



È vietata la riproduzione di questo documento senza la preventiva autorizzazione di MM S.p.A.

# SERVIZIO IDRICO INTEGRATO COMUNE DI MILANO

## DIREZIONE ACQUEDOTTO

### PIANO DI RECUPERO DELLE PERDITE DELL'ACQUEDOTTO DI MILANO

0	Marzo 2018		RAC : ATA GMI SMI EAC: IEM	F. Marelli	F. Marelli	F. Marelli
Aggiorn.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Acquisito	Approvato

CODIFICA  
DOCUMENTO

Commessa	Lotto	Fase	Categoria	Opera	Progressivo
	0		G	00	





## INDICE DEI CONTENUTI

---

<b>1. Bilancio attuale delle perdite.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Mappa concettuale del documento.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Rete di Adduzione .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1. Attività per la riduzione delle perdite reali .....</b>	<b>7</b>
I. Attività pianificate di Ricerca perdite .....	7
II. Stima dei volumi recuperati.....	8
III. Stima della forza lavoro necessaria (parte impiantistica) .....	9
IV. Stima dei costi di riparazione (parte materiali e parte scavi/ripristini).....	9
V. Attività a corredo .....	10
<b>3.2. Attività per la riduzione delle perdite apparenti.....</b>	<b>10</b>
I. Sostituzione di valvole e misuratori di portata nelle camerette pozzi .....	10
II. Inserimento di contatori per i flussi di trattamento .....	12
<b>4. Rete di Distribuzione.....</b>	<b>14</b>
<b>4.1. Attività per la riduzione delle perdite reali .....</b>	<b>14</b>
I. Attività pianificate di Ricerca perdite.....	14
4.1.1.1. Ricerca Perdite su piccoli diametri (DN<450 mm) .....	14
4.1.1.2. Ricerca Perdite su grandi diametri (DN≥450 mm) .....	17
4.1.1.3. Attività a corredo.....	22
II. Riduzione delle pressione notturne in rete .....	22
III. Ottimizzazione delle pressioni in rete .....	23
IV. Attività di sostituzione e rinnovamento della rete.....	24
<b>4.2. Attività per la riduzione delle perdite apparenti.....</b>	<b>25</b>
I. Maggiore precisione dei contatori di utenza .....	25
II. Monitoraggio utenze .....	27
<b>5. Attività di implementazione dei sistemi informatici per adeguamento alla delibera 917/2017/R/idr .....</b>	<b>28</b>



<b>6. Conclusioni.....</b>	<b>30</b>
----------------------------	-----------



## **1. BILANCIO ATTUALE DELLE PERDITE**

---

Lo sviluppo complessivo della rete di Milano (adduzione+ distribuzione) è pari a  $\approx$  2.183 km.

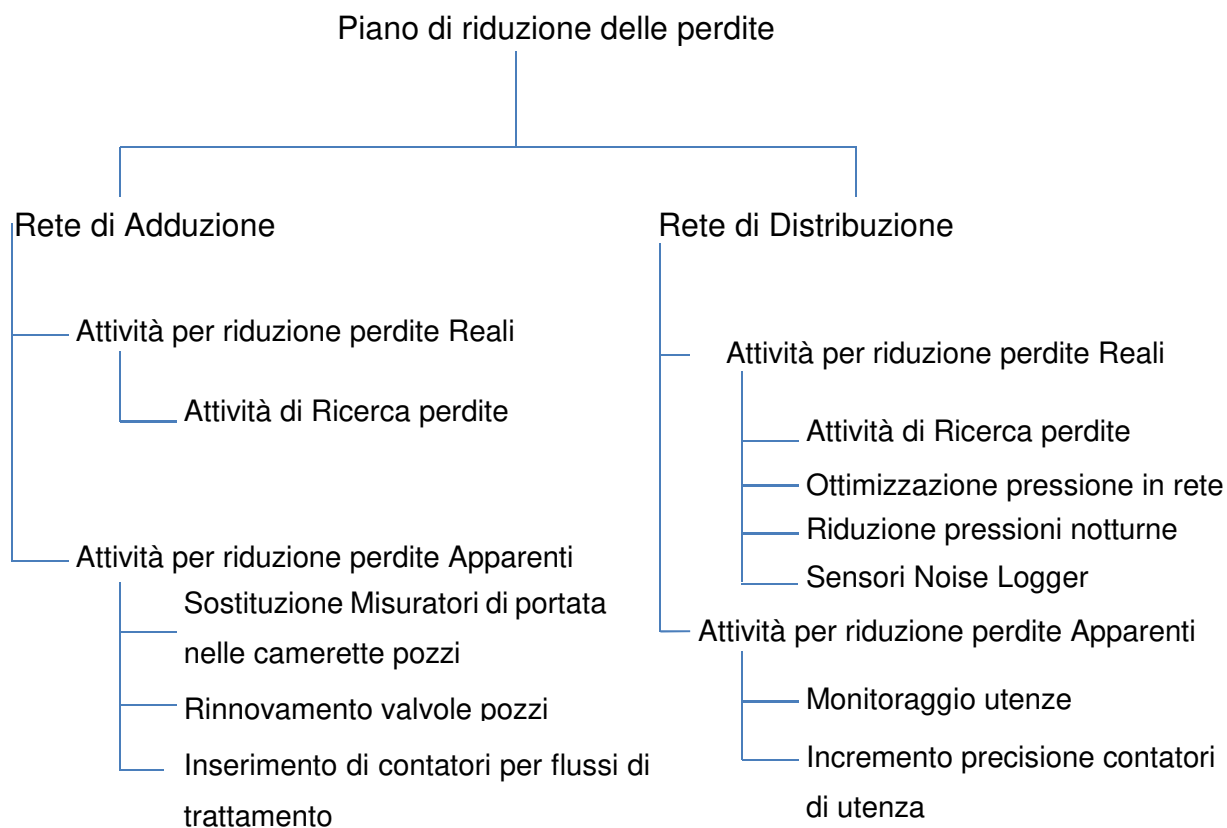
I volumi d'acqua che vengono prelevati dall'ambiente per alimentare l'acquedotto di Milano (di cui solo una minima parte esportata verso l'acquedotto di Corsico), per l'anno 2016 sono pari a circa 221,67 mln di m<sup>3</sup>, mentre quelli fatturati per il comune di Milano sono pari a circa 184,84 mln di m<sup>3</sup>. Nel bilancio complessivo, tra volumi autorizzati e stima dell'acqua esportata verso il Comune di Corsico, si calcola che le perdite totali (reali e apparenti) per la rete di adduzione e la rete di distribuzione ammonta a 15,80% del volume prelevato, di cui l'11,2% si stimano siano le perdite reali.

Si evidenzia che tale dato di perdita percentuale è stato ritenuto nella pianificazione ante QT come accettabile e non individuato come necessitante di miglioramento rispetto agli standard delle grandi città italiane a cui Milano è comparabile. Pertanto le attività individuate all'interno dei successivi paragrafi rappresentano interventi aggiuntivi rispetto all'obiettivo di mantenimento del valore delle perdite totali presenti nelle precedenti pianificazioni al fine di raggiungere l'obiettivo di miglioramento previsto dalla delibera QT.



## 2. MAPPA CONCETTUALE DEL DOCUMENTO

---





### **3. RETE DI ADDUZIONE**

---

La rete di adduzione ha la funzione di trasportare l'acqua emunta dai pozzi alle centrali di potabilizzazione e rilancio in rete.

L'acquedotto di Milano è dotato di 587 pozzi e 32 centrali complessive, di cui:

- 27 funzionanti;
- 3 non in esercizio;
- 2 ferme per manutenzione (C.li Feltre e Linate) alla stesura del presente documento;

Lo sviluppo complessivo delle tubazioni di adduzione risulta essere pari a 98,6 km ( di cui 91,9 km in esercizio), con una distanza media di 168 m tra pozzo e centrale.

#### **3.1. ATTIVITÀ PER LA RIDUZIONE DELLE PERDITE REALI**

##### ***I. ATTIVITÀ PIANIFICATE DI RICERCA PERDITE***

Le attività pianificate per il prossimo biennio atte alla riduzione delle perdite reali sulla rete di adduzione, si distinguono in diversi approcci:

- tradizionale tramite correlazione con accelerometri e idrofoni, a pompe spente, usufruendo tramite by-pass della pressione della rete di distribuzione
- innovativo (es. con tecnologie intrusive, le quali, una volta inserite all'interno della condotta, permettono di effettuare analisi complete dello stato delle tubazioni)
- sperimentale, utilizzando una tecnologia sperimentale dell'Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Ingegneria Civile Ambientale, basata sull'analisi della trasmissione delle onde di pressione all'interno delle condotte

Si stima che nel biennio 2018-2019 si riesca ad analizzare la rete di adduzione per circa 53 km con un costo complessivo di attività di monitoraggio pari a circa 50.000€. Tale attività verrà portata avanti anche nel 2020 per i restanti 46 km, con un ulteriore costo pari a 35.000€.



## II. STIMA DEI VOLUMI RECUPERATI

Anno	Km di rete di Adduzione potenzialmente analizzabili [km]	Costo attività esterna di monitoraggio
2018	8,00	≈7.500€
2019	45,73	≈42.500€

Tabella 3-1: Stima dei km potenzialmente analizzabili per ogni singolo anno e relativi costi dell'attività di monitoraggio

Considerando che il tasso di rottura della rete di Milano, arrotondando per eccesso, è di circa 0,5, e la rete d'adduzione sarà analizzata per circa 53 km nel 2018 e 2019, il numero di perdite idriche attese e che si andranno a riparare è pari a 26.

Pertanto si stima che i volumi recuperabili, considerando che la perdita media rilevata dal monitoraggio sia di almeno 1,6 m<sup>3</sup>/giorno, attraverso la riparazione delle presunte 26 perdite idriche attese sono i seguenti, suddivisi per anni:

Anno	Stima delle perdite idriche attese e riparate	Stima del volume recuperato a seguito della riparazione delle perdite presunte esistenti [m <sup>3</sup> ]
2018	4	≈2.340
2019	22	≈12.850

Tabella 3-2 : Stima delle perdite idriche attese e che si prevede di riparare e i rispettivi volumi recuperati attraverso la riparazione delle medesime

Si sottolinea che rispetto al volume di perdita valutato per la rete di distribuzione (5 m<sup>3</sup>/giorno, vd. par. 4.1.I), quello considerato per la rete di adduzione è minore di circa 1/3, in quanto la pressione di esercizio della rete di adduzione è pari a circa 1/10 di quella presente nella rete di distribuzione. Infatti, utilizzando la formula della foronomia  $Q=\mu A(2gh)^{1/2}$ , a parità di dimensioni del foro, l'altezza (quindi i metri di colonna d'acqua e quindi la pressione) varia da 4 m per la rete di adduzione a 40 m per la rete di distribuzione, con il risultato che la  $Q_{\text{adduzione}}$  risulta essere circa 1/3 della  $Q_{\text{distribuzione}}$ .





### **III. STIMA DELLA FORZA LAVORO NECESSARIA (PARTE IMPIANTISTICA)**

Visto il numero di perdite idriche attese per la rete di adduzione, si stima che una squadra operativa che abbia come priorità di intervento la riparazione delle perdite occulte sulla rete di adduzione, e come occupazione “ordinaria” il supporto alla funzione MAR dove sono allocati gli addetti tubisti/saldatori che operano sulla rete acquedottistica (per attività ad esempio di predisposizione attacchi per strumentistica, controllo valvole ...) possa ritenersi sufficiente per garantire la riparazione tempestiva delle rotture. Il costo necessario per tale attività è pari a 80.000€/anno, considerando 2 addetti tubisti/saldatori con un costo pari a 40.000€/anno o equivalente servizio realizzato esternamente. Considerando nel 2018 solo l'ultimo quadrimestre, i costi della squadra operativa si stimano come segue:

Anno	Costi squadra operativa
2018 (ultimo quadrimestre)	≈26.500€
2019	80.000€

*Tabella 3-3 : Tabella costi squadra operativa*

Si sottolinea che le attività di ricerca perdite sulla rete di adduzione saranno gestite a centrale, e quindi non in modo continuativo, ma contratte in brevi periodi su ogni centrale.

Si precisa che tutte le attività di ricerca perdite eseguite tramite appalti esterni (sia su rete di adduzione che per rete di distribuzione) si prevede che verranno seguite da due tecnici specializzati dipendenti di MM s.p.a. per un costo complessivo quindi di 80.000€/anno.

### **IV. STIMA DEI COSTI DI RIPARAZIONE (PARTE MATERIALI E PARTE SCAVI/RIPRISTINI)**

Per stimare i costi di riparazione si considerano uno scavo tipo delle dimensioni Lunghezza 2,10 x Larghezza 1,30 x Profondità 1,80, la manodopera di due operai specializzati e l'utilizzo di un giunto di riparazione. Pertanto si stima una spesa complessiva pari a 1.600€ a riparazione.



Ipotizzando quindi un numero totale di 26 scavi negli anni 2018 e 2019, si raggiunge una spesa stimata complessiva pari a 41.600€, di cui 6.400€ nel 2018 e 35.200€ nel 2019. Per altre considerazioni si rimanda al paragrafo 3.1. VAttività a corredo. Nel caso in cui si riscontrassero perdite concentrate su alcuni tratti, questi ultimi verranno sostituiti e non riparati.

## ***V. ATTIVITÀ A CORREDO***

Si precisa che per eseguire le attività di ricerca perdite sulla rete di adduzione è necessario effettuare da parte del gestore un lavoro di adattamento del sistema creando per ogni centrale un sistema by-pass con la rete di distribuzione. Inoltre, sarà necessario la creazione di punti acqua sui diametri DN $\geq$ 450 mm. Pertanto, per ogni centrale sarà necessario un lavoro operativo di adeguamento che sarà sviluppato centrale per centrale nel corso del biennio 2018-2019. I costi dell'esecuzione del by-pass si stimano pari a circa 1.000€ a centrale; ipotizzando di riuscire ad eseguire 2 by-pass nel 2018 e 15 nel 2019, i costi suddivisi per anno sono pari a 2.000€ per il 2018 e 15.000€ per il 2019. I costi invece di adeguamento dei punti acqua si aggirano intorno ai 300€ per intervento; di questi se ne stimano circa una quarantina con un costo generale quindi pari a 12.000 € (circa 800€ per il 2018 e 6.000€ per il 2019. La restante spesa si prevede di effettuarla nel 2020).

## **3.2. ATTIVITÀ PER LA RIDUZIONE DELLE PERDITE APPARENTI**

### ***I. SOSTITUZIONE DI VALVOLE E MISURATORI DI PORTATA NELLE CAMERETTE POZZI***

La sostituzione delle valvole e dei misuratori di portata nelle camerette risulta propedeutica per l'individuazione delle reti di adduzione dei pozzi su cui effettuare l'attività di ricerca perdite descritta precedentemente e permette di ridurre le perdite causate dal non corretto funzionamento delle valvole di ritegno nei DN 100÷200, presenti nelle camerette avampozzo, durante i periodi di fermo del pozzo.

Tale intervento viene effettuato all'interno di tutte le attività di manutenzione straordinaria previste sui pozzi. In particolare, durante:



- il recupero funzionale dei pozzi di captazione (39 pozzi nel triennio 2017-2019) commessa A1616;
- il recupero integrale dei pozzi di captazione (7 pozzi nel triennio 2018-2020) commessa 1701C;
- l'adeguamento normativo delle camerette avampozzo (18 pozzi nel biennio 2018-2019) 1801C;
- la sostituzione dei misuratori di portata nelle camerette pozzi che presentano anomalie di funzionamento

#### *STIMA DEI VOLUMI*

Non esistono attualmente dati precisi riguardanti i volumi d'acqua reimmessi in falda a causa del malfunzionamento delle valvole di ritegno. Per la definizione dei volumi recuperabili con gli interventi di sostituzione del valvolame è possibile esclusivamente attraverso l'analisi delle evidenze emerse durante le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria eseguite sui pozzi.

Dei circa 400 pozzi sfruttabili la percentuale di pozzi in funzione contemporaneamente è pari all'80%, il restante 20% è fermo per manutenzione meccanica o per esigenze di servizio (es: rotazione dei pozzi in funzione).

Le evidenze emerse durante gli interventi di manutenzione, portano a considerare che circa il 20% dei pozzi possa essere soggetto a reflusso in falda in caso di arresto. Le portate di reflusso sono generalmente molto esigue, con una media stimata pari a 2 l/min.

Per quanto sopra esposto è possibile stimare una perdita generalizzata di circa 1.4 l/s a causa del reflusso, pari a 44'150 m<sup>3</sup>/anno.

In considerazione degli interventi programmati, elencati al paragrafo precedente, si ritiene possibile effettuare la completa sostituzione del valvolame installato nelle camerette avampozzo entro la fine del 2019, con un recupero annuo di circa 22'075 m<sup>3</sup> di acqua.



### *STIMA DEI COSTI DI INTERVENTO*

Per le attività di sostituzione valvole di ritegno e misuratori di portata nelle camerette avampozzo, si stima un importo complessivo di 400.000€ nel biennio 2018-2019.

## **II.        *INSERIMENTO DI CONTATORI PER I FLUSSI DI TRATTAMENTO***

Per la misura dei consumi derivanti dalle operazioni di manutenzione predittiva e preventiva degli impianti di trattamento verrà prevista l'installazione sulle tubazioni del controlavaggio degli impianti CAG (filtri e vasche) di opportuni misuratori.

### *STIMA DEI VOLUMI*

Si stima che, tramite l'installazione di misuratori di portata, sia possibile quantificare il volume di acqua utilizzata per le procedure di controlavaggio degli impianti di trattamento in 198.000 m<sup>3</sup> annui.

Tale valore è stato stimato considerando la portata di acqua necessaria al controlavaggio, quantificata in 30 l/s per i filtri, e 100 l/s per le vasche, e il tempo necessario al controlavaggio, assunto pari a 5 ore/anno per ogni filtro/vasca CAG.

Di ognuno di essi si è quindi trovato il volume di acqua necessario, e tale valore è stato successivamente moltiplicato per il numero di filtri/vasche CAG presenti in ogni centrale.

Infine sono stati sommati i volumi totali di ciascuna centrale, fornendo il valore di 198.000 m<sup>3</sup> annui.

### *STIMA DEI COSTI DI INTERVENTO*

La misurazione dei consumi relativi alle operazioni di controlavaggio degli impianti CAG avverrà per mezzo di misuratori di portata installati sulla tubazione di controlavaggio.

Considerando che, alla stesura del presente documento, il numero di centrali in cui sono presenti impianti di trattamento CAG è pari a 25, e considerando il diametro



medio della tubazione principale di controlavaggio pari a DN 200, è possibile stimare il costo complessivo per l'intervento su tutte le centrali in 35.000€



## 4. RETE DI DISTRIBUZIONE

---

La rete di distribuzione della città di Milano si sviluppa per circa 2.080 km, in modo estremamente ramificato e con una forbice di diametri molto ampia che parte dal DN 1200, per giungere al DN 80 (esclusi gli allacci).

### 4.1. ATTIVITÀ PER LA RIDUZIONE DELLE PERDITE REALI

#### I. ATTIVITÀ PIANIFICATE DI RICERCA PERDITE

L'attività di ricerca perdite sulla rete di distribuzione è gestita attraverso due macrogruppi: ricerca perdite su piccoli diametri (DN<450 mm) e ricerca perdite su grandi diametri (DN≥450 mm). Il motivo di tale suddivisione risiede nelle metodologie differenti di indagine con cui bisogna esaminare i due gruppi di condotte.

##### 4.1.1.1. RICERCA PERDITE SU PICCOLI DIAMETRI (DN<450 MM)

La lunghezza complessiva delle tubazioni con DN<450 mm è pari a circa 1.900 km. L'attività predisposta di ricerca perdite, con partenza nel 2018 e di durata triennale, prevede che per ogni anno di appalto (quindi differente rispetto all'anno solare) vengano esaminati tutti i 1.900 km di tubazione. L'appalto è stato suddiviso in 3 lotti, sui quali opereranno, per ogni lotto, a rotazione annuale tre imprese specializzate. Il costo complessivo per il triennio è pari a 758.655€.

##### STIMA DEI KM ANALIZZATI E DEGLI INTERVENTI EFFETTUABILI

Con tale attività di ricercar perdite con servizio esterno si stima di monitorare negli anni 2018-2019 i seguenti km con i seguenti costi:

Anno	Km di rete di Distribuzione con DN<450 mm [km]	Costo attività esterna di monitoraggio
2018 (considerando partenza attività di	1.146	≈147.500€



monitoraggio a giugno)		
2019	1.965	≈253.000€

Figura 4-1 Stima dei km monitorati per ogni singolo anno di attività e relativi costi dell'attività di monitoraggio

Considerando che il tasso di rottura della rete di Milano, arrotondando per eccesso, è di circa 0,5, e la rete di distribuzione è composta da circa 1.900 km, il numero di perdite idriche attese durante il primo anno di servizio (quindi non solare) è pari a circa 960. Per l'anno successivo di esecuzione del servizio (quindi non solare), ci si attende un numero più contenuto di perdite monitorate, in quanto ogni tratto risulta già essere stato analizzato nell'anno precedente; di conseguenza, per il secondo anno si stimano 480 perdite occulte identificate. Di tutte le perdite attese, si stima di poterne riparare 2 al giorno per gli ultimi 4 mesi del 2018 (l'inizio dell'appalto è previsto per giugno, ma la nuova squadra composta da 2 operatori tubisti/saldatori, a livello cautelativo si ipotizza che possa essere operativa da settembre, e pertanto vengono conteggiati per le riparazioni i 4 mesi finali del 2018) e 3 perdite al giorno per il 2019. Stimando quindi che ogni perdita monitorata sia di circa 5 m<sup>3</sup>/giorno, moltiplicando il numero di perdite presunte riparabili nel 2018 e nel 2019, si ottengono i recuperi dei seguenti volumi

Anno	Stima delle perdite idriche riparate	Stima del volume recuperato a seguito della riparazione delle perdite presunte esistenti [m <sup>3</sup> ]
2018	160	292.000
2019	720	788.400  (il calcolo matematico 5m <sup>3</sup> /giorno * 720 perdite riparate restituirebbe un volume recuperato pari a 1.314.000 m <sup>3</sup> , ma, vista l'aleatorietà della materia, si preferisce a livello cautelativo considerare come volume recuperato il 60% del medesimo)

Tabella 4-1 : Stima delle perdite idriche attese e che si prevede di riparare e i rispettivi volumi recuperati attraverso la riparazione delle medesime



#### *STIMA DELLA FORZA LAVORO NECESSARIA (PARTE IMPIANTISTICA)*

Dalla tabella precedente ( Tabella 4-1) si evince che con il numero previsto di interventi nel 2018 e nel 2019 si riesca a concorrere al raggiungimento della quota di volumi recuperati necessaria per il conseguimento dell'obiettivo del parametro M1.

Pertanto, giornalmente si stima che si possano riparare in media 2 perdite per il 2018 e 3 perdite per il 2019.

Di conseguenza si ritiene che due squadre operative (composte ciascuna da due addetti tubisti saldati o equivalente in servizio esterno) per un costo complessivo di 160.000€/anno dedicate alla riparazione delle perdite monitorate sulla rete di distribuzione di piccolo diametro, più una disponibile qualora non sia impegnata sulle riparazioni di perdite occulte sulla rete di distribuzione di grande diametro (vd. paragrafi successivi), siano sufficienti per il raggiungimento dell'obiettivo di recupero dei volumi attraverso le riparazioni. Pertanto, i costi per il 2018 e del 2019 riguardanti le 2 squadre operative che opereranno sulla rete di piccolo diametro sono i seguenti:

Anno	Costi n° 2 squadre operative
2018 (terzo quadrimestre)	≈53.000€
2019	160.000€

*Tabella 4-2 : Tabella costi n° 2 squadre operative*

Per altre considerazioni si rimanda al paragrafo 4.1.1.3 Attività a corredo.

Si precisa che tutte le attività di ricerca perdite eseguite tramite appalti esterni (sia su rete di adduzione che per rete di distribuzione) si prevede che verranno seguite da due tecnici specializzati dipendenti di MM s.p.a. per un costo complessivo quindi di 80.000€/anno.

#### *STIMA DEI COSTI DI RIPARAZIONE (PARTE MATERIALI E PARTE SCAVI/RIPRISTINI)*

Per stimare i costi di riparazione si considerano uno scavo tipo delle dimensioni Lunghezza 2,10 x Larghezza 1,30 x Profondità 1,80, la manodopera di due operai





specializzati e l'utilizzo di un giunto di riparazione. Pertanto si stima una spesa complessiva pari a 1.600€ a riparazione.

Per ipotizzare il costo complessivo si dovrà stimare il numero di scavi, e quindi di perdite, attesi; nello specifico numero di interventi totali annuali e relativi costi sono riassunti nella seguente tabella:

Anno	N° perdite/giorno riparabili sulla rete di Distribuzione con DN<450 mm	Km di rete di Distribuzione con DN<450 mm monitorati [km]	N° perdite totali riparabili nell'anno considerato (A)	Costo totale annuale = (A)*1.600€	Stima del volume recuperato a seguito della riparazione delle perdite presunte esistenti [m <sup>3</sup> ]
2018	2	1.146	160	256.000 €	292.000
2019	3	1.965	720	1.152.000 €	788.400

Figura 4-2 Tabella riassuntiva degli interventi, dei costi stimati e dei volumi potenzialmente recuperabili

#### 4.1.1.2. RICERCA PERDITE SU GRANDI DIAMETRI (DN≥450 MM)

La lunghezza complessiva delle tubazioni con DN≥450 mm è pari a circa 181 km, di cui circa 22 km sottoposti recentemente a relining e circa 10,5 km di nuova posa; pertanto si ritiene opportuno focalizzare le indagini su 149 km.

L'attività predisposta di ricerca perdite partita nel 2018 è di durata annuale, e prevede una prima analisi di 54 km con un costo di monitoraggio complessivo pari a 122.610€, mentre per il 2019 si ipotizza di riuscire ad analizzare 82 km con un costo stimato di 200.000€. I rimanenti km (circa 13 km) sono tratti isolati e disseminati per la città che verranno analizzati negli anni successivi. Per garantire successivamente un costate monitoraggio delle tubazioni di grande diametro, si prevede nel 2021 di monitorare in un'unica soluzione tutti i km monitorati nel 2018 e nel 2019.

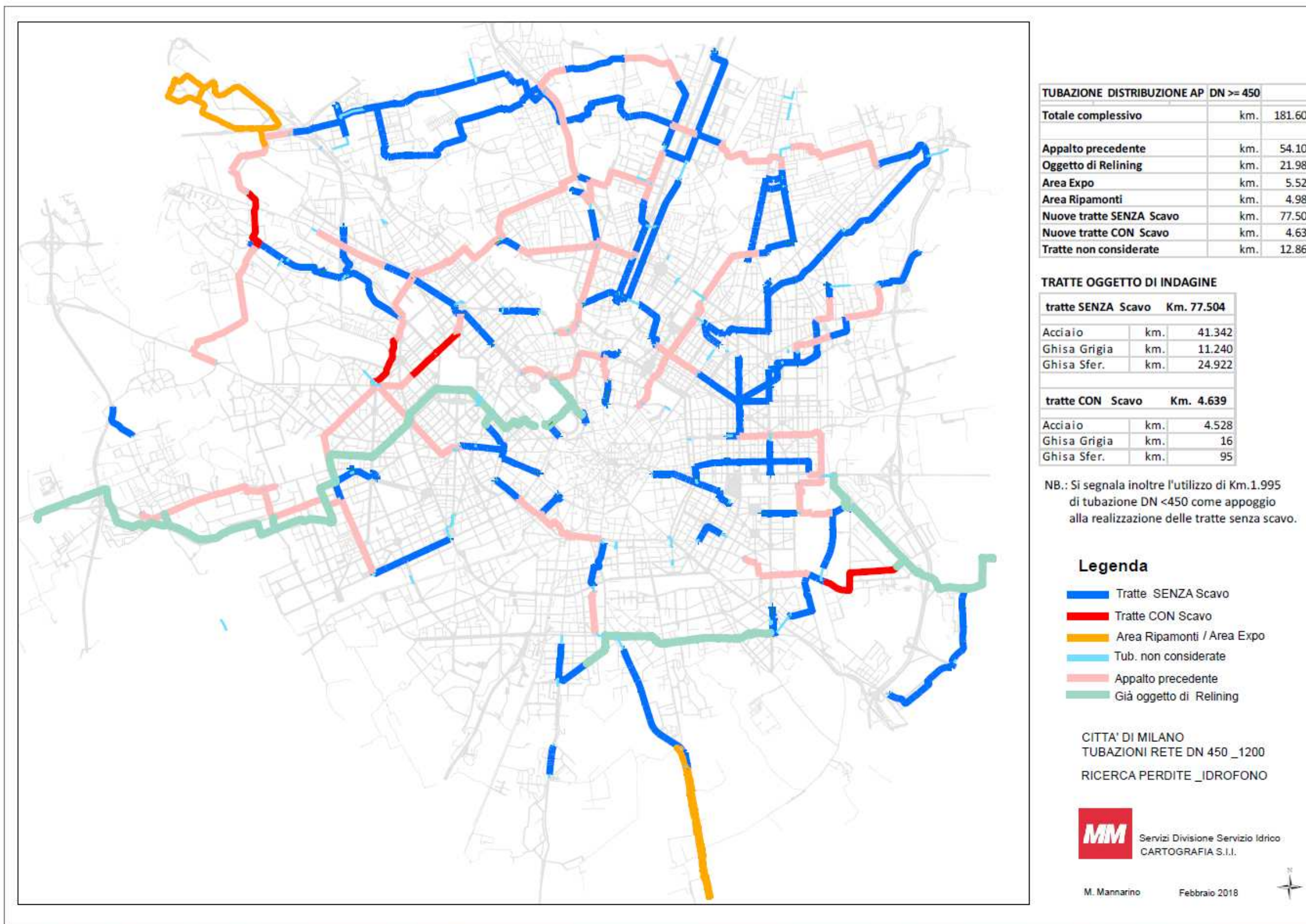
Si riporta di seguito una planimetria nella quale vengono evidenziati le seguenti tratte:

- In blu le tratte di grande diametro sulle quali è possibile senza l'effettuazione di scavi eseguire le indagini di ricerca perdite
- In rosso ovvero "tratte CON scavo" si intendono quelle tratte per le quali l'effettuazione dell'indagine di monitoraggio necessita di una manomissione del suolo (scavo o su strada o su marciapiede) per avere un accesso alla condotta;



questi tipi di intervento ovviamente trascinano le conseguenti criticità di autorizzazioni e viabilità.

- In arancio le aree di Ripamonti ed Expo che sono di recente posa
- In azzurro tratte sparse al momento non considerate
- In rosa i tratti attualmente in indagine attualmente
- in verde le condotte che sono state di recente o saranno a breve oggetto di relining





#### STIMA DEI KM ANALIZZATI, DEGLI INTERVENTI EFFETTUABILI

Con tale attività di ricercar perdite si stima di monitorare negli anni 2018-2019 i seguenti km con i relativi costi:

Anno	Km di rete di Distribuzione con DN $\geq$ 450 mm [km]	Costo attività esterna di monitoraggio
2018	54	122.610 €
2019	82,1	200.000€

Figura 4-3 Stima dei km monitorati per ogni singolo anno di attività e relativi costi dell'attività di monitoraggio

Considerando che il tasso di rottura della rete di Milano, arrotondando per eccesso, è di circa 0,5, e la rete di distribuzione è composta da circa 149,5 km, il numero di perdite idriche attese durante il primo anno di servizio (che è svolto praticamente in toto nel 2018) è pari a circa 26. Per l'anno successivo di esecuzione del servizio (quindi che si svilupperà per tutto il 2019), ci si attende un numero di perdite pari a circa 40. Di tutte le perdite attese, si stima che riparandone 1 al giorno sia per il 2018 che per il 2019, si riesca a concorrere al raggiungimento dell'obiettivo del parametro M1 sia per il 2018 che per il 2019, stimando che ogni perdita monitorata sia di circa 5 m<sup>3</sup>/giorno:

Anno	Stima delle perdite idriche potenzialmente esistenti e riparate	Stima del volume recuperato a seguito della riparazione delle perdite presunte esistenti [m <sup>3</sup> ]
2018	26	47.450
2019	40	73.000

Tabella 4-3 : Stima delle perdite idriche attese e che si prevede di riparare e i rispettivi volumi recuperati attraverso la riparazione delle medesime

#### STIMA DELLA FORZA LAVORO NECESSARIA (PARTE IMPIANTISTICA)

Dalla tabella precedente ( Tabella 4-3) si evince che con il numero previsto di interventi nel 2018 e nel 2019 si riesca a concorrere al raggiungimento della quota di volumi recuperati necessaria per il conseguimento dell'obiettivo del parametro M1.



Pertanto, giornalmente si stima che si possano riparare in media 1 perdita/giorno per il 2018 e per il 2019.

Di conseguenza si ritiene che una squadra operativa principalmente dedicata a tale tipo di attività, possa essere sufficiente per effettuare le riparazioni necessarie con i seguenti costi stimati:

Anno	Costi squadra operativa
2018 (secondo semestre)	40.000€
2019	80.000€

*Tabella 4-4 : Tabella costi squadra operativa*

Qualora tale squadra non fosse impegnata negli interventi di riparazione sulla rete di distribuzione di grande diametro, verrà impegnata nelle riparazioni delle tubazioni di distribuzione di piccolo diametro. Per altre considerazioni si rimanda al paragrafo 4.1.1.3 Attività a corredo.

Si precisa che tutte le attività di ricerca perdite eseguite tramite appalti esterni (sia su rete di adduzione che per rete di distribuzione) si prevede che verranno seguite da due tecnici specializzati dipendenti di MM s.p.a. per un costo complessivo quindi di 80.000€/anno

#### *STIMA DEI COSTI DI RIPARAZIONE (PARTE MATERIALI E PARTE SCAVI/RIPRISTINI)*

Per stimare i costi di riparazione si considerano uno scavo tipo delle dimensioni Lunghezza 2,10 x Larghezza 1,80 x Profondità 2,10, la manodopera di due operai specializzati e l'utilizzo del materiale riparazione. Pertanto si stima una spesa complessiva pari a 3.600€ a riparazione.

Per ipotizzare il costo complessivo si dovrà stimare il numero di scavi, e quindi di perdite, attesi; nello specifico numero di interventi totali annuali e relativi costi sono riassunti nella seguente tabella:





Anno	N° perdite/giorno riparabili sulla rete di Distribuzione con DN≥450 mm	Km di rete di Distribuzione con DN≥450 mm monitorati [km]	N° perdite totali riparabili nell'anno considerato (A)	Costo totale annuale = (A)*3.600€	Stima del volume recuperato a seguito della riparazione delle perdite presunte esistenti [m³]
2018	1	54	26	93.600 €	47.450
2019	1	82,1	40	144.000 €	73.000

Figura 4-4 Tabella riassuntiva degli interventi, dei costi stimati e dei volumi potenzialmente recuperabili

#### 4.1.1.3. ATTIVITÀ A CORREDO

Si precisa che soprattutto per le attività di ricerca perdite su grandi diametri è necessario effettuare da parte del gestore un minuzioso e preciso censimento dei punti acqua utilizzabili, che dovranno essere visionati dal personale interno per verificarne l'utilizzo e lo stato del medesimo. Pertanto, per ogni punto individuato come ideale punto acqua, segue un lavoro operativo di visione sul campo e di manutenzione/riparazione/sostituzione. Il costo dell'operazione di manutenzione/riparazione/sostituzione oscilla dai 300 € ai 1.300 € ad intervento, a seconda che sia senza o con scavo. Ad ogni modo tali interventi non possono considerarsi spese unicamente eseguite per l'installazione degli idrofoni in quanto si è colta l'occasione per effettuare sostituzioni e manutenzioni a sfiati, idranti e quanto necessario. Ad ogni modo si stima che per l'attività di ricerca perdite di grande diametro programmata per il 2019, gli interventi di manutenzione/sostituzione ammontino in totale a un importo stimato di 45.000 €.

## II. RIDUZIONE DELLE PRESSIONE NOTTURNE IN RETE

La relazione tra pressione e volume delle perdite è definita come best practice a livello internazionale dall'IWA. Tale relazione integra l'equazione teorica della foronomia (efflusso sotto battente  $Q = mA(2gh)^{1/2}$ ).

Alcune azioni sulla gestione operativa possono, quindi, comportare dei benefici in termini di riduzione delle perdite reali mediante riduzione delle pressioni di esercizio in rete. Si è pertanto previsto a partire dal Marzo 2018 di ridurre le pressioni di esercizio di circa 6 metri nella parte a nord della città (con abbassamento da 28/30 a 22/24 circa



delle pressioni medie notturne nella zona nord, la più critica della città), e conseguentemente, si determina una configurazione di pressioni del sistema complessivo (che diminuisce mediamente sull'intera rete di circa 3/4 metri). Le sperimentazioni condotte nel mese di febbraio/marzo 2018 hanno confermato i dati provenienti dalla modellazione matematica con un volume di minor immesso in rete pari a circa 3200 mc a notte (per complessivi 1.058.912 m<sup>3</sup> nel 2018). Il vincolo operativo è appunto la domanda delle utenze e le pressioni minime da garantire, ma pure la sorgente costituita dai serbatoi di monte che dovranno essere gestiti con maggiore accortezza per poter utilizzare un numero inferiori di centrali/pompe di spinta in rete e potrà essere garantito mediante un potenziamento dei punti di monitoraggio rete (30 nuovi punti aggiuntivi per un costo di circa 1.200.000 euro nel 2019), una implementazione dell'accuratezza del modello matematico (mediante campagna di taratura con strumenti provvisori in rete) e sviluppo di un software di ottimizzazione delle pressioni in rete (DSS pressioni per un costo di 300.000 euro nel 2019) che consente, a partire dal modello matematico, di gestire il funzionamento delle pompe di spinta in rete oltre al necessario potenziamento della funzione MEA che gestisce esercizio e manutenzione della strumentazione in campo e del sistema di puma-scheduling (costo previsto pari a 160.000 €/anno).

### ***III. OTTIMIZZAZIONE DELLE PRESSIONI IN RETE***

Lo sviluppo del progetto di inserimento di punti di misura di pressione e portata in rete per una campagna di indagine temporanea ed ulteriori punti definitivi (circa 30 punti) permetteranno non solo una migliore ottimizzazione dell'attività di scheduling dei pompaggi ed un supporto nella gestione operativa notturna ma anche lo sviluppo di un modulo pressioni del sistema automatico di gestione dei pompaggi attualmente in fase di sviluppo e che vedrà compimento ed entrata in esercizio nel 2020 (pertanto non sono previsti benefici nel 2018 e 2019 per queste attività come da tabella Capex-Opex allegata) . L'attuale progetto in corso prevede l'ottimizzazione del funzionamento dei gruppi di spinta delle centrali dal punto di vista energetico (mantenendo entro il 2% la variazione delle pressioni rispetto alla configurazione di riferimento). A partire dal 2020 - 2021 si potrà avviare un progetto di implementazione del software che permetta un



multi-obiettivo: energetico e di pressione in rete. In tal modo si estenderanno i benefici in termini di riduzione dei volumi delle perdite reali oltre il periodo notturno.

#### **IV. ATTIVITÀ DI SOSTITUZIONE E RINNOVAMENTO DELLA RETE**

Oltre agli investimenti a piano d'ambito sono stati previste ulteriori sostituzioni per il rinnovamento della rete che emergono dalle indagini a garantire l'obiettivo di volumi di recuperati.

In particolare si prevedono le seguenti sostituzioni e stime dei volumi potenzialmente recuperabili grazie alla posa di nuove tubazioni:

<b>Intervento</b>	<b>Anno</b>	<b>km</b>	<b>Volumi recuperabili potenzialmente attraverso il rinnovamento della rete [m<sup>3</sup>/anno]</b>
Lavori per adeguamento rete alla nuova linea metropolitana M4	2018	3,5	85.045
Sostituzione rete AP in viale Turchia	2018	0,42	
Potenziamento e adeguamento rete AP nella via Donizzetti e Litta	2018	0,24	
Risanamento tubazione acquedottistica DN 1200 Assiano Lotto 2	2018	0,5	
Risanamento tubazione acquedottistica DN 1200 Assiano Lotto 2	2019	1	18.250
Interventi di sostituzione rete acquedottistica finalizzati alla riduzione delle perdite idriche	2019	11	200.750





Ovviamente, degli interventi effettuati nel 2018, si avrà beneficio in termini di recupero di volumi nell'anno successivo. Discorso analogo per i lavori di sostituzione che saranno eseguiti nel 2019.

Il calcolo per i volumi recuperati attraverso la sostituzione integrale delle tubazioni deriva da una stima differente rispetto ai volumi recuperati attraverso le riparazioni effettuate grazie alle attività di ricerca perdite occulte. Questo è dovuto al fatto che ogni tubazione sostituita è probabilmente ammalorata per tutta o gran parte della propria lunghezza e le zone più sensibili, quali i giunti, rappresentano con grande probabilità punti di perdita. Con questo presupposto, il calcolo dei m<sup>3</sup> recuperabili attraverso la sostituzione delle tubazioni è stato fatto dividendo i volumi di perdite idriche reali per i km di lunghezza totali della rete. Effettuando questa divisione risulta che la perdita media al km a giorno è pari a 31 m<sup>3</sup>/km/giorno. Come accennato precedentemente si andranno a sostituire i tratti maggiormente ammalorati, e pertanto, considerando che 31 m<sup>3</sup>/km/giorno è solo un valore medio, per le condotte più ammalorate si è considerato ragionevole considerare un volume di perdita pari a 50m<sup>3</sup>/km/giorno.

Per i costi delle attività di sostituzione si rimanda al paragrafo conclusivo.

#### **4.2. ATTIVITÀ PER LA RIDUZIONE DELLE PERDITE APPARENTI**

L'attività di riduzione delle perdite apparenti è gestita attraverso 2 macro attività: Incremento di precisione dei contatori di utenza e maggiore presidio del territorio.

##### ***I. MAGGIORE PRECISIONE DEI CONTATORI DI UTENZA***

In questo ambito, MM ha avviato da alcuni anni un progetto aziendale di sviluppo della tecnologia Smart Metering sui contatori d'utenza. Gli obiettivi primari del progetto riguardano il rinnovo del parco contatori e il miglioramento della precisione delle misure e l'ottimizzazione del sistema di reperimento delle letture. Il progetto prevede pertanto la sostituzione massiva di tutti i contatori della città di Milano (circa 50'000) nell'arco dei prossimi 3 anni con misuratori dotati di apparato di telelettura.

L'invecchiamento dei contatori porta con sé, inoltre, un'inevitabile perdita di precisione nella misura e sotto-registrazione del volume erogato all'utenza. Ulteriori benefici si ottengono dalla



valutazione del corretto dimensionamento del contatore in relazione all'effettivo uso di risorsa idrica di cui l'utente necessita (eventualmente mutata rispetto al passato) e dal risanamento contestuale dell'asset idraulico che si deriva dalla tubazione principale sino al punto di erogazione. Mediante prove in laboratorio su campioni significativi di contatori sostituiti è stato valutato l'errore percentuale medio in modo da ottenere una stima delle perdite apparenti dovute alla sotto registrazione dei contatori.

- DN 30: errore totale medio pari a -2,1%
- DN 50: errore totale medio pari a -3,5%

A dimostrazione di ciò, analizzando circa 700 utenze condominiali in cui è stato sostituito il contatore nel 2015 (2 anni di funzionamento), si è registrato un incremento dei consumi pari a circa il 2%.

Mantenendo una stima prudente (tra l'1 e il 2% di incremento di precisione con i nuovi contatori), considerato che nel 2018 si effettueranno circa 8'000 sostituzioni di misuratori ( $\approx 16$  % del totale), il volume potenzialmente recuperabile è pari a mc 350.000 (calcolato a partire dal volume fatturato nel 2016). Utilizzando il medesimo criterio, nel 2019 il volume potenzialmente recuperabile è stimabile in mc 500.000 considerando che verranno effettuate circa 11'500 sostituzioni di contatori ( $\approx 23$  % del totale). Per i dati di dettaglio si rimanda alla tabella riportata nel paragrafo Conclusioni.

Questo recupero è da attribuire ai contatori MID di nuova generazione, dotati di maggiore efficienza e di una portata di avviamento minore con conseguente aumento della precisione in termini di volume d'acqua misurato.

Il secondo aspetto è legato alla lettura e al monitoraggio del comportamento del consumo dell'utenza. La telelettura, infatti, permette tra l'altro di:

- disporre di un maggior numero di informazioni fondamentali per la gestione più efficiente della risorsa idrica grazie alle comunicazioni giornaliere dei dati;
- sviluppare una fatturazione completamente basata su dati costantemente aggiornati di consumi effettivi e non su dati stimati;
- ridurre al minimo la difettosità delle letture e l'insorgere di contenziosi (lettura più precisa e puntuale);

possibilità di effettuare letture nei punti in cui l'accesso risulta particolarmente problematico, evitando inoltre che il cliente debba essere presente per permettere la lettura stessa.



## **II. MONITORAGGIO UTENZE**

L'attività è volta a monitorare e intervenire per risolvere in tempi ristretti le eventuali anomalie che si presentano nei consumi dei clienti, che potrebbero essere legate al dimensionamento non corretto dei contatori, a guasti, furti o frodi. Rientrano in queste casistiche le situazioni in cui gli utenti variano destinazione d'uso all'immobile senza darne comunicazione, contatori bloccati che non rilevano il consumo, contatori manomessi o derivazioni abusive anche in strada. In particolar modo sono previsti sia controlli puntuali in concomitanza della rilevazione delle letture formando il personale in carico, per le utenze in cui la lettura è eseguita con metodiche tradizionali, sia di implementare la verifica dei prelievi effettuati tramite i cosiddetti "bocchettoni", cioè contatori installabili sulle prese direttamente collegate alla rete, adibiti all'uso temporaneo, precario o occasionale, (normalmente utilizzati per cantieri o spettacoli/manifestazioni itineranti che possono essere utilizzati e poi fraudolentemente sostituiti con bocchettoni abusivi, privi di contatore) e a tempestivi sopralluoghi da effettuare tramite una squadra di addetti appositamente incaricata (due risorse) che deve intervenire nelle casistiche indicate e quando il sistema di telelettura trasmette la segnalazione di anomalie. Si fa presente che da una rilevazione effettuata a novembre su circa 5.500 contatori installati in telelettura, i sistemi segnalavano circa 90 anomalie mensili per consumi difforni alla media, possibili frodi, riflusso, guasti o letture negative che devono essere poi verificate una ad una in luogo. La previsione globale è di recuperare almeno il 2% sui consumi (considerando una stima di consumo pro capite di circa 1.000 mc annui) di almeno 2.500 utenze ogni anno a partire da luglio 2018. Pertanto, considerando che nell'anno 2018 tale attività potrà essere effettuata, se si reperiranno le risorse necessarie, a partire dal secondo semestre, si stima di poter recuperare in totale 25.000 m<sup>3</sup> con un costo del personale pari a 40.000€, mentre nel 2019 si prevede di recuperare 50.000 m<sup>3</sup> con un costo di 80.000€.



## **5. ATTIVITÀ DI IMPLEMENTAZIONE DEI SISTEMI INFORMATICI PER ADEGUAMENTO ALLA DELIBERA 917/2017/R/IDR**

---

Al fine di implementare e adeguare l'attuale sistema informatico a quanto richiesto dalla delibera 917/2017/R/IDR, il gestore del servizio scrivente reputa opportuno e necessario implementare le risorse presenti con ulteriore personale specializzato nella gestione informatica. Tali risorse saranno destinate a implementare e armonizzare gli attuali processi informatici con quanto richiesto dall'Autorità in particolar modo per il macro-indicatore M1. Si precisa però, che essendo sistemi complessi e sinergici tra loro, le migliorie e le implementazioni andranno comunque ad ottimizzare in maniera trasversale tutti i procedimenti riguardanti anche per gli altri macro-indicatori M2 e M3.

Le risorse informatiche necessarie si quantificano in tre specialisti che verranno occupati sostanzialmente nell'implementazione e adeguamento di tre aree: Control room – telelettura, software Maximo e connessa Gestione dei Registri QT, sistema SCADA.

Di seguito verrà analizzata ogni area sopra citata, esplicitando il contributo che la risorsa specializzata potrà apportare rispetto all'adeguamento alla Delibera – macro indicatore M1.

- Control Room - telelettura: il potenziamento e adeguamento di tale area informatica risulta fondamentale per riuscire ad avere un controllo costante e quotidiano della rete fissa dei contatori di utenza. A riguardo strettamente del parametro M1, tale controllo, focalizzato soprattutto sull'analisi dei minimi notturni, risulta importante per riuscire a svolgere un controllo delle perdite sulla rete di distribuzione. Infatti, mediante la telelettura, sarà facilitato il riconoscimento di una anomalia di consumo notturno dei contatori rispetto allo standard atteso. Questo segnale quindi, circoscritto in una zona, porterà il gestore a svolgere indagini di ricerca perdite immediate, confinate e mirate alla risoluzione dell'anomalia
- Maximo – Gestione Registri QT: alla luce delle nuove richieste di analisi della Delibera, risulta fondamentale accentrare e gestire i tanti dati prodotti dai vari



reparti del SII che unitamente andranno a contribuire al calcolo dei macro-indicatori M1, M2 e M3. Al momento non esiste un sistema informatico e un relativo utilizzatore predisposto a tale compito, ma un registro unico dei dati finalizzato all'adeguamento della QT risulta ora fondamentale, ribadendo appunto la presenza di una cospicua mole di dati da gestire e la loro origine ramificata all'interno della struttura organizzativa del SII

- SCADA: un nuovo tecnico informatico per tale area risulta fondamentale per la gestione dei dati di rete (ad esempio misura di portata e pressione) che andranno ad aumentare esponenzialmente nel corso di questi due anni al fine dell'adeguamento alla QT, come spiegato nei paragrafi precedenti. Inoltre sarà necessario interconnettere il sistema SCADA con la Gestione dei Registri QT per tutti i parametri M1, M2 e M3.

Per quanto sopra riportato quindi, considerando un costo medio di 40.000 €/anno a risorsa, si stima che il costo del nuovo personale specializzato ammonterà a 100.000€ per il 2018 (il pagamento dell'annualità non sarà completo) e 150.000€ per il 2019, inglobando un importo aggiuntivo di 30.000€ per provvedere all'adeguamento dei software e alla realizzazione dei registri per la QT.



## 6. CONCLUSIONI

---

Da quanto sopra esposto emerge che l'impegno da parte del SII di MM s.p.a. è ampio e concreto nelle azioni pianificate atte all'efficientamento della rete idrica. Nel vasto campo dell'efficientamento è punto sicuramente focale anche la riduzione delle perdite idriche, con l'ottenimento dei risultati ovviamente a lungo termine.

Per uno specchietto riassuntivo generale dei costi/benefici a conclusione degli argomenti descritti nella presente relazione, si riporta la seguente tabella con distinti gli investimenti (Capex), le spese correnti (Opex), i volumi stimati di recupero rispetto "all'anno 0" di riferimento, ovvero il 2016, e le modalità attuative messe in campo o che si prevede di utilizzare per il raggiungimento dell'obiettivo previsto dalla delibera QT.



ID		2018		2019	
		Importo stimato	m <sup>3</sup> recuperati stimati	Importo stimato	m <sup>3</sup> recuperati stimati
1	Rinnovamento parco contatori, Incremento di punti di misura (fontanelle, fontane), controllo spurghi, installazione di misuratori di portata per procedure di controlavaggio filtri CAG; Rinnovamento valvole pozzi (Quota aggiuntiva rispetto al Piano degli Investimenti)	€ 2.435.000	370.000	€ 4.000.000	698.000
2	Incremento punti di misura di Portata e Pressione	€ 200.000	0	€ 1.300.000	0
3	Interventi di sostituzione tubazioni	€ 3.495.000	0	€ 10.000.000	85.045
4	Attività di ricerca perdite	€ 277.550	0	€ 495.320	0
5	Riparazione perdite				
6	<b>- Rete di adduzione</b>		2.336		12.848
6.a	Costi del personale	€ 26.932		€ 81.748	
6.b	Altri costi di riparazione	€ 9.228		€ 56.407	
7	<b>- Rete di distribuzione</b>				
7.a	Piccoli diametri		292.000		788.400
7.a.1	Costi del personale	€ 91.280		€ 235.114	
7.a.2	Altri costi di riparazione	€ 256.000		€ 1.152.000	
7.b	Grandi diametri		47.450		73.000
7.b.1	Costi del personale	€ 41.788		€ 83.138	
7.b.2	Altri costi di riparazione	€ 93.600		€ 189.000	
8	DSS Centrali - Riduzione pressioni notturne	€ 160.000	1.058.912	€ -	0
9	Monitoraggio utenze				
9.a	Costi del personale	€ 40.000	25.000	€ 80.000	50.000
10	Implementazione/adequamento sistemi informatici	€ 100.000		€ 150.000	
	<b>TOTALE CAPEX + OPEX</b>	<b>€ 7.226.378</b>	<b>1.795.698</b>	<b>€ 17.822.727</b>	<b>1.707.293</b>
	<b>TOTALI CAPEX</b>	<b>€ 6.716.578</b>		<b>€ 16.761.015</b>	
	<b>TOTALI OPEX</b>	<b>€ 509.800</b>		<b>€ 1.061.712</b>	
	<b>TARGET OBIETTIVO DI VOLUMI RECUPERATI</b>		<b>↓ 1.795.698</b>		<b>↓ 1.705.913</b>



### Nota di Riepilogo

Complessivamente i maggiori Capex previsti per il conseguimento del target di cui al paramento M1 ammontano a 6.716.578 euro per il 2018 e a 16.761.015 euro per il 2019, già presenti nella proposta di aggiornamento del Pdl.

Nello specifico sono composti dalle seguenti voci della precedente tabella :

ID 1, 2,3,4, (7.a.1, 7.a.2 ) al 50%, 7.b.1,7.b.2

I maggiori Opex necessari ammontano a 509.800 euro per il 2018 e 1.061.712 euro per il 2019 .

Nello specifico sono composti dalle seguenti voci della precedente tabella :

ID 6.a, 6.b. , (7.a.1 e 7.a.2) al 50%, 8,9.a,10

Di questi il gestore stima di poter compensare, rispettivamente nei due esercizi, il costo di 106.286 euro nel 2018 e di 214.653 euro nel 2019, in ragione delle economie di scala perseguibili ed in particolare, della finalizzazione del turn over.

I maggiori Opex non compensabili e di cui è peraltro necessario acquisire copertura tariffaria, ammontano quindi a 403.514 euro nel 2018 e 847.060 euro nel 2019