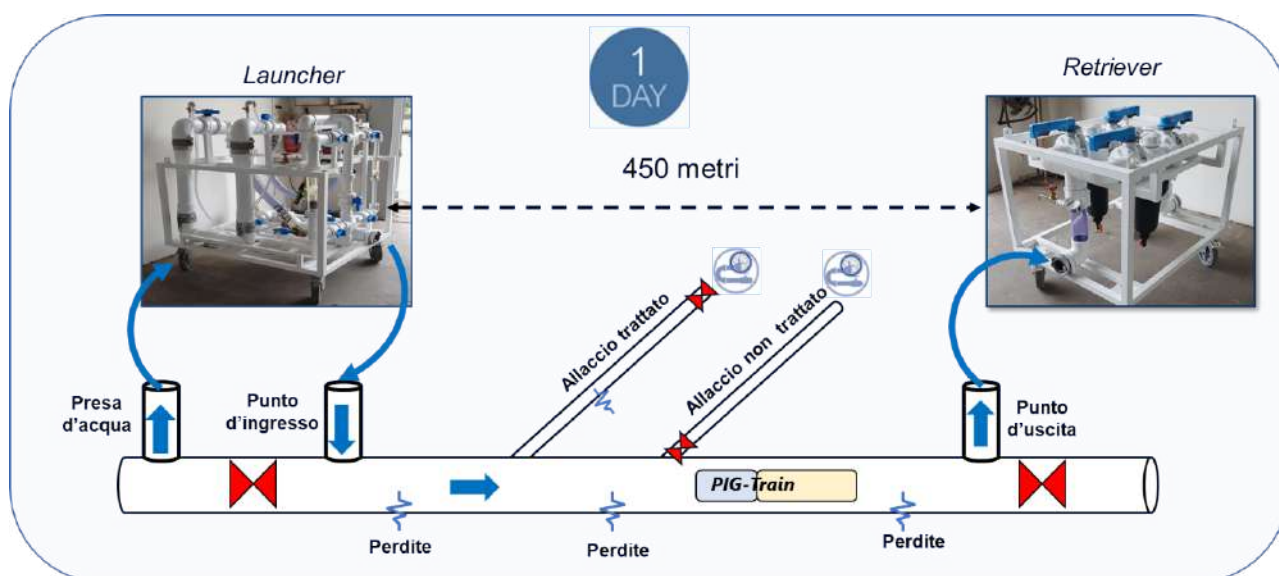


Figura 6: Schema di intervento della tecnologia TALR

La sintesi delle varie TPS è in Tabella 1.

TPS	Lunghezza (m)	DN (mm)	Materiale	Pressione operativa della tubazione (bar)	Allacci	Perdite iniziali stimate (l/h)
TPS01	180	150	Acciaio	3.25	5	3600
TPS02	190	150	Acciaio	3.20	15	5400
TPS03	385	150	Acciaio	3.20	19	3600
TPS04	415	150	Acciaio	3.50	32	3600
TPS05	250	90	PE	3.10	11	1800

Tabella 1: Caratteristiche delle TPS selezionate per l'intervento.

Fase 4 – Ingegnerizzazione delle TPS

Questa fase ha comportato il censimento capillare delle utenze e delle tubazioni secondarie (le diramazioni) presenti lungo ciascuna TPS per permettere il completo isolamento delle TPS.

Oltre a questo, l'attività ha lo scopo di rilevare eventuali criticità presenti da risolvere per la corretta implementazione della tecnologia TALR.

In molti casi si è riscontrata la presenza di contatori in proprietà private e di allacci occulti non localizzabili e ignoti anche al gestore idrico.

A valle dell'attività di ingegnerizzazione è stato consegnato al cliente un elenco delle micro-predisposizioni necessarie sulle singole TPS al fine di ottenere il perfetto isolamento per l'intervento con tecnologia TALR.

Fase 5 – Intervento con tecnologia TALR

Gli interventi sono stati eseguiti nel mese di febbraio 2020, utilizzando il sistema TALR su ciascuna TPS precedentemente predisposta.

Il processo, come da Figura 7, prevede:

- isolamento della TPS;
- misurazione delle perdite pre-lancio (LMT – Leakage Measurement Test);
- inserimento del PIG-Train;
- estrazione;
- misurazione delle perdite post-intervento;
- lavaggio finale e rimessa in servizio della TPS

Ciascun intervento ha richiesto un'ordinanza di sospensione del servizio idrico di 8 ore.

I parametri raccolti sono stati utilizzati per valutare l'efficacia della tecnologia applicata.

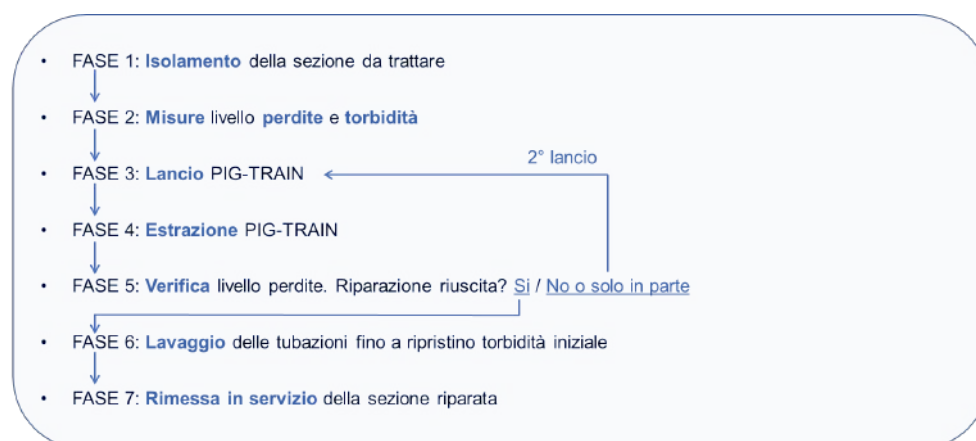


Figura 7: Fasi di intervento della tecnologia TALR.

4. Risultati

Gli interventi condotti con tecnologia TALR sulle cinque TPS selezionate hanno prodotto risultati eterogenei come da Tabella 2 e influenzati da diverse criticità riscontrate in fase di esecuzione degli interventi TALR.

	TPS01	TPS02	TPS03	TPS04	TPS05	TOTALE
<i>Lunghezza TPS [m]</i>	180	190	385	415	250	1.420
<i>Numero di stacchi (di cui allacci trattati) [-]</i>	5	15	19	32	11	82
<i>Numero di lanci eseguiti [-]</i>	zero	3	2	2	zero	7
<i>Flusso di perdita stimato su TPS [l/h]</i>	3.600	5.400	3.600	3.600	1.800	18.000
<i>Flusso di perdita iniziale misurato su TPS [l/h]</i>	zero	3.000	3.000	5.000	zero	11.000
<i>Flusso di perdita recuperato a seguito di riparazione su TPS [l/h]</i>	zero	2.800	2.900	3.500	zero	9.200
<i>Flusso di perdita residuo dopo riparazione su TPS [l/h]</i>	zero	200	100	1.500	zero	1.800
<i>K_{TPS} - Efficacia riparazioni su TPS [%]</i>	zero	93 %	97 %	70%	zero	83 %
<i>Durata dell'intervento [ore]</i>	zero	9	9	12	zero	30

Tabella 2: Sintesi dei risultati pre e post intervento.

Per meglio interpretare i dati della tabella 2 facciamo presente che:

- per *Flusso di perdita stimato su TPS* si intende la migliore stima fatta dal gestore idrico, o da noi a seguito di misure effettuate in fase di analisi del distretto, sempre alla pressione di esercizio della rete;
- per *Flusso di perdita iniziale misurato su TPS* si intende il valore esatto del flusso di perdita misurato dalla strumentazione TALR dopo aver isolato la rete e le prese di utenza, e dopo aver pressurizzato la TPS così isolata alla pressione di rete;
- per *Flusso di perdita recuperato a seguito di riparazione TPS* si intende il valore esatto del flusso di perdita recuperato per effetto delle riparazioni e misurato dalla strumentazione TALR sempre con rete e prese di utenza isolate e TPS pressurizzata alla pressione di rete;
- per *Flusso di perdita residuo dopo riparazione su TPS* si intende la differenza tra i flussi misurati di perdita iniziale e flusso recuperato (in sostanza si intende la misura della perdita residua sempre con TPS e prese di utenza isolate e pressurizzate alla pressione di rete).

La differenza tra i flussi stimati e quelli misurati è una costante nell'applicazione della tecnologia TALR in quanto spesso le misure (o le stime) sono condotte con rete in esercizio e le utenze collegate mentre, per sua natura, la tecnologia TALR isola la TPS e quindi riesce a misurare con precisione le grandezze in gioco (a tal proposito si veda lo schema di intervento in figura 6 e le varie fasi in figura 7).

Pur non essendo il nostro caso, spesso per operare in range più favorevoli di applicazione della tecnologia TALR, le pressioni di intervento vengono riportate tra i 2 ed i 4 bar mediante riduzione della pressione di rete a bordo dei

macchinari TALR o mediante l'utilizzo di pompe: anche questi fattori giustificano valori diversi tra le stime e le misure.

Tornando al nostro caso di studio, come si può evincere dalla tabella 2, la TPS01 e la TPS05 non hanno mostrato perdite misurabili al momento dell'intervento, probabilmente a causa di interventi di manutenzione eseguiti tra le fasi di misura e applicazione della tecnologia e non coordinati tra i vari reparti del gestore.

Le TPS02, TPS03 e TPS04 hanno invece evidenziato livelli significativi di riduzione delle perdite, con efficacia fino al 97% per la TPS03.

L'efficacia media complessiva degli interventi realizzati con tecnologia TALR è risultata pari a circa 83%, con una perdita residua totale di 1.800 l/h rispetto a un valore iniziale di circa 11.000 l/h sulle TPS effettivamente trattate.

Ciò ha consentito di ridurre la MNF da 21 l/s a circa 7 l/s dopo il completamento degli interventi TALR a febbraio 2020 e, di conseguenza anche una riduzione dei flussi massimi.

Nelle figure 8, 9, 10, 11 e 12 vediamo come la distribuzione della MNF, dopo gli interventi TALR, si sia polarizzata verso il basso e, nel confronto di Figura 12 si vede anche come la riduzione sia consistente anche nei flussi massimi.

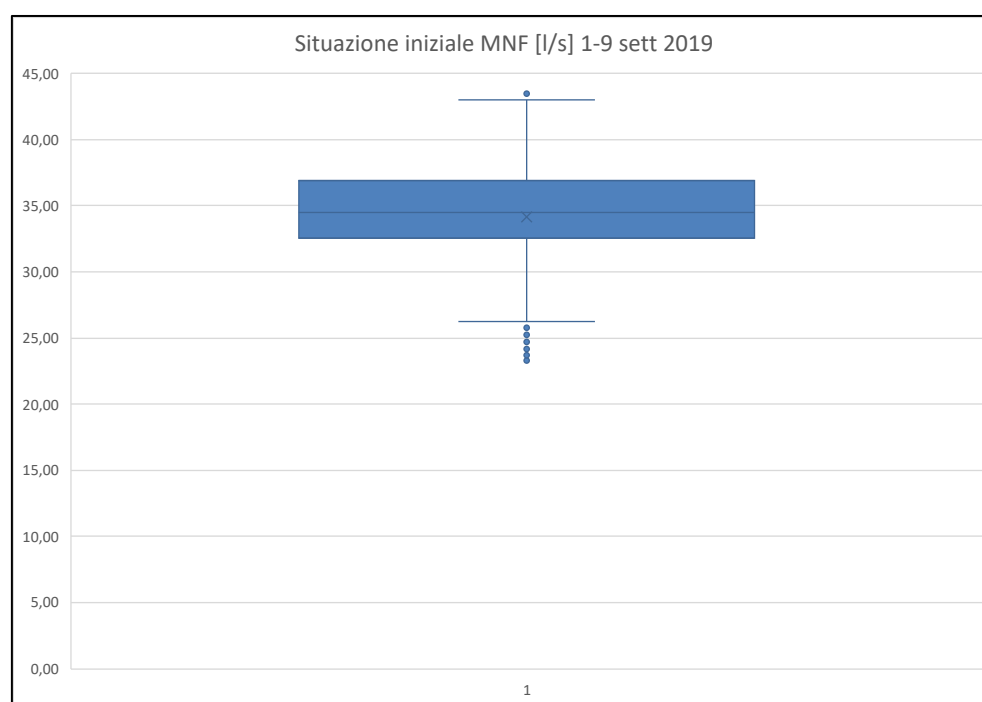


Figura 8: distribuzione MNF [l/s] – situazione a inizio progetto in periodo di alta stagione.

Si noti come ad inizio progetto, in periodo di alta stagione, la MNF fosse attestata su valori di 35 l/s.

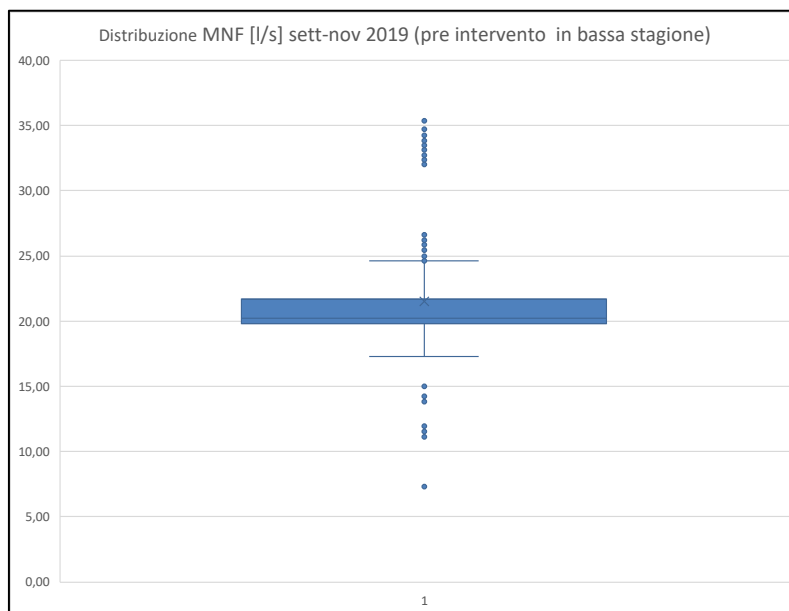


Figura 9: distribuzione MNF [l/s] in bassa stagione.

All'esito delle misure (step test e raccolta dati) dell'ottobre 2019 si rileva una MNF di circa 21 l/s.

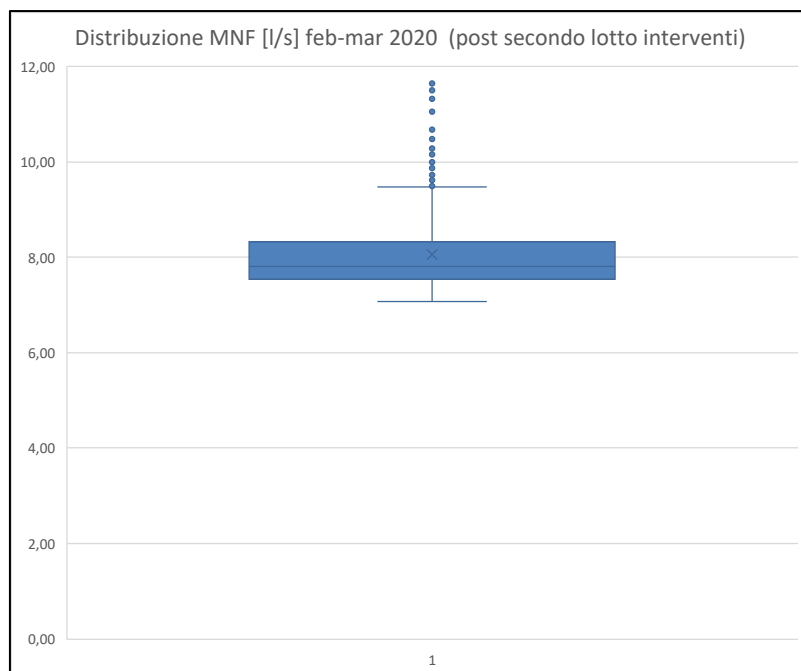


Figura 10: distribuzione MNF [l/s] post-intervento TALR.

Con i 2 lotti di interventi TALR del febbraio 2020 la MNF si è ridotta a circa 7 l/s.

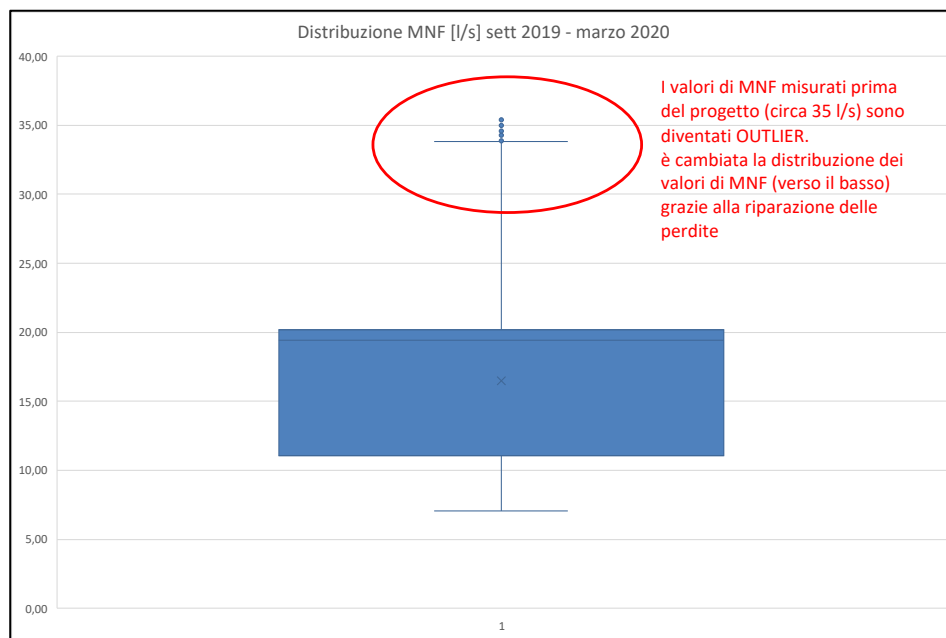


Figura 11: variazione della distribuzione MNF [l/s] nel periodo sett 2019 – marzo 2020.

In figura 11 si vede la distribuzione della MNF nell'arco dell'intero progetto ed il suo definitivo attestarsi verso il basso a circa 7 l/s (stesso andamento osservato in figura 12).

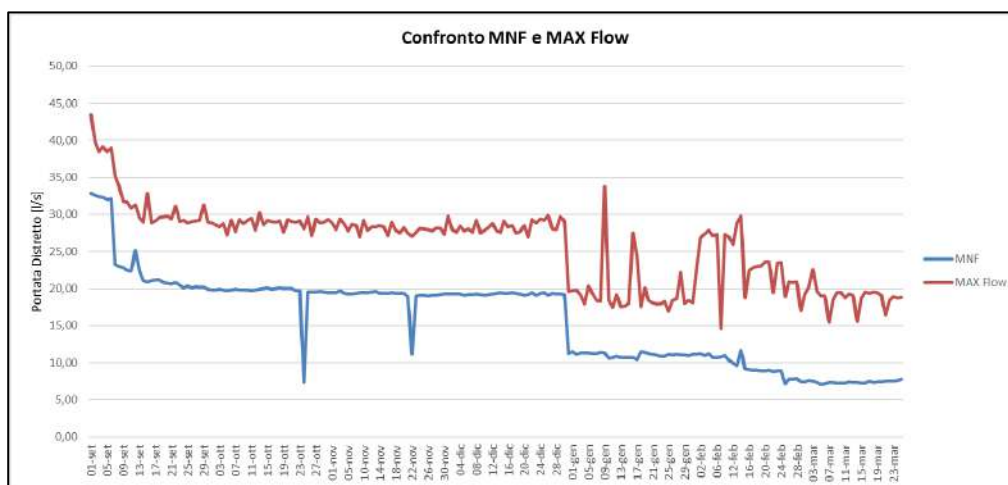


Figura 12: Confronto MNF e MAX Flow.

In figura 12 si vede come i flussi minimi e massi siano scesi in concomitanza degli interventi TALR.

4. Conclusioni

L'esecuzione del progetto ha portato al raggiungimento dell'obiettivo di ridurre almeno del 50% le perdite sul distretto di Serapo prima della stagione estiva successiva e rientrando in un budget di 140.000,00 Eur.

Di fatto si è passati da 21 l/s di MNF in bassa stagione e pre-interventi a circa 7 l/s come risultato finale a marzo 2020 post interventi. Gli interventi sono stati divisi in 2 lotti eseguiti a febbraio 2020, ciò per consentire sia le opere di predisposizione, sia per minimizzare l'impatto sulla popolazione.

L'esecuzione di tutto il progetto ha visto alcune difficoltà operative:

- In alcuni casi, tra il rilievo iniziale e l'intervento TALR sono intercorsi più di tre mesi. In questo intervallo, alcuni tratti della rete potrebbero aver subito riparazioni o modifiche non coordinate all'interno dei reparti del cliente, influenzando l'affidabilità delle misurazioni iniziali. Questo ha verosimilmente determinato i casi di perdita nulla riscontrati durante l'intervento su TPS01 e TPS05.
- La presenza di stacchi (allacci utente e traverse) non censiti ha rappresentato una delle maggiori difficoltà. Tali connessioni hanno causato disservizi e falsato le misurazioni pre e post intervento.
- Il censimento delle utenze ha evidenziato limiti legati all'accessibilità (es. contatori in proprietà private).
- sulla TPS03 lo stato della tubazione troppo compromessa con problematiche di tipo strutturale ha influito sul buon esito dell'intervento. Ciò evidenzia l'importanza di avere una buona conoscenza dello stato di salute della rete.

Si ricorda che si sono eseguite le seguenti attività:

- Mappatura della rete e verifica della conformità delle opere accessorie
- Misurazione e Analisi tassi di dispersione (tramite step-test, misure di portata, misure di MNF, ...)
- Suddivisione distretto in sezioni
- Indicazione della migliore strategia d'intervento per ciascuna sezione.

Al cliente sono stati restituiti:

- Informazioni aggiornate sulla rete
- Validazione del modello idraulico e delle zone di pressione
- Censimento dei contatori di utenza sulle porzioni di rete trattate
- Ripristino/sostituzione di organi di manovra guasti
- Piano di azione per ulteriori interventi

In sintesi, i risultati confermano l'efficacia del metodo, ma anche l'importanza di un approccio multidisciplinare che integri aspetti idraulici e gestionali al fine di recuperare l'efficienza di un intero distretto con un costo contenuto e tempi rapidi.