

Allegato E

Schede descrittive degli interventi (criteri)

Scheda:	Servizio:	Componente:
n.1	RISORSE IDRICHE	RISORSE IDRICHE ESISTENTI
Intervento: Manutenzione straordinaria e programmata delle opere di captazione ed di emungimento		

1. Finalità:

rifunzionalizzazione delle opere esistenti per garantire il rispetto delle normative vigenti (D.Lgs. 626/94; L. 46/90, etc.) ed il ripristino degli standard ordinari di funzionamento.

2. Consistenza e criteri di stima:

La manutenzione delle risorse idriche è stata divisa in due aliquote: quella straordinaria e quella programmata, che sono sviluppate rispettivamente nella fase iniziale e di regime del piano che di seguito sono descritte:

- a. fase iniziale (manutenzione straordinaria): ristrutturazione opere civili (bottini di presa, gallerie drenanti, pozzi, etc.); ripristino e/o rifacimento carpenterie metalliche; adeguamento alle normative vigenti in materia di antinfortunistica e sicurezza; adeguamento degli impianti elettrici; interventi urgenti di sostituzione e/o revamping delle apparecchiature elettromeccaniche.
- b. fase di regime (manutenzione programmata): interventi periodici programmati di manutenzione straordinaria finalizzati al mantenimento delle condizioni di regime raggiunte al termine della fase a.

Gli interventi sono stati quantificati in modo differente tra sorgenti e pozzi in quanto tali risorse presentano caratteristiche e problematiche tecniche al quanto differenti.

Sorgenti: esse sono state divise in classi di potenzialità: per quelle con portata emunta media maggiore di 100 l/s l'intervento di manutenzione straordinaria iniziale è stato stimato in 200.000 €, per le sorgenti di portata $20 < q < 100$ in 50.000 €, in 5.000 € per le rimanenti.

Pozzi: per le captazioni profonde, l'intervento iniziale di manutenzione straordinaria è stato stimato come aliquota dell'intervento complessivo previsto nei venticinque anni del piano. L'investimento complessivo è stato stimato come un'aliquota del costo di ricostruzione, distinguendo tra pozzo (inteso come opera civile indipendente) e impianto elevatorio (inteso come complesso delle componenti elettriche, elettromeccaniche e civili accessorie).

Per i pozzi, il costo di ricostruzione è stato stimato in base alla curva dei costi E.5.a; l'onere medio della manutenzione straordinaria in venticinque anni è stato valutato pari al 2% all'anno del costo di ricostruzione;

Per l'impianto elevatorio, il costo di costruzione è stato stimato in base alla curva dei costi E.4.a che fornisce il valore complessivo di costruzione. Questo valore è stato disarticolato tra le tre componenti assumendo le seguenti incidenze: 25% opere civili; 60% impianti elettromeccanici; 15% impianti elettrici.

L'onere complessivo della manutenzione straordinaria in venticinque anni è stato valutato prevedendo un investimento pari a: 50% del costo di costruzione delle opere civili; 100% del costo di costruzione degli impianti elettrici ed elettromeccanici. L'intervento iniziale di manutenzione straordinaria è stato

valutato nel 20% dell'onere complessivo sopra descritto.

3. Tempistica:

l'intervento mira a risolvere la criticità legata allo stato di conservazione delle fonti attuali di approvvigionamento idrico. Per tale motivo, l'intervento di manutenzione straordinaria è previsto iniziare il 1° anno e concludersi all'anno 25°, con una spesa annua costante.

Per la manutenzione straordinaria degli impianti di sollevamento per i pozzi è previsto un investimento del 30% nei primi 5 anni; il restante 70% è ripartito nei rimanenti 20 anni.

Scheda:	Servizio:	Componente:
n.2	RISORSE IDRICHE	AREE DI SALVAGUARDIA
Intervento: Opere di adeguamento delle aree di salvaguardia delle fonti di approvvigionamento idrico (pozzi e sorgenti)		

1. Finalità:

Realizzazione di interventi ed opere atte ad adeguare le aree di salvaguardia ai requisiti di cui al D.Lgs. 152/99, suddividendo i medesimi in :

- interventi per la creazione di aree di tutela assoluta;
- interventi per la creazione di aree di rispetto.

2. Consistenza e criteri di stima:

- a. Aree di tutela assoluta. Sono individuate e quantificate secondo quanto previsto dal D.Lgs. 152/99 (raggio di 10 metri dal centro dell'opera di captazione)

Si è ritenuto di attribuire a tali aree una dimensione media di 400 mq, ed un perimetro di 70 m, e di considerare le seguenti voci di spesa:

?? espropri = 20 €/mq

?? recinzioni = 60 €/ml

?? sistemazioni esterne = 30 €/mq

per un totale di 24.200 €/area

- b. Aree di rispetto. Si è considerato che nelle aree di rispetto debba intervenire su una estensione mediamente pari a 9 volte l'area di salvaguardia, che in tale modo viene a configurarsi come un cerchio di 30 m di raggio e con centro nel punto di captazione.

Si è previsto di effettuare i seguenti interventi:

?? Rimozione dei rifiuti e di altro materiale estraneo previsto dal D.Lgs. 152/99, per un totale di 100 mc;

?? Indennizzi per limitazioni a colture e pascoli: 40% del valore di esproprio dell'area considerata;

?? Opere minori.

Il totale di spesa previsto è stato stimato pari a 30.000 €/area.

3. Tempistica:

stante l'obbligo di adempimento ad una prescrizione di legge, si è previsto l'inizio immediato delle attività, ed il completamento degli interventi in 7 anni. L'articolazione della spesa negli anni è equipartita per tutta la durata dell'intervento.

Scheda:	Servizio:	Componente:
n.3	ACQUEDOTTO	DIAGNOSTICA
Intervento: Diagnostica rete di distribuzione		

1.Finalità:

L'attività consiste nella puntuale ricognizione in sito delle caratteristiche delle condotte e delle apparecchiature idrauliche nei manufatti di linea.

In questa fase sarà anche completamente implementato un G.I.S. relativo all'intera rete di distribuzione.

L'onere per la diagnostica delle reti è stato valutato al 1% del costo a nuovo delle reti.

2.Tempistica

L'intervento è previsto iniziare al 1° anno fino al 4°, con spesa annua costante.

Scheda:	Servizio:	Componente:
n.4	ACQUEDOTTO	POTABILIZZAZIONE
Intervento: MANUTENZIONE STRAORDINARIA POTABILIZZATORI.		

Gli interventi di manutenzione straordinaria riguardano la sostituzione dei materiali filtranti, e la sostituzione degli impianti elettromeccanici.

Costo stimato degli interventi in 500.000 euro

tempistica

20% al 10° anno

20% al 20° anno

60% costante nei 23 anni

Scheda:	Servizio:	Componente:
n.5	ACQUEDOTTO	CONDOTTE ADDUTTRICI
Intervento: Sostituzione programmata delle condotte		

1. Finalità:

l'intervento di sostituzione di una consistente aliquota di condotte idriche di alimentazione alle reti di distribuzione si prefigge il raggiungimento delle seguenti finalità:

1. eliminazione di condotte esistenti in cemento-amianto (criticità ambientale e di qualità delle risorse);
2. riduzione consistente della percentuale di perdite riscontrate nel corso della ricognizione delle infrastrutture (criticità gestionale);
3. ottimizzazione delle condizioni di funzionamento, finalizzata al miglioramento del servizio all'utenza ed alla individuazione di più idonee condizioni di esercizio che ne preservino lo stato di conservazione (criticità gestionale).

2. Consistenza e criteri di stima:

nel rappresentare che la puntuale individuazione della tipologia e della entità delle sostituzioni delle condotte scaturirà dal programma operativo di dettaglio oggetto della attività di diagnostica, i parametri in base ai quali sono stati individuati i criteri per la realizzazione degli interventi possono così riassumersi:

- anno di posa in opera delle condotte;
- materiale di costruzione;
- diametri.

Il dettaglio delle sostituzioni e la relativa consistenza, è riportato nella tabella allegata. **5.1**

Da tale quadro riepilogativo è possibile pervenire alla quantificazione economica dell'intervento, utilizzando curve di costo tarate in funzione del diametro delle condotte e riportati nella successiva sezione del presente Allegato (**cf. E.1.a**)

Gli interventi programmati e sistematici delle condotte idriche per l'intero arco temporale dei 9 anni hanno – tra l'altro – la funzione di “mantenimento” delle condizioni di conservazione dell'intero sistema di alimentazione idrica alle reti di distribuzione.

Le modalità di sostituzioni verranno subordinate a:

- esiti delle attività preliminari di diagnostica degli schemi acquedottistici;
- modifiche idrauliche degli schemi, al fine di valutare le eventuali modifiche da apportare (diametri e possibili diversi punti di connessione con gli adduttori acquedottistici principali).

3. Tempistica:

Per il conseguimento dell'obiettivo di riduzione delle perdite, legato alle criticità gestionali, verranno effettuate in via prioritaria (sempre interconnessi e collegati con l'attività di diagnostica) interventi di:

- Le condotte con diametro minore di 300mm sono da sostituire tra il 5° e 20° anno del piano, In questo periodo si provvederà a sostituire con le stesse percentuali la totalità delle condotte in cemento amianto.
- Le condotte con diametro compreso tra il 300mm ed il 600mm verranno sostituite nell'arco di tempo compreso tra il 5° ed il 15° anno del piano di attività; in maniera equiripartita.
- Le condotte con diametro maggiore di 600mm verranno sostituite adottando gli stessi criteri della classe precedente.

Da un'indagine di mercato e con riferimento alla fig. **E 1 a** abbiamo stimato i seguenti costi medi di sostituzione delle condotte per ml:

diametro minore di 300mm 85€/ml, diametro compreso tra 300 e 600
200€/ml, diametri maggiori di 600 mm 431 €/ml.

TABELLA 5.11

interventi sulle Condotte Adduttrici esistenti del servizio Acquedotto

Materiale condotta	Percentuale di sostituzione								
	E > 30 a			10 a < E < 30 a			E < 10 a		
	F < 300	301 < F < 600	F > 601	F < 300	301 < F < 600	F > 601	F < 300	301 < F < 600	F > 601
Acciaio	45%	50%	30%	35%	35%	15%	50%	20%	7%
Ghisa	30%	42%	20%	25%	25%	10%	30%	10%	5%
C.A.P.	/	/	10%	/	/	7%	/	/	5%
VTR	/	/	/	/	/	/	/	/	10%
Altri (incluse condotte in cemento amianto)					100%				

Scheda:	Servizio:	Componente:
n.6	ACQUEDOTTO	CONDOTTE ADDUTTRICI
Intervento:		
Manutenzione straordinaria degli adduttori regionali		

1. Finalità:

rifunzionalizzazione delle opere ammalorate, per garantire il rispetto delle normative vigenti, ripristino e mantenimento degli standard ordinari di funzionamento.

2. Consistenza e criteri di stima:

l'intervento prevede che vengano effettuati con regolarità interventi di manutenzione alle opere civili, per il mantenimento di un sufficiente standard di qualità e di efficienza,

Tale intervento è stato quantificato come aliquota percentuale – su base annua – (2 ‰) del costo a nuovo dell'adduttrice.

Il valore è stato valutato in funzione del diametro nominale della tubazione, utilizzando la curva riportata nella sezione successiva del presente Allegato.

(Fig. E.1.a)

3. Tempistica:

l'intervento è previsto durare dal 1° anno al 25° anno. Il cronoprogramma prevede che il costo della manutenzione straordinaria sia impegnato secondo le seguenti modalità:

10% ripartito uniformemente nei primi 5 anni

40% ripartito uniformemente nei successivi 10 anni

50% ripartito uniformemente nei successivi 10 anni

Scheda:	Servizio:	Componente:
n.7	ACQUEDOTTO	SERBATOI
Intervento:		
Costruzione di nuovi serbatoi di riserva e di compenso		

1. Finalità:

intervento di costruzione di nuovi serbatoi tali da garantire sufficienti volumetrie di riserva e di compenso per le reti idriche ricadenti nell'Ambito. La ricostruzione del complesso schema acquedottistico dell'ATO 4,

2. Criteri di stima:

Serbatoi di riserva

L'intervento si prefigge come finalità il raggiungimento di una volumetria di riserva complessivamente disponibile per le reti idriche pari al 100% del fabbisogno medio giornaliero.

Il costo di costruzione è stato stimato in base alla curva di costi, valida per serbatoi interrati, rappresentata nella figura **E.3.a** del paragrafo successivo.

Serbatoi di compenso

L'intervento si prefigge come finalità il raggiungimento di una volumetria di compenso complessivamente pari al 25% del volume giornaliero nella giornata di massimo consumo. Poiché è prevista una razionalizzazione della distribuzione territoriale di tali volumetrie, il costo di costruzione è stato stimato in base alla Figura **E 3 a**.

3. Tempistica:

gli interventi di costruzione dei serbatoi di riserva sono stati tutti concentrati dal 4° al 9° anno e ripartiti in maniera uniforme; per i serbatoi di compenso sono previsti interventi tra 7° ed il 11° anno, ripartiti anch'essi in maniera uniforme.

Scheda:	Servizio:	Componente:
n.8	ACQUEDOTTO	SERBATOI
Intervento: Ristrutturazione e manutenzione straordinaria		

1. Finalità:

adeguamento agli standard qualitativi e successivo mantenimento nel tempo.

2. Consistenza e criteri di stima:

sono stati adottati criteri di stima differenti a seconda delle dimensioni dell'opera e dello stato di conservazione. In particolare:

a) Interventi di ristrutturazione e manutenzione straordinaria.

Interventi di ristrutturazione sono stati previsti in dipendenza dello stato di conservazione dei manufatti, individuando in particolare quello che la ricognizione ha classificato come "insufficiente". L'entità dell'intervento è stata determinata in base al valore a nuovo dell'opera, stimato in base alle curve allegate; nel paragrafo successivo è rappresentata nelle figure da **E.3. a** .

Il costo a nuovo a sua volta è stato ripartito tra tre componenti (organi di manovra, opere strutturali, sistemazioni esterne) con la seguente attribuzione:

- serbatoi con capacità inferiore a 1.000 mc;
 - organi di manovra = 25% del totale
 - opere strutturali = 50% del totale
 - sistemazioni esterne = 25% del totale.
- Serbatoi con capacità superiore a 1.000 mc
 - organi di manovra = 10% del totale
 - opere strutturali = 75% del totale

sistemazioni esterne = 15% del totale.

L'intervento previsto consiste nella sostituzione integrale degli organi di manovra ed un parziale (10%) rifacimento delle opere strutturali.

La manutenzione straordinaria, è stata definita in funzione della dimensione dell'opera.

In particolare sono state individuate due categorie di opere:

1. serbatoi con capacità inferiore a 10.000 mc;

2. serbatoi con capacità superiore a 10.000 mc

Per serbatoi con capacità inferiore a 10.000 mc sono stati previsti interventi di manutenzione straordinaria, quantizzati, per anno, in ragione del 1% del valore a nuovo dell'opera (stimato quest'ultimo in base alle curve allegate).

Per quanto concerne i serbatoi con capacità > 10.000 mc, l'importo è stato determinato sulla base di quanto esposto dai gestori dei grandi sistemi acquedottistici, pari a 30 €/mc.

b) Interventi di manutenzione straordinaria per i serbatoi di nuova costruzione

Sia per quanto riguarda i serbatoi di cui alla scheda 7 (di compenso e di riserva) si è assunto un valore annuo pari allo 0,2% del costo a nuovo.

3. Tempistica:

Per quanto attiene i serbatoi esistenti, la manutenzione straordinaria è proseguita con il seguente cronoprogramma: dal 1° al 25° anno nel modo seguente:

2% all'anno per i primi 5 anni

4% all'anno per i successivi 10 anni

5% all'anno per gli ulteriori successivi 10 anni

Infine per quanto attiene i serbatoi di nuova costruzione, la manutenzione straordinaria seguirà la seguente tabella dei tempi:

~~SS~~ nuovi serbatoi di compenso: L' intervento di manutenzione è previsto dal 13° al 25° anno ugualmente ripartito.

~~SS~~ nuovi serbatoi di riserva: : L' intervento di manutenzione è previsto dal 10° al 25° anno ugualmente ripartito.

Scheda:	Servizio:	Componente:
n.9	ACQUEDOTTO DISTRIBUZIONE E FOGNATURA	IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO
Intervento: Manutenzione straordinaria degli impianti di sollevamento esistenti (opere civili ed opere elettromeccaniche)		

1. Finalità:

rifunionalizzazione iniziale delle opere, per garantire il rispetto delle normative vigenti; successivo ripristino e mantenimento degli standard ordinari di funzionamento.

2. Consistenza e criteri di stima:

l'intervento prevede, in estrema sintesi:

- la sostituzione completa degli impianti elettrici e delle carpenterie, nonché delle apparecchiature di sollevamento ed ausiliarie;
- interventi di manutenzione alle opere civili, per il mantenimento di un sufficiente standard di qualità e di efficienza.

Per l'impianto elevatorio: il costo di ricostruzione è stato stimato in base alla curva dei costi, figura **E.4.a** che fornisce il valore complessivo di ricostruzione. Questo valore è stato disarticolato assumendo le seguenti incidenze:

- per impianti elettrici: 15% costo di costruzione a nuovo
- per opere civili: 25% costo di costruzione a nuovo
- per opere elettrom.: 60% costo di costruzione a nuovo

L'onere complessivo della manutenzione straordinaria in venticinque anni è stato valutato prevedendo un investimento pari al 50% del costo di

ricostruzione delle opere civili ed al 100% del costo di ricostruzione degli impianti elettrici ed elettromeccanici.

Per gli impianti di sollevamento della fognatura, per il quale è prevista la manutenzione straordinaria, si è seguita una analoga procedura adottando come curva di costo quella relativa ad impianti elevatori in fognatura, rappresentata nella figura E.7.a del paragrafo seguente.

4. Tempistica:

gli impianti di sollevamento a servizio degli schemi acquedottistici hanno generalmente funzionamento pressoché continuo. Si prevede, al riguardo, una serie di interventi di 1a fase (adeguamenti e raggiungimento degli standard) con inizio sin dal 1° anno, e che successivi interventi di mantenimento avvengano con regolarità e periodicità per tutta la durata del Piano di Investimento.

Scheda:	Servizio:	Componente:
n.10	ACQUEDOTTO	SISTEMA DI DISINFEZIONE
Intervento: Unificazione dei processi di disinfezione a servizio degli schemi acquedottistici di alimentazione alle reti di distribuzione idrica all'utenza		

1. Finalità:

La finalità di tale intervento risiede innanzitutto nella opportunità di evitare contatti tra diversi composti del cloro disciolti in acqua ed, inoltre, nella convenienza ad utilizzare un unico disinfettante che – nel caso specifico del biossido di cloro – verrebbe utilizzato in quantità minime rispetto all'ipoclorito, e darebbe luogo a composti del cloro meno dannosi.

2. Consistenza e criteri di stima:

l'intervento prevede la graduale dismissione degli impianti di disinfezione ad ipoclorito di sodio, e la contestuale loro sostituzione con impianti a biossido di cloro.

Si ribadisce che da tale intervento si ritiene di poter escludere – a livello di obiettivi di Piano – la sostituzione di impianti a servizio di fonti che alimentano reti locali, e che quindi non vengano a mescolarsi con acque di diversa provenienza e con diverso metodo di disinfezione.

La quantificazione di tale intervento è stata effettuata individuando un parametro unitario espresso in 12 €/1000 mc-a di acqua captata, a sua volta stimato in funzione delle valutazioni presenti in letteratura, e confrontate con correnti valutazioni di mercato.

3. Tempistica:

per l'attuazione di tale intervento, in virtù del costo relativamente contenuto e dell'impatto elevato nella qualità del servizio all'utenza e delle presumibili

aumentate efficienze gestionali, si prevede un periodi di attuazione di sei anni a partire dal 5° anno e distribuiti in modo costante negli anni.

Scheda:	Servizio:	Componente:
n.11	ACQUEDOTTO	TELECONTROLLO
Intervento: Adeguamento e completamento della rete di telecontrollo		

1. Finalità:

creazione di una rete di telecontrollo su tutte le opere principali del sistema acquedottistico con relativo adeguamento dei sistemi esistenti.

2. Consistenza e criteri di stima:

l'intervento prevede l'installazione di sistemi di controllo sulle principali opere di prelievo ed adduzione. Il costo dell'intervento è stato valutato a corpo considerando gli odierni sistemi di telecontrollo.

3. Tempistica:

l'installazione del sistema avviene dopo l'intervento di diagnostica e quindi dal 5° anno, e dura sei anni, concludendosi nel 10° anno del Piano.

Scheda:	Servizio:	Componente:
n.12	DISTRIBUZIONE IDRICA	CONDOTTE IDRICHE
Intervento: Estensione della copertura del servizio idrico all'utenza nei Comuni al 100% nei centri urbani		

1. Finalità:

La percentuale di copertura del servizio idrico nei centri urbani dei Comuni è il 98% per completare il rimanente 2% occorrono 44 km di nuove condotte per servire 11.543 abitanti. L'intervento in oggetto consente di aumentare il volume venduto, con conseguente incremento dei ricavi e miglioramento del servizio all'utenza.

2. Consistenza e criteri di stima:

la quantificazione dell'intervento prevede la determinazione della lunghezza di rete idrica aggiuntiva da installare in ciascun nucleo. Tale fase è stata espletata ricorrendo a curve di regressioni che forniscono il valore unitario (Km/abitanti), costruita in base all'estensione delle numerosi reti esistenti nel territorio oggetto di studio. Tali curve, rappresentate nei grafici seguenti, risultano a loro volta dipendere all'estensione dei nuclei abitati in cui si viene ad operare.

FIG 12.1 Abitanti/m_rete_abitanti

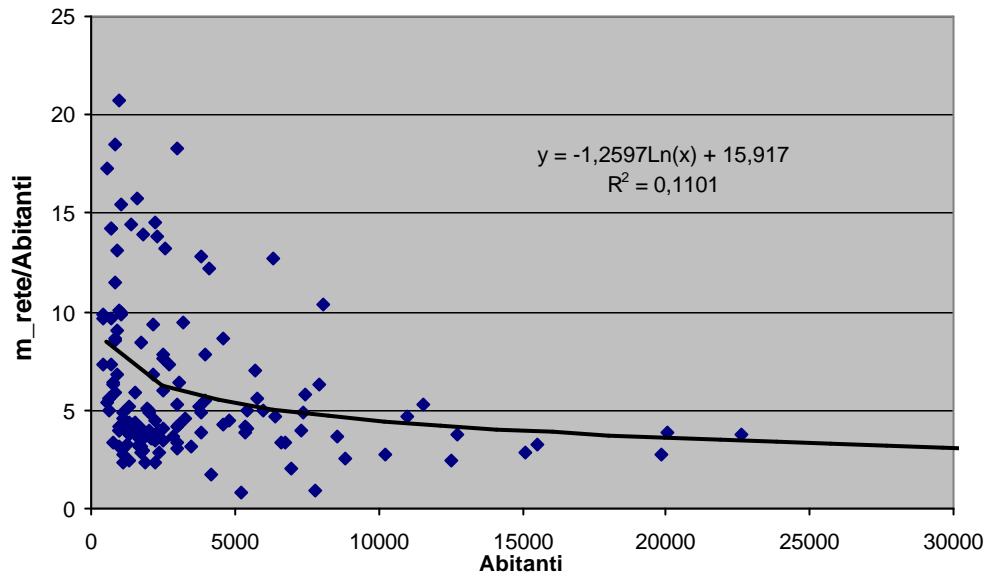


Fig 12.1

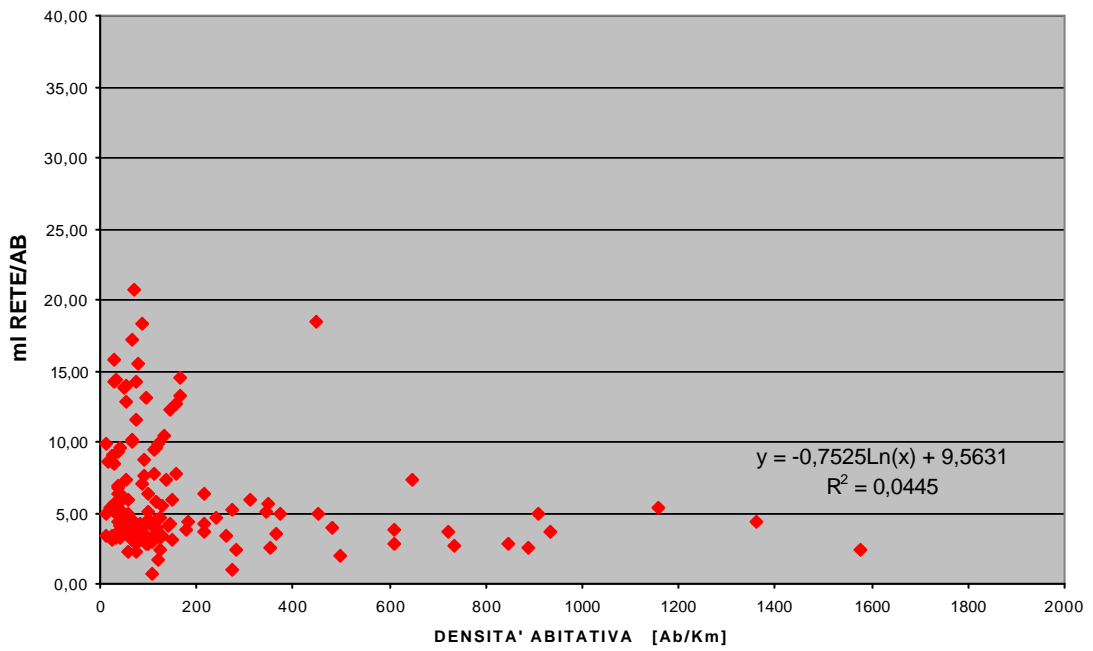


Fig. 12.2

Quantificate, quindi, le lunghezze, in base alla curva di costo, rappresentata nella figura **E.2.a**, è possibile risalire al costo del singolo intervento.

3. Tempistica:

essendo l'intervento legato alla criticità della qualità del servizio, si è previsto che l'intervento in oggetto avrà inizio a partire dal 4° anno del Piano degli investimenti, e terminerà entro il 9° anno.

Scheda:	Servizio:	Componente:
n.13	DISTRIBUZIONE IDRICA	CONTATORI
Intervento: Nuova installazione di contatori per i nuovi utenti di rete e sostituzione dei contatori ammalorati e fuori funzionamento		

1 Finalità:

si prevede di completare l'installazione dei contatori presso la totalità delle utenze, e quindi la sostituzione graduale dei contatori esistenti.

2. Consistenza e criteri di stima:

il numero di contatori da installare è pari al numero di utenze non servite da contatore, avendo supposto che l'utenza media sia composta da 2,08 abitanti. Il costo di installazione di ciascun contatore è pari a 75 €; tale valore è stato assunto utilizzando il costo di installazione applicato dai gestori di distribuzione esistenti nell'ATO. Per i contatori esistenti si è ipotizzato la possibilità della loro sostituzione almeno una volta nel corso della durata del Piano di Investimenti.

3. Tempistica:

la istallazione dei nuovi contatori avverrà a partire dal 4° anno al 9° anno dalla approvazione del Piano, in ottemperanza a quanto stabilito dalla normativa (L. 36/94). La sostituzione avverrà gradualmente entro i 25 anni. I costi necessari per le istallazione di nuovi contatori sono uniformemente ripartite nei sei anni, mentre i costi per le sostituzioni dei vecchi contatori verrà ripartita con la seguente modalità:

2% all'anno per i primi 5 anni

4% all'anno per i successivi 10 anni

5% all'anno per gli ulteriori successivi 10 anni.

Scheda:	Servizio:	Componente:
n.14	DISTRIBUZIONE IDRICA	RETE IDRICA
Intervento: Ricerca e riparazione perdite idriche		

1 Finalità:

attivare interventi di somma urgenza per la riduzione della fuoriuscita di acqua dai sistemi distributivi.

2. Consistenza e criteri di stima:

la ricerca delle perdite idriche in una rete di distribuzione si articola attraverso tecniche e metodi di indagine oramai consolidati, che consentono di individuare con sufficiente precisione i punti fuoriuscita di acqua dalle condotte (e/o relativi pezzi speciali e organi di manovra).

Sulla base di valori medi di perdita complessiva emersi dal bilancio idrico effettuato a valle dei risultati della ricognizione, e della consistenza complessiva delle reti di distribuzione, l'entità delle perdite è pari a 45 l/min-Km di rete.

Potendosi assumere per una perdita idrica da una rete di distribuzione il valore medio di 30 l/min, si deduce per tutta la rete una densità media di circa 1,5 perdita/Km.

Il metodo della ricerca e riparazione delle perdite idriche dà luogo, di regola, a risultati efficaci in termini di risultato, ma poco efficienti in termini di durata nel tempo, tant'è che questo metodo viene di regola iterato secondo programmi a scadenze temporali definiti in funzione della complessità della rete e della "criticità" delle problematiche di funzionalità.

Questo tipo di interventi viene introdotto per conseguire in tempi brevi risultati significativi in termini di riduzione delle perdite.

La vetustà delle reti e lo stato di conservazione sono però tali da far ritenere non perseguibile tale sistema per mantenere i risultati raggiunti.

Abbiamo ipotizzato un costo per ricerche e riparazioni perdite nella rete pari a 1.300 €/km anno per comuni con popolazione minore di 10.000 abitanti e 1800 €/km anno per comuni maggiori in quanto in questi ultimi è molto più difficile la individuazione della rete.

3. Tempistica:

Nei comuni con popolazione < 10.000 abitanti l'intervento avrà la durata di 6 anni, i costi saranno ripartiti nel modo seguente:

12% al 1° anno

12% al 2° anno

19% all'anno per i successivi 4 anni

Nei comuni con popolazione > 10.000 abitanti l'intervento avrà la durata di 8 anni, i costi saranno ripartiti nel modo seguente:

8% al 1° anno

8% al 2° anno

14% all'anno per i successivi 6 anni.

Scheda::	Servizio:	Componente:
n.15	DISTRIBUZIONE IDRICA	RETE IDRICA
Intervento: Sostituzione, riordino e manutenzione straordinaria di condotte idriche delle reti di distribuzione all'utenza.		

1. Finalità:

adeguare la consistenza delle reti di distribuzione agli obiettivi di conservazione e di funzionalità.

2. Consistenza e criteri di stima:

la riabilitazione delle reti idriche di distribuzione ha come obiettivo il contenimento consistente delle perdite "fisiche" (fuoriuscite di acqua dalle condotte).

Come già esposto nella scheda tecnica n. 14 l'intervento di riparazione delle perdite può nel tempo compromettere lo stato di conservazione delle condotte, se queste si presentano con avanzata età di posa e stato di conservazione insufficiente.

Non vi è dubbio che l'età di posa relativamente elevata delle condotte idriche impone oggi una previsione di sostituzione non più rimandabile. Le attività di diagnostica non solo non possono da sole garantire il raggiungimento dell'obiettivo di contenimento delle perdite, ma certamente non possono risolvere i problemi di scarsa funzionalità – legata alle mutate condizioni della domanda da parte dell'utenza.

In analogia anche con quanto previsto da altri Piani d'Ambito, e sulla base delle risultanze – anche qualitative – della ricognizione (si sono infatti

recepite le osservazioni ed i commenti da parte dei soggetti gestori), è stata prevista la adozione dei seguenti criteri:

- ?? lo stato di conservazione giudicato insufficiente ha comportato di far iniziare il programma di sostituzione dal 3° anno, in misura percentuale tanto maggiore quanto maggiore è l'età della loro posa in opera;
- ?? lo stato di conservazione giudicato sufficiente ha comportato di far iniziare il programma di sostituzione dal 9° anno, in misura percentuale tanto maggiore quanto maggiore è l'età della loro posa in opera.

In estrema sintesi, le articolazioni quantitative e degli interventi di sostituzione può così riassumersi:

- stato di conservazione = insufficiente
età di posa = > 50 anni 30-50 < 30
percentuale di sostituzione = 100% 50% 30%
- stato di conservazione = almeno sufficiente
età di posa = > 50 anni 30-50 < 30
percentuale di sostituzione = 40% 20% 10%

Una considerazione a parte è stata fatta sul materiale delle condotte e – in particolare – sull'acciaio che, secondo i giudizi formulati dai soggetti gestori, ha comportato in casi specifici non pochi problemi dovuti al rapido alterarsi delle caratteristiche qualitative.

Si è pertanto ritenuto di introdurre in via prudenziale un ulteriore criterio secondo il quale, per ciascuna classe evidenziata nel prospetto precedente, debba essere comunque garantita la sostituzione del 20% delle condotte in acciaio, peraltro già incluse nei materiali da sostituire.

Per la valutazione del costo unitario delle condotte si è fatto riferimento alle curve di costo riportate nella figura **E.2.a.** rispetto alla quale è stato stimato il costo di sostituzione delle condotte.

Il valore che si è adottato è stato di 100 €/ml.

3. Tempistica:

per le condotte il cui stato di conservazione è risultato insufficiente, è stato previsto di iniziare la sostituzione a partire dal 3° anno del cronoprogramma degli interventi con modalità così ripartite:

3% all'anno per i primi 3 anni

6% all'anno per i successivi 15 anni.

Per le condotte con stato di conservazione sufficiente è previsto di iniziare il programma di sostituzione a partire dal 9° anno (dopo il termine della fase "diagnostica") per terminare il 25° anno, con una progressione media annua costante.

Scheda:	Servizio:	Componente:
n.16	DISTRIBUZIONE IDRICA	CONDOTTE IDRICHE
Intervento: Manutenzione straordinaria di condotte idriche delle reti di distribuzione		

1. Finalità:

rifunzionalizzazione delle opere, per garantire il rispetto delle normative vigenti; ripristino e mantenimento degli standard ordinari di funzionamento.

2. Consistenza e criteri di stima:

gli interventi di manutenzione straordinaria, in accordo con le metodologie adottate in alti Piani d'Ambito, si sono quantificati in ragione del 0,2% del valore a nuovo dell'opera, per anno. Questo ultimo è stato stimato in base alle curve di costo riportate in figura E.2.a..

3. Tempistica:

l'inizio della fase di manutenzione straordinaria, si è stabilita, in accordo alla tempistica della fase di ricerca e ripartizione perdite: per reti con numero di abitanti minore di 10.000 dal 7° anno al 25° anno, maggiore di 10.000 dal 10° anno al 25° anno, distribuite entrambe in maniera uniforme.

Scheda:	Servizio:	Componente:
n.17	DISTRIBUZIONE IDRICA	RETI DI DISTRIBUZIONE
Intervento: Distrettualizzazione delle reti, ed installazione di idonea strumentazione di misura per verificare la “performance” di rete		

1. Finalità:

la partizione di una rete di distribuzione idrica in “distretti” consente di misurare con continuità i quantitativi di acqua distribuiti, e di monitorare eventuali prelievi anomali, che possono essere considerati come indicatori dell’insorgenza di perdite.

La conoscenza della entità del problema e della data in cui si è verificata la anomalia di consumo idrico in un distretto, unitamente alla limitatezza della estensione del distretti rispetto a quella della intera rete, consentono interventi rapidi e mirati, dei quali è altresì possibile verificare l’efficacia.

Il monitoraggio dei consumi consente anche di prevenire eventuali problemi di qualità della risorsa idrica, che possono insorgere allorché si verificano rotture dalle condotte.

2. Consistenza e criteri di stima:

la distrettualizzazione delle reti idriche è stata dedicata a reti relativamente complesse ed articolate, per cui si è scelto di dotare di tale strumento reti con non meno di 10.000 abitanti serviti e di adottare – per la consistenza media di ciascun distretto – un valore di 2.000 abitanti serviti.

Si è considerato che, per la “distrettualizzazione”, è necessario predisporre opere in grado di “sezionare” il distretto ed individuare un adeguato numero di punti di immissione da usare quali strumenti di misura.

Il valore medio di costo, comprensivo di fornitura e montaggio organi di manovra e strumenti di misura con relative opere di alloggiamento (pozzetti), viene stimato pari a 54.000 €/distretto.

3. Tempistica:

la realizzazione di un siffatto sistema di controllo e monitoraggio ha inizio dal 7° anno dall'inizio del piano di interventi, ed ha termine al 25° anno, con una progressione media annua costante.

Scheda:	Servizio:	Componente:
n.18	DISTRIBUZIONE IDRICA	RETE DUALE
Intervento: Realizzazione rete duale ; manutenzione straordinaria reti duali;		

Da una analisi di mercato si è stimato il costo di costruzione di una rete duale a circa 85 € al metro lineare di condotta.

Il costo di manutenzione di una rete duale è stato valutato uguale al costo di manutenzione della rete di distribuzione interna.

Tempistica:

Il costo di costruzione di una rete duale è ripartito costantemente dal 8° AL 12° , mentre i costi di manutenzione straordinaria iniziano dal 13° al 25° anch'essi distribuiti uniformemente.

Scheda:	Servizio:	Componente:
n.19	FOGNATURA	RETI FOGNARIE
Intervento: estensione della copertura del servizio fognario all'utenza nei Comuni in cui non è rispettato il D.Lgs. 152/99 e D.Lgs. 238/00 entro l'anno 2005 e 2025		

1. Finalità:

lo scopo di tale intervento è di dotare di sufficiente copertura di servizio fognario i Comuni che ne sono privi e di creare i relativi collegamenti agli impianti di depurazione.

2. Consistenza e criteri di stima:

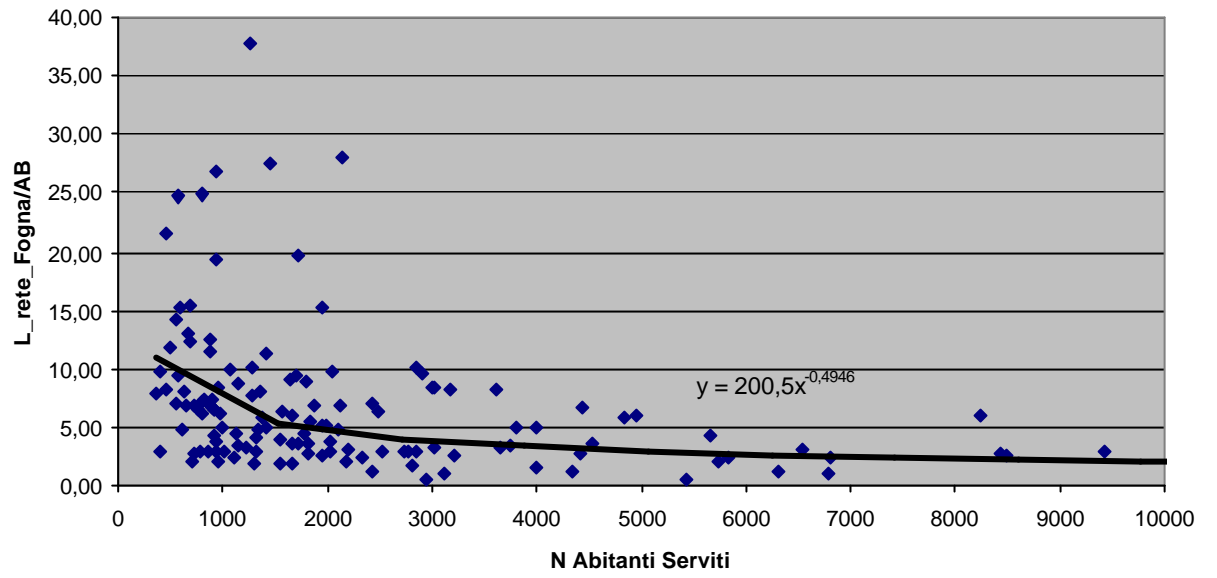
la quantificazione della estensione delle reti fognarie è stata effettuata ricorrendo alla curva di seguito allegata in cui si lega il numero di abitanti alla lunghezza unitaria della fognatura. Conoscendo quindi il numero di abitanti da servire è possibile risalire alla lunghezza di rete da costruire. Avendo quantificato il parametro unitario di costo per lunghezza pari a 441 €/m , è possibile quantificare l'intervento a farsi.

3. Tempistica:

si è previsto che l'intervento in oggetto avrà inizio sin dal 1° anno del Piano degli investimenti, e terminerà entro il 3° anno secondo i termini di legge, cioè per quei comuni con un numero di abitanti equivalenti maggiori di 2.000, mentre per il completamento della rete fognaria, che inizia al 4° anno si prevede la conclusione dell'intervento alla fine del piano.

Il cronoprogramma prevede per entrambi gli interventi la distribuzione costante dei costi negli anni.

FIGURA 19.1
Abitanti-Lunghezza Rete_Fognaria
/Abitanti



Scheda:	Servizio:	Componente:
n.20	FOGNATURA	Rete fognaria
Intervento:		
Riordino e primo intervento di manutenzione straordinaria		

1. Finalità:

scopo del seguente intervento è la necessità di risistemazione del funzionamento delle fognature e dei collettori di tutta l'area dell'Ambito per vetustà e poca manutenzione delle opere.

2. Consistenza e criteri di stima:

L'intervento è stimato in base allo stato di funzionamento delle reti: per quelle giudicate insufficienti si è previsto di ripristinare il funzionamento considerando una spesa pari al 15 % del costo a nuovo della rete, per quelle giudicate sufficienti si è prevista una spesa pari al 10 %. Per quanto attiene il costo a nuovo si è fatto riferimento al parametro unitario di costo per lunghezza, di 441 €/m.

Per quanto attiene il dato dell'estensione delle reti fognarie, elemento quindi base per la valutazione economica dell'intervento, in diversi casi si è osservato una forte variabilità del dato unitario (Km/ab), non riconducibile a nessuna causa deterministica. Al fine limitare tali fonti di errore si è assunto che, per la valutazione del costo dell'intervento, l'estensione della rete, in termini unitari, non potesse essere inferiore all'80% del valore dedotto dalle curva parametrica per la stima pro-capite di reti fognarie (costruita in base ai dati relativi alle numerosi reti esistenti nel territorio oggetto di studio, e riportate in allegato Fig: **19.1**).

3. Tempistica:

l'intervento di manutenzione viene sviluppato nei 25 anni secondo le modalità seguenti:

2,5% complessivo ripartito nei primi 3 anni.

97,5% ripartito uniformemente nei successivi 22 anni.

Scheda:	Servizio:	Componente:
n.21	DEPURAZIONE	IMPIANTI DI DEPURAZIONE
Intervento: Manutenzione straordinaria degli impianti di depurazione.		

1. Finalità:

Per gli impianti di depurazione, al fine di garantire un corretto funzionamento nel corso del venticinquennio si è previsto un intervento organico di manutenzione straordinaria.

2. Criteri di stima:

Il valore annuale della manutenzione straordinaria è stata stimato, in accordo con le indicazioni del Piano di Risanamenti delle Acque della Regione Lombardia, come una percentuale del costo a nuovo. In particolare si è assunto il 3% del valore delle opere elettromeccaniche e lo 0,5% delle opere civili. L'incidenza delle opere elettromeccaniche e civili sul costo totale, ancora in accordo con Piano di Risanamenti delle Acque della Regione Lombardia, risulta dipendente dalla potenzialità dell'impianto:

Potenzialità impianto [AE]	Opere Civili	Opere Elettromeccaniche
<=10.000	0,60	0,40
10.001 -30.000	0,55	0,45
30.001 -50.000	0,50	0,50
50.001 -150.000	0,48	0,52
> 150.000	0,45	0,55

3. Tempistica:

Le manutenzioni straordinarie degli impianti hanno inizio dal 1° anno e si prolungheranno per tutta la durata del Piano di Investimenti, secondo le seguenti modalità:

2% anno per i primi 5 anni

4% anno per i successivi 10 anni

5% anno per gli ulteriori successivi 10 anni.

Scheda:	Servizio:	Componente:
n.22	FOGNATURA E DEPURAZIONE	TELECONTROLLO
Intervento: Telecontrollo dell'impianto di depurazione e della fognatura		

1. Finalità:

sistema di allarme per gli impianti di depurazione e degli impianti di sollevamento della fognatura in caso di non funzionamento

2. Consistenza e criteri di stima:

il telecontrollo è previsto solo per sistemi complessi di opere. In particolare, visti lo sviluppo sul territorio ed il numero elevato degli impianti di depurazione, si è considerata la possibilità di creare un sistema di allarme sul funzionamento degli stessi secondo le tecnologie oggi esistenti. Stesse motivazioni hanno spinto a creare il sistema di allarme, per migliorare la gestione ed migliorare il sistema di controllo di eventi eccezionali con i relativi rischi di allagamento, per i sollevamenti della rete fognaria, vista anche la tipologia di funzionamento degli stessi (in serie).

I costi sono stati valutati per classe di impianto di depurazione secondo al tabella seguente:

classe di impianto (ab. Eq.)	Costo ad impianto €/impianto
< 300	15.000
300 < ab. < 15.000	30.000
> 15.000	50.000
Impianto di sollevamento	30.000

3. Tempistica:

per gli impianti di depurazione si è previsto l'inizio dell'intervento il 4° anno e una durata di quattro anni con un costi così ripartito:

40% primo anno

20% all'anno per i successivi 3 anni.

Scheda:	Servizio:	Componente:
n.23	DEPURAZIONE	IMPIANTI DI DEPURAZIONE
Intervento: Estensione della copertura del servizio fognario all'utenza nei Comuni in cui non è rispettato il D.Lgs. 152/99 e D.Lgs. 238/00 entro l'anno 2005 e 2025		

1. Finalità:

lo scopo di tale intervento è di dotare di sufficiente copertura di servizio di depurazione i Comuni che ne sono privi e di creare i relativi collegamenti agli impianti di depurazione.

2. Consistenza e criteri di stima:

Ai fini della predisposizione del programma di interventi, la valutazione dei costi di costruzione, di ampliamento ed adeguamento degli impianti, è stata determinata sulla base dello studio commissionato all'Università di Salerno – Dipartimento di Ingegneria Sanitaria- e denominato “Programma di Interventi per l'ottimizzazione degli schemi depurativi consortili nell'ATO SELE” approvato dall'Assemblea generale dei comuni con delibera n. 4 del 09.04.2002.

La valutazione del costo di costruzione o di adeguamento degli impianti di depurazione per abitante equivalente servito è funzione di:

- ?? la dimensione degli impianti, in riferimento alle economie di scala perseguibili;
- ?? la tipologia del trattamento secondario (fanghi attivi o colture adese);
- ?? la presenza o meno di fasi di affinamento terziario, quale la rimozione dei nutrienti;
- ?? gli schemi di trattamento dei fanghi di supero;

?? le condizioni specifiche legate al luogo, alla necessità di misure di mitigazione dell'impatto sull'ambiente, al valore e alle caratteristiche dei suoli.

?? In riferimento agli scopi del presente studio, le stime dei costi di costruzione di nuovi impianti di depurazione, di ampliamento e adeguamento di impianti esistenti e di gestione hanno utilizzato valori parametrici in analogia a quanto fatto per il Piano di Risanamento Regionale della Regione Lombardia (Bonomo et al.,1992). I valori specifici di costo relativi alla realizzazione e gestione dei collettori comprensoriali sono, invece, stati computati sulla base di analisi di costo di letteratura (Finazzi et al., 1999).

Il dettaglio del metodo di calcolo viene esposto a seguire nelle successive pagine.

3. Tempistica:

si è previsto che l'intervento in oggetto avrà inizio sin dal 1° anno del Piano degli investimenti, e terminerà entro il 3° anno secondo i termini di legge, cioè per quei comuni con un numero di abitanti equivalenti maggiori di 2.000. Il completamento dell'intero sistema, considerando dunque i comuni con popolazione inferiore a 2.000 abitanti, inizierà a partire dal 4° anno e si concluderà entro il 7° anno.

Analisi di costo unitario

Per poter effettuare una stima del fabbisogno finanziario necessario al piano, ci si è serviti, prevalentemente, delle indicazioni relative ai costi di costruzione e di gestione forniti dal P.R.R.A. della regione Lombardia espressi attraverso curve parametriche in funzione dei parametri più significativi.

Tali costi sono stati opportunamente aggiornati e incrementati in funzione del tasso d'inflazione media stimata su un arco temporale che va dai primi anni '90, periodo in cui sono state redatte le curve di costo del P.R.R.A. della regione Lombardia, fino al 2001, ed in funzione di altre curve di costo come quelle utilizzate per la redazione del Piano d'Ambito dell'ATO n°2 della Toscana, nonché di curve ottenute da studi propri implementando dati relativi a progetti redatti e o realizzati nel territorio in esame e depositati presso l'Autorità d'Ambito.

Tutte le curve di costo riportate di seguito forniscono valori al netto dell'IVA.

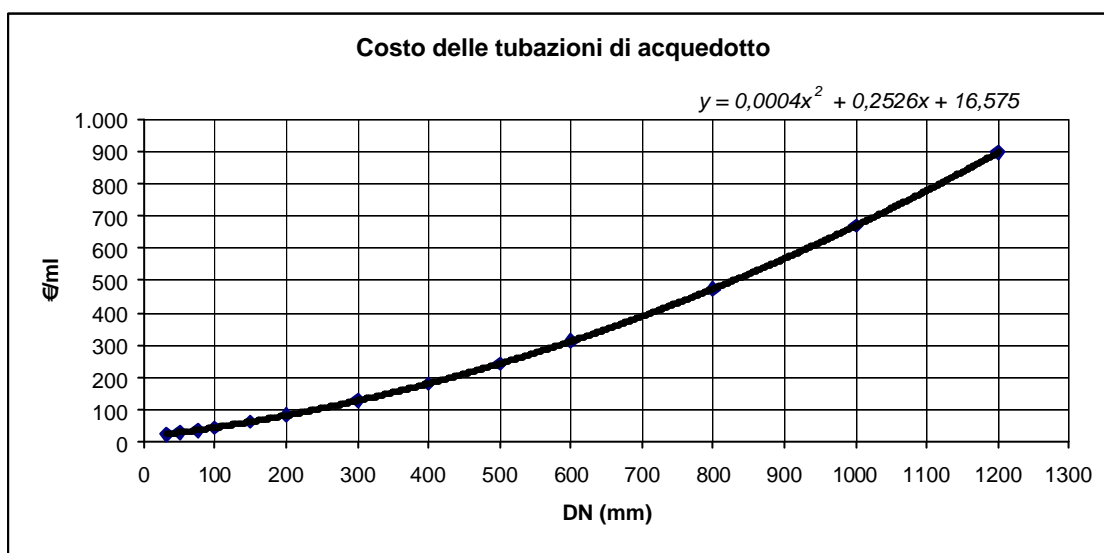
COSTI DI COSTRUZIONE ACQUEDOTTI

1) Costo di costruzione adduttrici.

Per la determinazione della curva di costo delle adduttrici si è partiti da quella fornita dall'ATO n.2 della Toscana ottenuta implementando curve relative a materiali diversi, opportunamente modificata in funzione dei costi di opere di adduzione realizzate o da realizzarsi nelle aree oggetto dello studio.

Tale curva fornisce il costo a ml in funzione del diametro nominale DN.

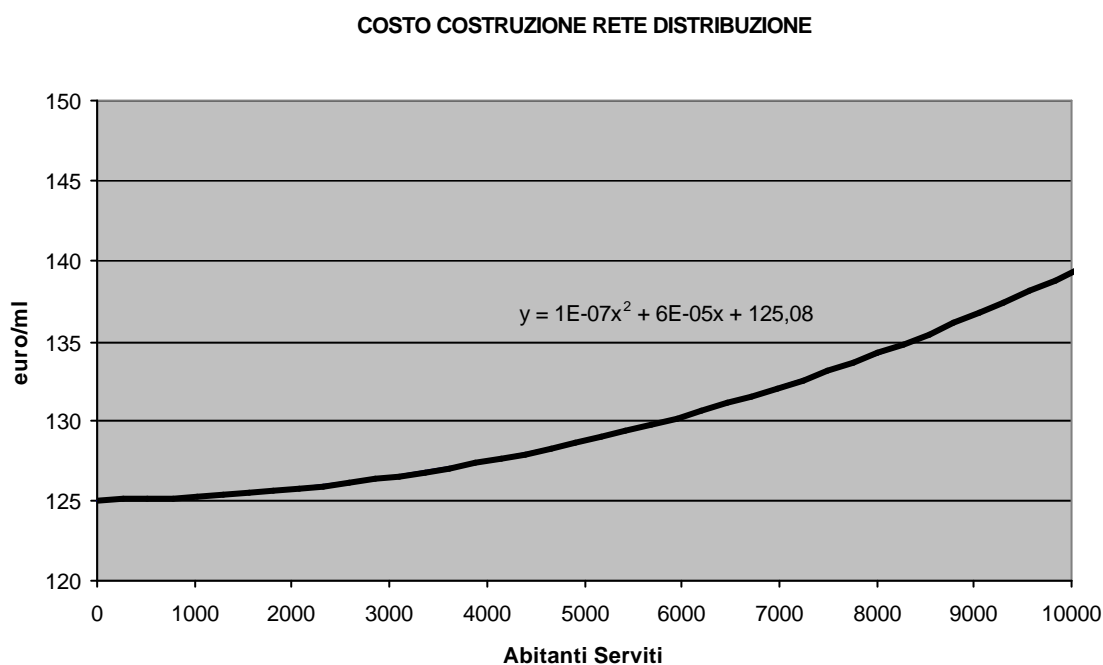
Fig. E.1.a



2) Costo di costruzione rete di distribuzione.

Tale costo è stato determinato, indipendentemente dal materiale delle condotte e dalla grandezza del diametro ritenendo quest'ultimo poco variabile nelle reti di distribuzione, in funzione del numero di abitanti serviti dalla rete di distribuzione implementando i dati relativi a progetti di ristrutturazione, rifacimento o costruzione di reti di distribuzione presentati dalle amministrazioni locali e depositati presso l'autorità d'Ambito.

Fig. E.2.a



3) Serbatoi

Il parametro fondamentale per determinare tale costo è la capacità invasata.

Si sono individuate due categorie di opere:

?? Serbatoi interrati e seminterrati;

?? Serbatoi pensili.

Per la seconda categoria sono state fornite due curve di costo in relazione alla capacità invasata.

Fig. E.3.a

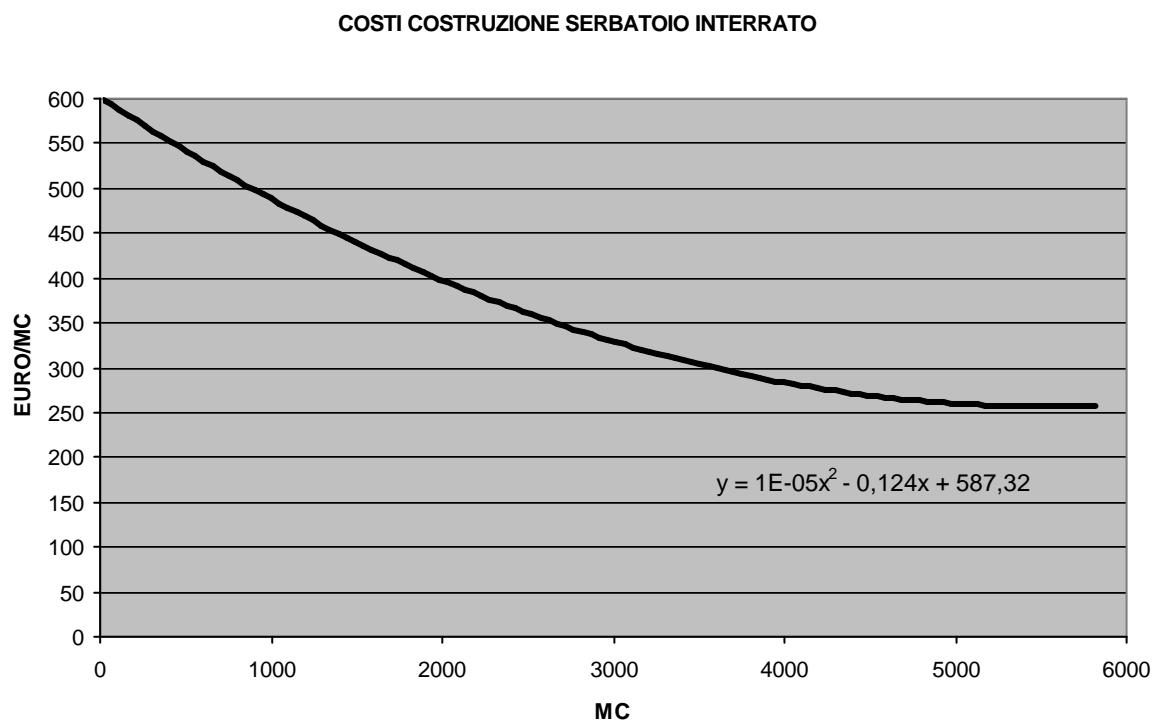


Fig. E.3.b

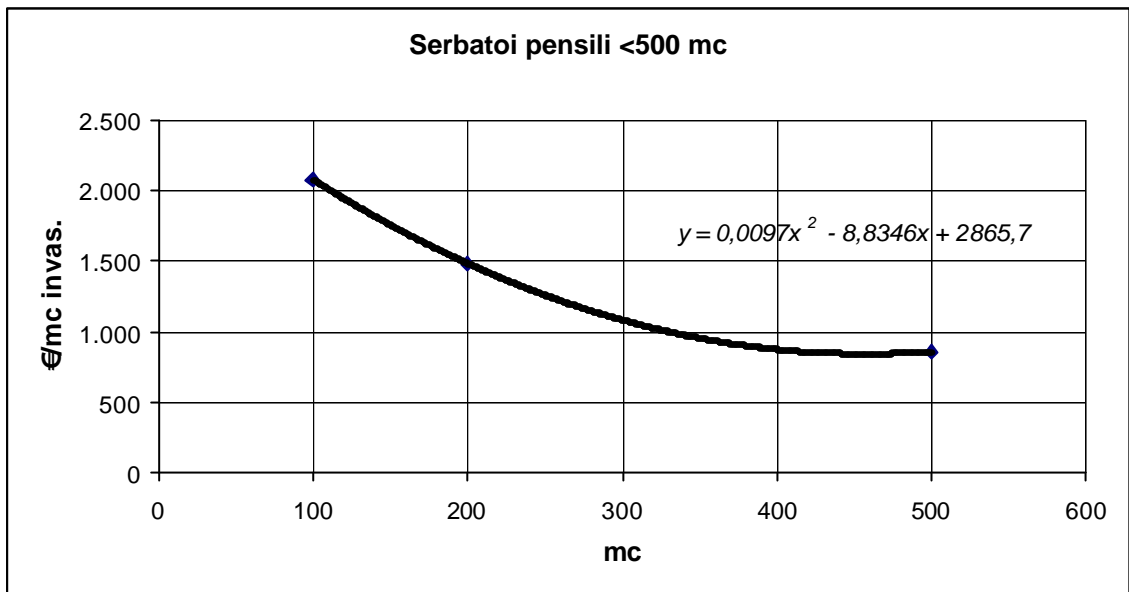
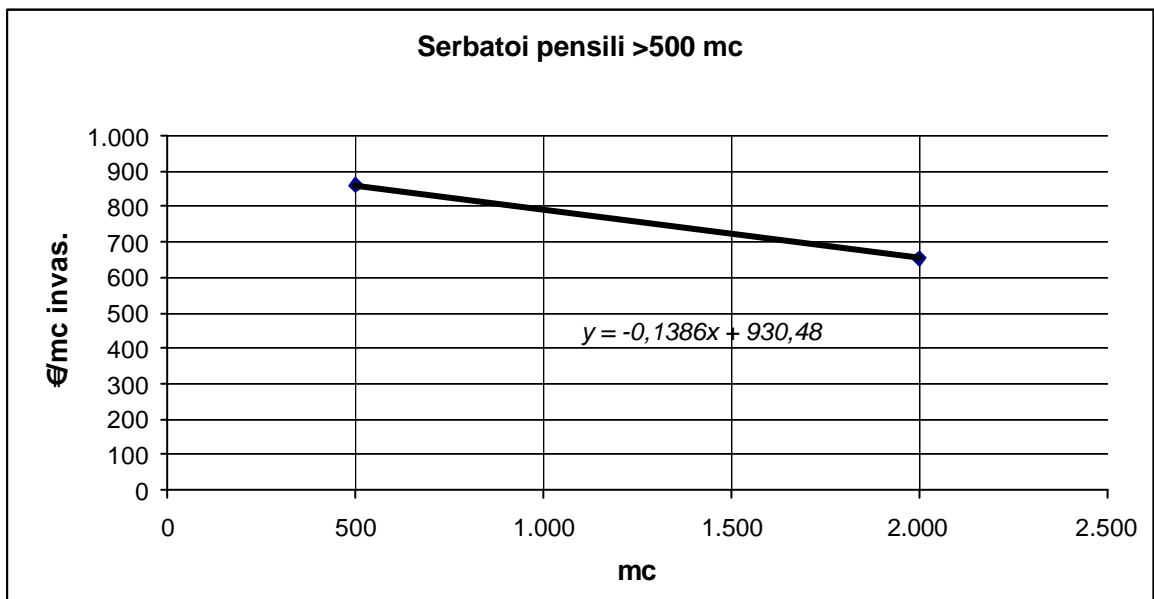


Fig. E.3.c



4) Stazioni di sollevamento

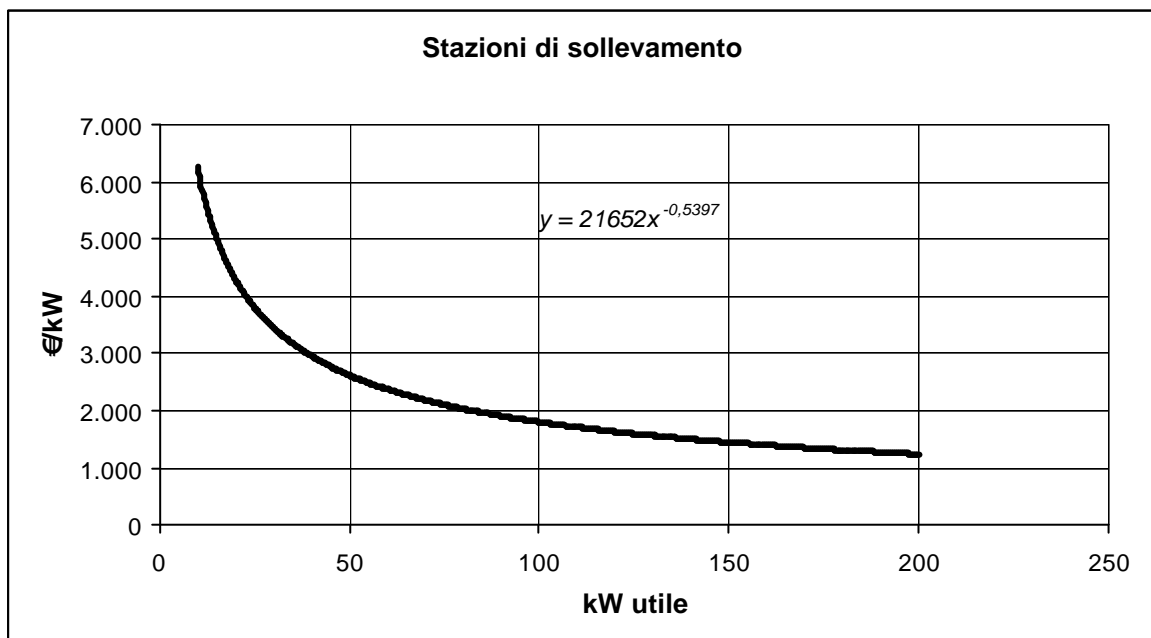
La curva di costo indica il costo globale delle opere civili ed elettromeccaniche dell'impianto di sollevamento per kilowatt idraulico utile.

Per potenza idraulica utile si intende :

$$9,81 \cdot Q \cdot H / 1000$$

in cui Q(l/s) è la portata e H (m) è la prevalenza.

Fig. E.4.a



5) Costruzione pozzi

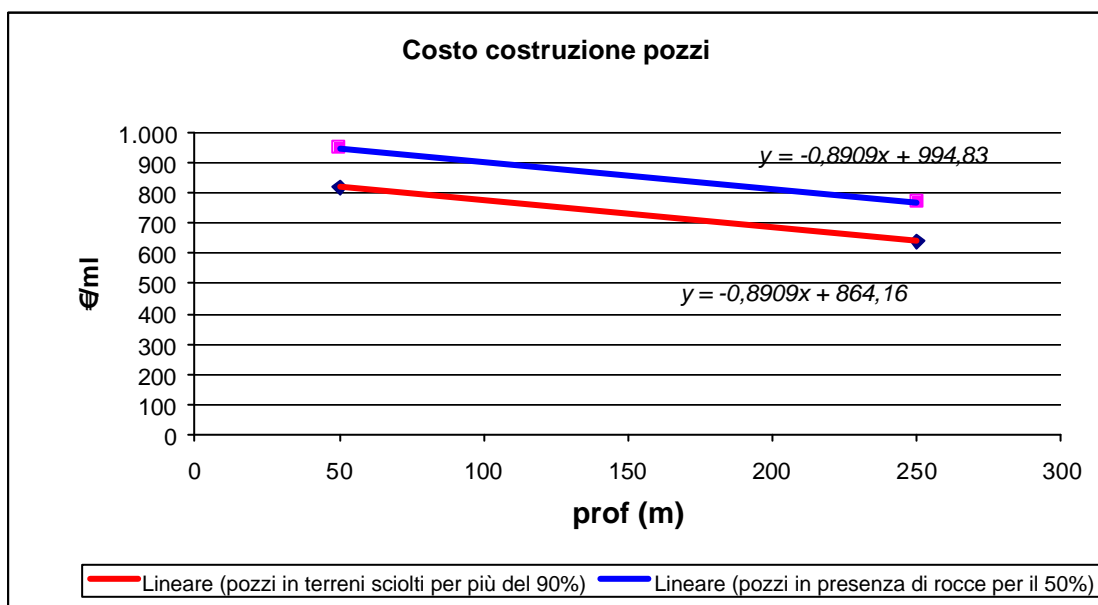
Le curve dei costi sono state ricavate considerando pozzi con diametro di trivellazione unico di 700 mm e diametro variabile fra 400 e 250 mm.

I prezzi al metro lineare si riferiscono al pozzo finito e provato; comprendono quindi l'impianto e lo spianto del cantiere, eventuali prove intermedie di falda, lo spurgo e le prove finali.

Sono stati considerati i due casi seguenti:

- ?? Pozzi in terreni sciolti per più del 90% dello sviluppo;
- ?? Pozzi in presenza di strati di conglomerato o rocce di consistenza analoga per il 50% circa dello sviluppo.

Fig. E.5.a



COSTI DI COSTRUZIONE FOGNATURA

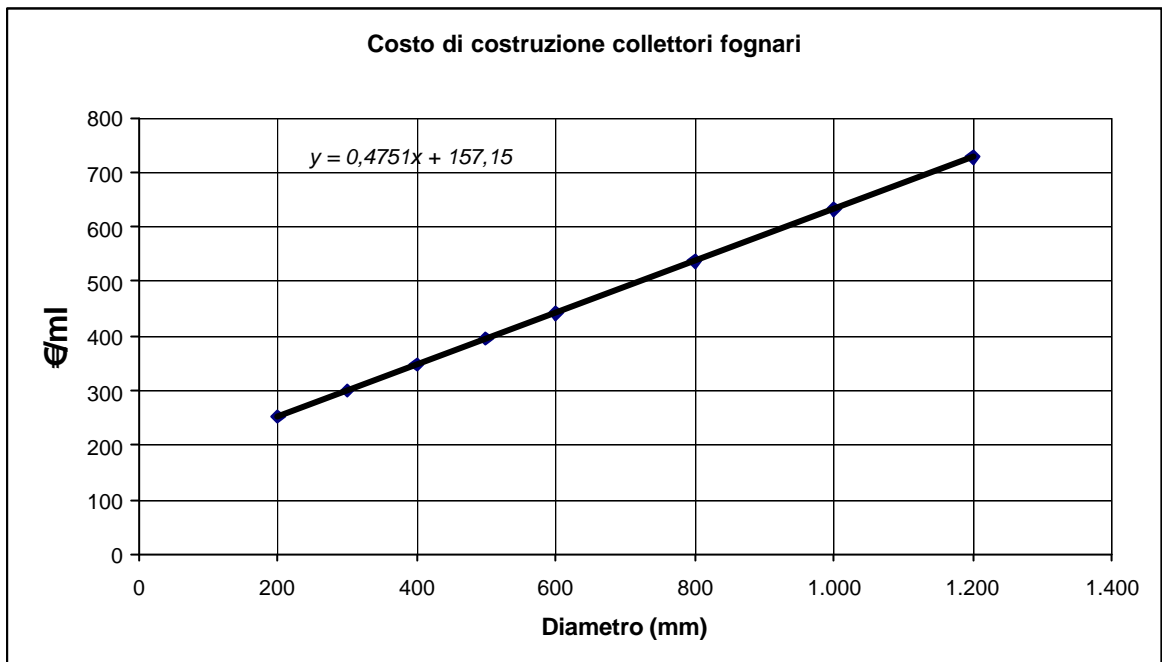
6) Costo tubazioni di fognatura

Le ipotesi adottate dal P.R.R.A. della regione Lombardia per la determinazione di tali costi sono in generale le seguenti:

- ?? condizioni di cantiere standard con normale accessibilità, normale incidenza per rallentamenti ed interferenze con altri servizi, presenza di acqua, presenza di manufatti e di roccia da demolire nella percentuale massima del 10% del volume complessivo degli scavi;
- ?? profondità di scavo non superiore a 4,50 m rispetto al piano di campagna, asportazione, accumulo, rinterro dei manufatti e ripristino del suolo nella zona interessata dagli scavi, trasporto a rifiuto dei materiali di risulta, condizioni normali di traffico dei mezzi d'opera;
- ?? servitù, permessi, ecc...
- ?? In particolare, per le tubazioni a gravità o in pressione, i costi sono riportati nell'allegato diagramma in funzione del diametro e sono stati stimati, tenendo conto oltre che delle ipotesi sopra dette, considerando anche:
 - ?? i ripristini completi della superficie del suolo e delle pavimentazioni stradali;
 - ?? delle maggiorazioni dovute ad armatura degli scavi, verniciature interna dei tubi in cemento armato, camerette, pozzetti stradali, confluenze, e di ogni altro manufatto idraulico ad esclusione degli impianti di sollevamento e degli scaricatori di piena.

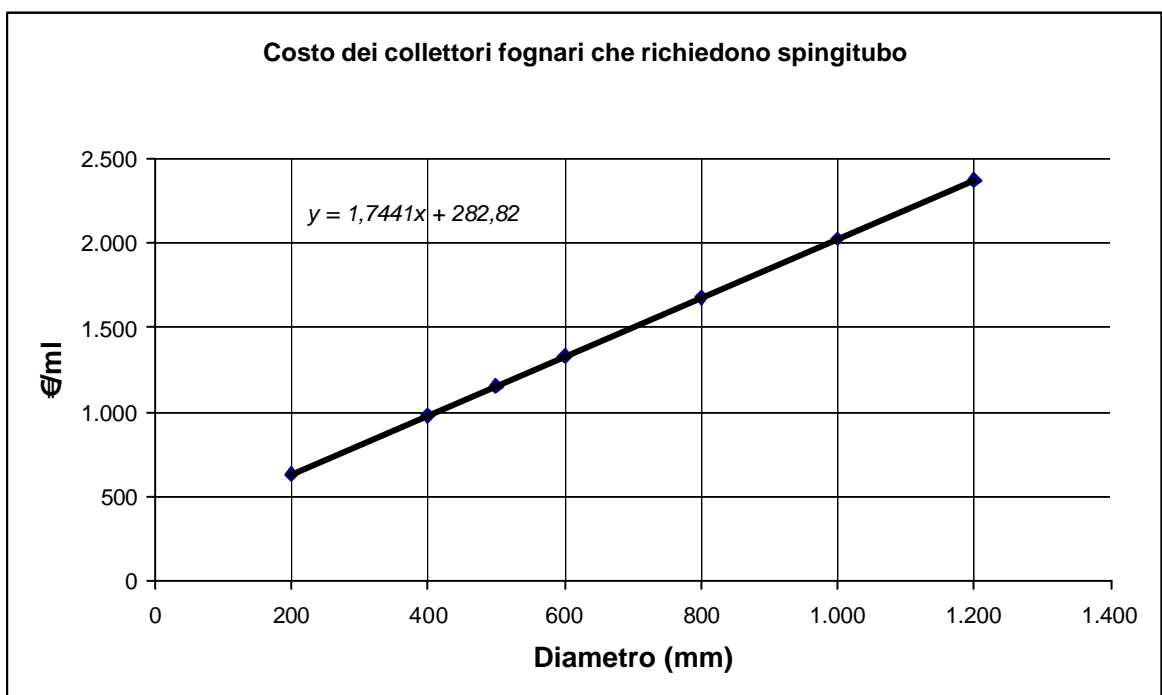
I costi così definiti sono stati utilizzati sia per i collettori che per le reti comunali.

Fig. E.6.a



Di seguito in figura è riportata la curva dei costi per le tubazioni che richiedono spingitubo.

Fig. E.6.b

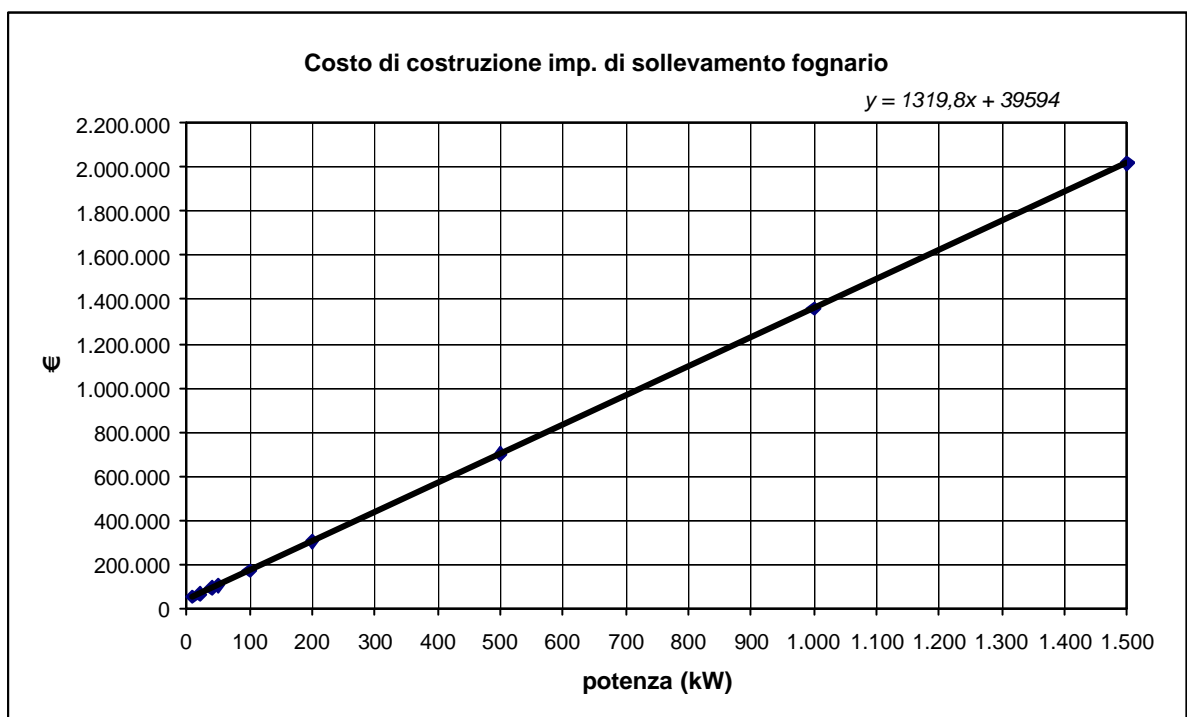


7) Stazioni di sollevamento fognario

I costi delle stazioni di sollevamento sono riportati in figura E.7.a e sono funzione della potenza installata.

Tali costi sono comprensivi delle opere civili, delle tubazioni, delle pompe, del valvolame, dei misuratori di portata e di pressione, ecc...

Fig. E.7.a



COSTI DI COSTRUZIONE, DI AMPLIAMENTO E ADEGUAMENTO DEGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE

La valutazione dei costi di costruzione, di ampliamento ed adeguamento degli impianti, è stata determinata sulla base dello studio commissionato all'Università di Salerno – Dipartimento di Ingegneria Sanitaria- e denominato “Programma di Interventi per l'ottimizzazione degli schemi depurativi consortili nell'ATO SELE”.

1) Costi di costruzione dei depuratori.

I costi di costruzione sono stati stimati in riferimento ad una configurazione di base dell'impianto, prevista omogenea in funzione del carico incidente in abitanti equivalenti:

- ?? trattamenti di fitodepurazione per gli impianti con carico complessivo inferiore a 2.000 abitanti equivalenti;
- ?? schemi di processo semplificato a fanghi attivi ad aerazione prolungata senza sedimentazione primaria per gli impianti fino a 10.000 abitanti equivalenti;
- ?? schemi di processo semplificato a fanghi attivi con digestione aerobica dei fanghi e disidratazione meccanica per gli impianti fino a 30.000 abitanti equivalenti;
- ?? schemi di processo a fanghi attivi con sedimentazione primaria e digestione anaerobica dei fanghi, dotati di disidratazione meccanica, con riferimento a potenzialità superiori ai 30.000 abitanti equivalenti.

Tali schemi di processo sono rappresentati nelle figg. 8.1, 8.2, 8.3 e 8.4.

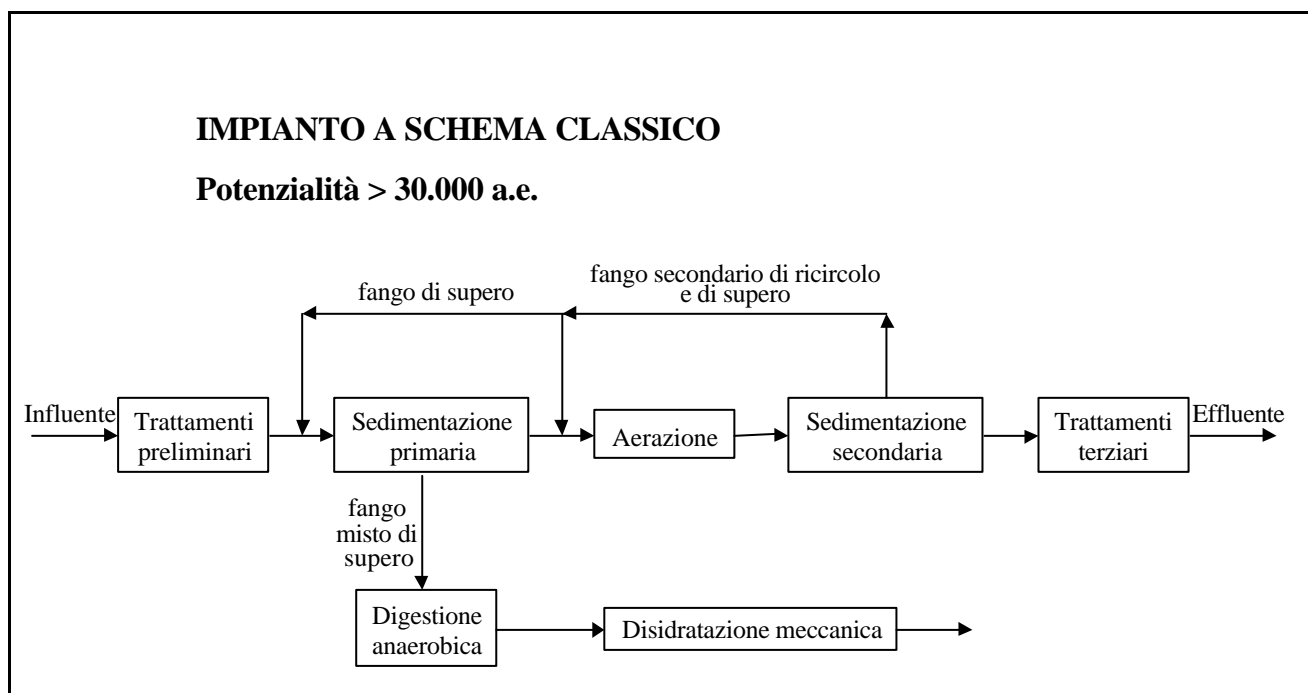


Figura 1.1 - Impianto a fanghi attivi a schema classico.

IMPIANTO A SCHEMA SEMPLIFICATO

10.000 a.e. < Potenzialità < 30.000 a.e.

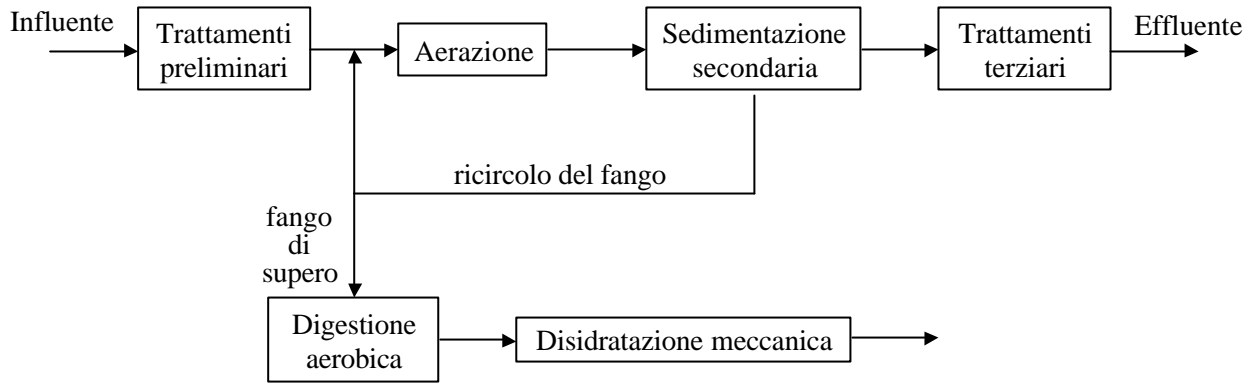


Figura 1.2 - Impianto a fanghi attivi a schema semplificato.

IMPIANTO AD AERAZIONE PROLUNGATA

2.000 a.e. < Potenzialità < 10.000 a.e.

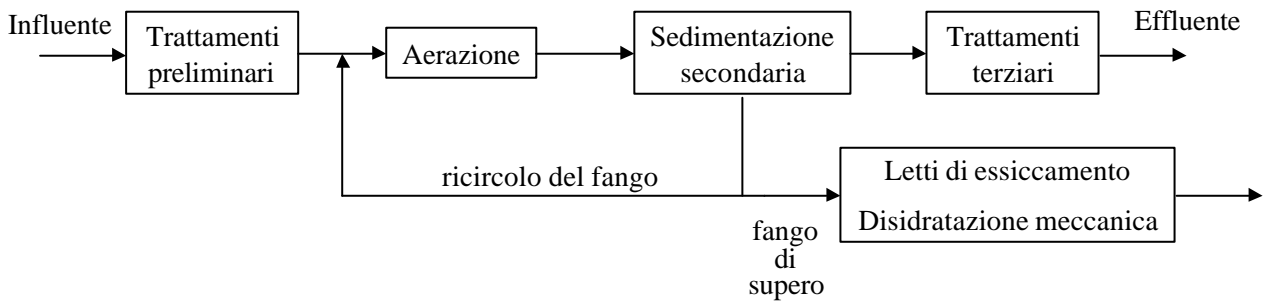


Figura 1.3 - Impianto a fanghi attivi ad aerazione prolungata.

IMPIANTO DI FITODEPURAZIONE

Potenzialità < 2.000 a.e.

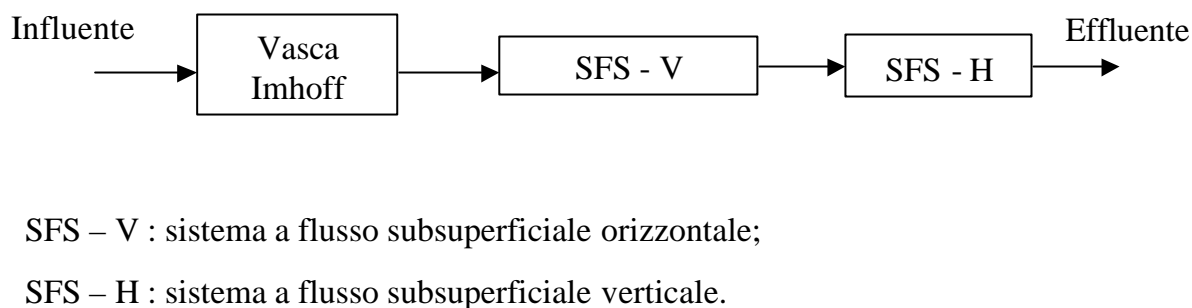


Figura 1.4 - Schema di impianto a fitodepurazione.

I costi adottati, riportati in tabella 81, tengono conto di tutte le somme a disposizione dell'Amministrazione Appaltante (IVA, spese tecniche, espropri aree, servitù, allacciamenti), mentre non considerano né trattamenti terziari o spinti, né sistemi di recupero energetico, né trattamenti termici dei fanghi.

Tipologia	Potenzialità (in abitanti equivalenti)									
	= 1.000	3.000	5.000	10.000	20.000	30.000	50.000	100.000 0	150.000 0	= 200.000
Digestione aerobica	600	485	415	335	255	215	195	-	-	-
Digestione anaerobica	-	-	-	-	-	255	235	205	195	190

1. Per le potenzialità intermedie i costi si possono ricavare per interpolazione lineare tra i valori riportati.

Tabella 1.1 – Costi di costruzione degli impianti di depurazione (x 1.000 £/AE), riferiti ad una configurazione base secondo gli usuali processi a fanghi attivi.

Per valori di popolazione equivalente diversi da quelli riportati in tabella 1.1, i costi sono stati ottenuti per interpolazione lineare tra quelli indicati.

Integrazioni ai trattamenti descritti sono tenute in conto applicando opportuni incrementi percentuali sul costo base calcolato dalla tabella 1.1. Per tale motivo sono state considerate

possibili integrazioni allo schema base d'impianto, per ciascuna delle quali è stato adottato un incremento percentuale sul costo base. Tali incrementi, riportati nelle tabelle 1.2 e 1.3, si differenziano in funzione del tipo di digestione dei fanghi effettuata (aerobica ed anaerobica), e sono riportati solo per quei casi in cui l'integrazione di processo o impiantistica è compatibile con lo schema e le dimensioni dell'impianto base. È possibile, pertanto, ottenere il costo complessivo di costruzione valutando il costo base e aggiungendo i costi delle eventuali integrazioni, in percentuale dello stesso costo base.

Per gli impianti di nuova costruzione si è previsto di adottare un trattamento di affinamento terziario di filtrazione al fine di assicurare i limiti di ammissibilità allo scarico previsti dal D. Lgs. 11 maggio 1999, n.152.

<i>Integrazioni all'impianto base</i>	<i>Potenzialità (in abitanti equivalenti)</i>						
	= 1.000	3.000	5.000	10.000	20.000	30.000	= 50.000
A Filtrazione finale	-	15	15	18	18	18	19
B Trattamento chimico – fisico	-	18	18	17	17	16	15
C Vasche di pioggia	6	6	6,5	7	8	9	10
D Copertura completa ⁽¹⁾	30	28	24	21	19	19	19
E Nitrificazione	12	12	12	12	11	11	10
F Denitrificazione ⁽²⁾	8	8	8	8	8	7	7
1. Tale maggiorazione va applicata al costo dell'impianto già comprensivo delle altre eventuali maggiorazioni. 2. La denitrificazione richiede comunque la presenza del processo di nitrificazione.							

Tabella 1.2 – Maggiorazioni percentuali sul costo base di impianto, in relazione alle integrazioni previste e riferite ad impianti con digestione aerobica dei fanghi.

Integrazioni all'impianto base	Potenzialità (in abitanti equivalenti)				
	30.000	50.000	100.000	150.000	= 200.000
A Filtrazione finale	18	18	18	18	18
B Trattamento chimico – fisico	15	15	14,5	14,5	14
C Vasche di pioggia	11	11	11	11	11
D Copertura completa ⁽¹⁾	13	15	19	23	25
E Nitrificazione	11	10	9	9	8
F Denitrificazione ⁽²⁾	7	7	7	7	7
G Essiccamento termico	-	35	25	20	15
H Recupero energetico	15	13	10	9	8
I Incenerimento fanghi	-	60	45	30	25
1. Tale maggiorazione va applicata al costo dell'impianto già comprensivo delle altre eventuali maggiorazioni. 2. La denitrificazione richiede comunque la presenza del processo di nitrificazione.					

Tabella 1.3 – Maggiorazioni percentuali sul costo base di impianto, in relazione alle integrazioni previste e riferite ad impianti con digestione anaerobica dei fanghi.

2) Ampliamento ed adeguamento di impianti esistenti.

Nel caso in cui si preveda di intervenire su di un impianto esistente, mediante un ampliamento (incremento di popolazione servita) o un adeguamento (aggiunta di ulteriori fasi di trattamento), il costo di costruzione delle nuove opere è stato valutato come differenza tra le seguenti due voci:

1. C_f : costo di costruzione dell'impianto nella sua configurazione finale;
2. V_0 : valore dall'impianto esistente. Tale valore viene determinato calcolando il costo di costruzione dell'impianto nella configurazione esistente (C_0), sempre secondo quanto esposto nel paragrafo precedente, ed applicando due coefficienti riduttivi:
 - coefficiente A, che tiene conto del fatto che l'inseribilità dell'esistente è tanto più difficile quanto più rilevanti sono le trasformazioni previste.

$$A = 1,25 + 0,25 \frac{C_f}{C_0} \quad \text{se } \frac{C_f}{C_0} \leq 5$$

$$A = 0 \quad \text{se } \frac{C_f}{C_0} > 5$$
(1.1)

- coefficiente B , che tiene conto delle condizioni dell'impianto, funzioni sia dell'età dello stesso, sia della qualità della gestione. Il coefficiente B è riportato in tabella 9.1 in funzione delle condizioni dell'impianto esistente e della potenzialità originaria.

Condizioni impianto	Valore di B		
	fino a 3.000 AE	da 3.000 a 100.000 AE	oltre 100.000 AE
Buone	0,8	0,9	0,9
Discrete	0,5	0,7	0,7
Scarse	0,2	0,4	0,4

Tabella 2.1 – Valori del coefficiente B , in funzione delle condizioni dell'impianto esistente e della potenzialità originaria.

Si ha quindi:

- Valore impianto esistente $V_0 = C_0 \cdot A \cdot B$;
- Costo di ampliamento ed adeguamento = $C_f - V_0$.
- Negli impianti da adeguare è stata sempre prevista l'integrazione relativa alla realizzazione del trattamento terziario di filtrazione finale.

3) Manutenzione delle opere.

In questa voce rientrano, oltre ai materiali di consumo, tutti gli interventi di manutenzione, sia ordinaria sia straordinaria, sia effettuati direttamente dall'Ente di gestione che appaltati a ditte esterne. Sono compresi anche i costi della manodopera per interventi specialistici non realizzabili a cura del personale addetto a livello locale.

I costi annui di manutenzione sono determinati nella seguente misura percentuale dei costi di costruzione:

- per le opere civili: 0,5%;
- per le opere elettromeccaniche: 3,0%.

Come costo di costruzione degli impianti si assume il costo base di cui alla tabella 8.1, senza tenere in conto le maggiorazioni di costo relative alle integrazioni impiantistiche, successivamente considerate. L'incidenza delle opere civili (O.C.) e delle opere elettromeccaniche (O.E.M.) sui costi globali è espressa in tabella 10.1, in funzione delle dimensioni di impianto.

Potenzialità [a.e.]	Incidenza sui costi di costruzione	
	O.C.	O.E.M.
Fino a 10.000	0,60	0,40
10.001÷30.000	0,55	0,45
30.001÷50.000	0,50	0,50
50.001÷150.000	0,48	0,52
oltre 150.000	0,45	0,55

TABELLA 3.1 – COSTO DI TRASPORTO E SMALTIMENTO FANGHI.

In tabella 3.1 sono riportati, per diverse potenzialità di impianto, i costi di manutenzione calcolati secondo i criteri esposti.

Potenzialità (AE)	Costi di costruzione (x 1.000 £/AE)		Costi di manutenzione (x 1.000 £/AE)
	Opere civili	Opere elettromeccaniche	
? 1.000	300	200	7.500
3.000	240	160	6.000
5.000	207	138	5.175
10.000	165	110	4.125
20.000	115,5	94,5	3.410
30.000	93,5	76,5	2.760
50.000	97,5	97,5	3.410
100.000	84	91	3.150
150.000	79,2	85,8	2.970
? 200.000	72	88	3.000

Tabella 3.2 – Costi di costruzione delle opere civili ed elettromeccaniche e costi annui di manutenzione, in funzione delle diverse potenzialità di impianto.

4) Impianti di fitodepurazione.

Così come espressamente indicato nel D. Lgs. 11 maggio 1999, n.152, modificato ed integrato dal D. Lgs. 18 agosto 2000, n.258, per potenzialità inferiori ai 2.000 abitanti equivalenti gli impianti di nuova costruzione sono stati previsti con tecnologie di depurazione naturale quali la fitodepurazione. In particolare, in riferimento ad un'adeguata rimozione del BOD e dei solidi sospesi ed alla nitrificazione dell'effluente, si è assunto il ricorso a sistemi combinati del tipo a flusso subsuperficiale orizzontale e verticale, preceduti a monte da una vasca Imhoff. Tali impianti, preferibili per la loro semplicità ed i ridotti costi di gestione, costituiscono, dal punto di vista dell'efficienza depurativa, una valida alternativa ai sistemi convenzionali a fanghi attivi.

4.a) Costi di costruzione.

I sistemi di trattamento delle acque reflue attraverso la fitodepurazione si differenziano in funzione dei tipi di piante utilizzabili e del regime di funzionamento idraulico. Il parametro comune che incide sul costo di costruzione di tali impianti è rappresentato dall'estensione dell'impianto stesso e quindi dal valore del suolo su cui questo dovrà sorgere. Il ricorso a tali tecnologie depurative risulta conveniente solo nel caso in cui si individuino aree con modesti valori del suolo. Sotto tali ipotesi, e con riferimento a potenzialità comprese tra 300 e 2000 abitanti equivalenti, è possibile assumere costante il costo di costruzione per abitante servito pari a £ 400.000.

5) Costi di costruzione e di manutenzione degli impianti di sollevamento

Nelle ipotesi di accorpamento del trattamento perseguite, ove sia risultato impossibile il collettamento dei reflui a gravità, si è ipotizzato l'utilizzo pompe centrifughe sommerse a girante aperta adatte ad acque reflue civili. L'installazione della pompa è prevista in modalità fissa ad immersione. I dati tecnici generali relativi ai dispositivi considerati sono riportati in tabella 13.1

Dati tecnici		
	da	A
Potenza motore [kW]	0,55	37
Diametro mandata [mm]	1 ½"	100
Portata [l/s]	1	20
Prevalenza [m]	10	80
Materiali	Ghisa, lega leggera, acciaio	

Tabella 5.1 - Caratteristiche generali dei dispositivi di sollevamento considerati.

6) Costi di realizzazione.

I costi di massima della realizzazione di stazioni di sollevamento sono stati stimati su base parametrica per diverse combinazioni di portata e di prevalenza, sulla base di un computo dei prezzi degli elementi che costituiscono la stazione (elettropompa, opere meccaniche ed idrauliche accessorie e opere edili).

I costi relativi a valori intermedi di prevalenza e di portata sono stati definiti per interpolazione lineare dei valori noti. Le perdite di carico continue e localizzate nelle tubazioni di aspirazione e di mandata, nelle curve, nelle valvole di ritegno e nelle saracinesche sono state incluse nell'approssimazione legata alla stima della prevalenza geodetica, valutata su scala di scarso dettaglio.

7) Collettori fognari comprensoriali

Premessa.

I costi di realizzazione dei collettori comprensoriali, utili al trattamento depurativo in unico impianto di sottoambiti territoriali estesi, sono strettamente correlati a parametri quantitativi, quali le portate collettate, e parametri qualitativi correlati alle caratteristiche dei materiali dei collettori e della tipologia di roccia in cui viene effettuato lo scavo di trincea.

Per una valutazione parametrica dei costi da adottare nell'ambito del presente studio si è fatto riferimento ad un'analisi di costo generale in riferimento ai diametri utili dei collettori, realizzati con materiali diversi su differenti tipologie di terreno di scavo (Finazzi et al., 1999).

Il diametro della tubazione influisce sul costo globale in maniera diretta, in relazione al costo della condotta direttamente proporzionale alle dimensioni della stessa, ed in riferimento ai costi dello scavo e del trasporto a rifiuto del materiale.

Nell'ambito dell'analisi dei costi si sono considerati tre tipi di roccia:

- roccia sciolta;
- roccia lapidea tenera;
- roccia lapidea dura.

I costi di investimento complessivi a cui si è fatto riferimento, espressi in £/anno x 100m di collettore, hanno compreso i costi connessi alla gestione dell'opera (manutenzione, ispezione, espurghi, etc.).

L'esigenza di omogeneizzare i termini temporali per le voci di costo complessivo ha imposto di considerare un unico riferimento temporale di investimento pari a 20 anni.

8) Costi per acquisto delle tubazioni, manodopera e posa in opera.

Nel computo dei costi non rientrano le spese necessarie al ripristino delle tubazioni dopo un determinato numero di anni, dal momento che l'arco temporale di 20 anni preso a riferimento permette di escludere l'eventualità di sostituzioni delle condotte in tempi così brevi essendo la vita media dei materiali che si sono considerati usualmente superiori.

?? Le spese di primo impianto sono indicate con il simbolo *A*. I costi componenti *A* sono:

?? *AC* [£/100m] = costo di acquisto delle tubazioni e della manodopera;

?? *POS* [£/100m] = costo per la posa in opera e per gli allacciamenti;

?? *S* [£/100m] = costo dello scavo e del trasporto a rifiuto del materiale;

?? *P*[£/100m] = costo dei pozzetti;

?? R [€/100m] = costo dei ripristini;

In definitiva si ottiene:

$$A=AC+POS$$

dove:

$$POS = S + P + R$$

Per i collettori comprensoriali esistenti, e riutilizzati nella formulazione degli scenari di intervento, si è previsto un costo di impianto ridotto dell'80%.

Costo AC.

Oltre al costo per l'acquisto delle tubazioni, nella voce AC rientrano gli oneri per:

- ?? il trasporto del materiale a piè d'opera e il tiro in alto;
- ?? il taglio a misura dei tubi e i ponti su cavalletti.

I tipi di tubazioni considerati nella presente trattazione sono stati differenziati per il materiale e per i diametri utilizzati:

- ?? tubazioni in calcestruzzo del diametro interno da 10 a 100 cm;
- ?? tubazioni in PVC rigido di diametro esterno da 200 a 630 mm e spessori variabili;
- ?? tubazioni in ghisa sferoidale del diametro da 150 a 350 mm;
- ?? tubazione per fognature a sezione circolare od ovoidale in cemento armato vibrato prefabbricato con dimensioni considerate: 70?105, 80?120, 90?135, 100?150, 120?180 cm.

Costo POS.

Nell'ambito dello studio è stata considerata una profondità di posa media delle condotte pari a 2 metri. In figura 8.1 si riportano le sezioni di scavo in trincea per tubazioni di tre diversi diametri.

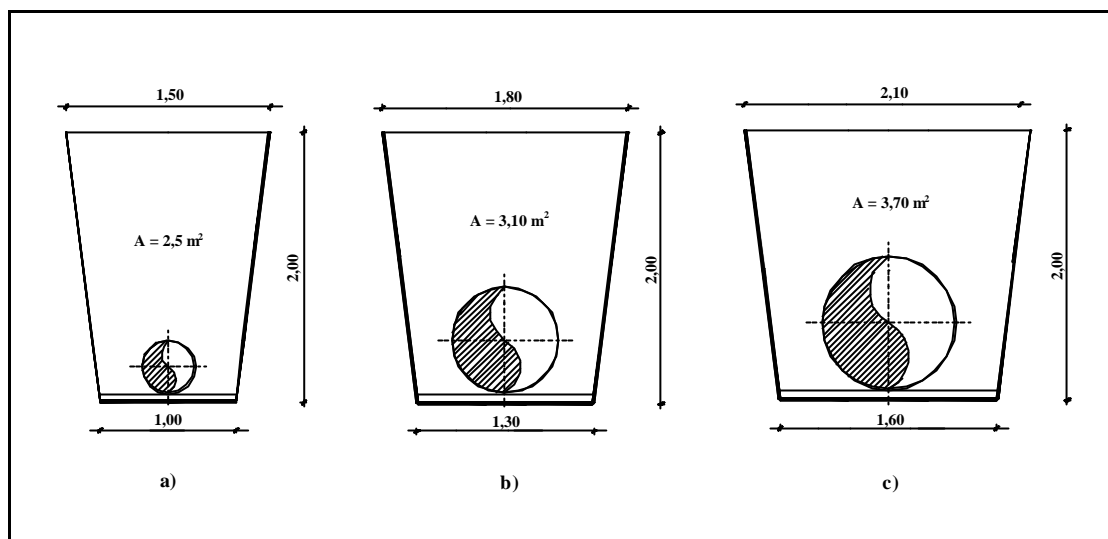


Figura 8.1 - Sezioni tipo di scavo in trincea.

Fino ad un diametro di 400 mm si è considerata la sezione di scavo di figura 3.5.a); per diametri superiori fino a 800 mm la sezione di scavo considerata è quella riportata in figura 3.5.b), mentre per diametri da 900 mm a 1000 mm la sezione di scavo cui fare riferimento è quella portata in figura 3.5.c). Per le tubazioni in C.A. a sezione ovoidale delle dimensioni 90x135 e 100x150 si sono considerate profondità di scavo maggiori e pari 2,5 m. Per la sezione di dimensioni 120x180 si è invece considerata una profondità di scavo di 3 metri.

La voce di costo *S* comprende:

- ?? costo per lo scavo a sezione obbligata fino a due metri di profondità eseguito con mezzi meccanici;
- ?? sovrapprezzo allo scavo a sezione obbligata eseguito con mezzi meccanici per l'ultimo metro di profondità (10% del costo di scavo in rocce sciolte; 12% del costo di scavo in rocce lapidee tenere o dure);
- ?? trasporto con qualunque mezzo a discarica di materiale di risulta di qualunque natura e specie, proveniente dagli scavi eseguiti con mezzi meccanici a qualsiasi distanza o dislivello, compreso il carico e lo scarico, lo spianamento e l'eventuale configurazione del materiale scaricato;
- ?? gli oneri per il taglio e rimozione di alberi e cespugli.

La voce di costo *P* comprende:

- ?? costo di due pozzetti (uno ogni 50 m di condotta) di raccordo, prefabbricati, in conglomerato cementizio vibrato, compreso gli oneri per la frattura dei diaframmi, per il passaggio delle tubazioni e la sigillatura dei fori. Le dimensioni dei pozzetti sono state scelte in funzione del diametro del collettore;
- ?? costo degli anelli aggiuntivi prefabbricati in conglomerato cementizio per il prolungamento del pozzetto di raccordo. Le dimensioni e il numero degli anelli sono state scelte in funzione delle dimensioni del pozzetto;

- ?? costo del chiusino prefabbricato in conglomerato cementizio vibrato. Le dimensioni del chiusino sono state scelte in funzione delle dimensioni dei relativi anelli di prolungamento del pozzetto.
- ?? Infine, la voce di costo R comprende:
 - ?? rinterro o riempimento dello scavo con terreni provenienti da cave di prestito;
 - ?? oneri per la compattazione meccanica del rinterro, per le bagnature e i necessari ricarichi;
 - ?? la sistemazione delle scarpate, la profilatura delle banchine e dei cigli;
 - ?? l'indennità di cava, il prelievo ed il trasporto del terreno con qualsiasi mezzo.

9) Ammortamento del costo di impianto.

Per la definizione della quota annua necessaria all'ammortamento del costo di impianto A dei collettori si è considerato un regime di ammortamento ad interessi composti. Si è fatto, quindi, uso della relazione:

$$C_A = A \frac{\frac{1+i}{1+p} - 1}{(1+i)^{20} - 1} \frac{(1+i)^{20}}{(1+p)^{20}}$$

dove:

- C_A [£/anno x 100m]= quota annua di ammortamento;
- A [£/100 m]= costo di impianto del collettore;
- i = tasso di interesse reale;
- p = tasso di incremento dei prezzi.

Il tasso di interesse reale i scelto nel presente studio è pari al 5%. Per il tasso di incremento dei prezzi p si è utilizzato il valore ragionevole del 2%.

10) Costo m .

I costi di manutenzione sono legati a diversi fattori difficilmente parametrizzabili, quali:

- ?? corretta valutazione di tutti gli elementi incidenti in fase di progettazione;
- ?? buona realizzazione iniziale dell'opera;
- ?? manomissioni in sede di allacciamento;
- ?? erosione e corrosione del fondo.

L'impossibilità di correlare i costi in questione ai fattori suddetti, impone di rapportare tali costi all'esperienza concreta delle Amministrazioni. Per tale motivo è stato assunto un costo di manutenzione medio pari a $m=500.000$ £ annue ogni 100 metri di condotta.

11) Calcolo del costo totale annuo dei collettori (C_{tot}).

Evidentemente il costo totale annuo per 100 metri di collettore nelle ipotesi di base imposte (tipologia e diametro della condotta, valore dei tassi di interesse, etc.) è dato dalla relazione:

$$C_{tot} = C_A + B$$

Nelle tabelle 11.1, 11.2, 11.3 e 11.4 si riportano i costi in questione calcolati sulla base di tutte le considerazioni svolte. Per ogni materiale, in ogni tabella, è stato calcolato il costo annuo per una profondità media di scavo di 2 metri, per un diametro nominale di riferimento, per tipo di terreno e per 100 metri di condotta. In funzione del diametro e del tipo di roccia si è riportata inoltre la variazione percentuale del costo base.

Materiale: calcestruzzo; D=600 mm; Profondità di scavo=2m			
<i>Variazioni percentuali del costo base in funzione del diametro e del tipo di terreno</i>			
Tipo di terreno	roccia sciolta:	roccia lapidea tenera:	roccia lapidea dura:
Diametro [mm]	1.991.369 £/anno x 100m	2.587.072 £/anno x 100m	4.717.096 £/anno x 100m
100	-41,1	-36,1	-28,3
200	-36,5	-32,5	-26,4
300	-31,9	-29	-24,4
400	-27,2	-25,4	-22,5
500	-5,9	-4,5	-2,5
600	0	0	0
700	5,9	4,5	2,5
800	11,8	9,1	4,9
900	23,5	22	22,5
1000	29,4	27,1	23,3

Tabella 11.1 - Variazione percentuale di costo per il calcestruzzo.

Materiale: PVC; D=600 mm; Profondità di scavo=2m			
<i>Variazioni percentuali del costo base in funzione del diametro e del tipo di terreno</i>			
Tipo di terreno	roccia sciolta: 3.128.707	roccia lapidea tenera:	roccia lapidea dura:
Diametro [mm]	£/anno x 100m	3.724.410 £/anno x 100m	5.945.305 £/anno x 100m
250	-40,2	-36,9	-30,5
300	-35,4	-32,8	-27,9
400	-25,7	-24,7	-22,8
500	-9,7	-8,1	-5,2
600	0	0	0
630	2,9	2,4	1

Tabella 11.2 - Variazione percentuale di costo per il PVC.

Materiale: ghisa; D=200 mm; Profondità di scavo=2m			
<i>Variazioni percentuali del costo base in funzione del diametro e del tipo di terreno</i>			
Tipo di terreno	roccia sciolta: 1.674.407 £/anno x 100m	roccia lapidea tenera: 2.154.813 £/anno x 100m	roccia lapidea dura: 3.980.602 £/anno x 100m
Diametro [mm]			
150	-8,7	-6,7	-3,7
200	0	0	0
250	10,4	8,1	4,4
300	24,5	19,1	10,3
350	39	30,3	16,4

Tabella 11.3 - Variazione percentuale di costo per la ghisa.

Materiale: C.A.; D=80 x 120 mm; Profondità di scavo=2m			
<i>Variazioni percentuali del costo base in funzione del diametro e del tipo di terreno</i>			
Tipo di terreno	roccia sciolta: 2.604.700 £/anno x 100m	roccia lapidea tenera: 3.315.701 £/anno x 100m	roccia lapidea dura: 6.006.693 £/anno x 100m
Dimensioni [mm x mm]			
60 x 90	-13,2	-10,3	-5,7
70 x 105	-8	-6,3	-3,5
80 x 120	0	0	0
90 x 135	13,1	16,4	18,6
100 x 150	23,6	24,6	23,1
120 x 180	49,8	52	51,8
N.B. per 90x135 e 100x150 profondità di scavo=2,5 m; per 120x180 profondità di scavo=3m			

Tabella 11.4 - Variazione percentuale di costo per il cemento armato.

Considerando come le sezioni ovoidali in C.A. possano essere considerate alternative al calcestruzzo per diametri superiori ai 1000 mm, si riporta, in figura 3.6, il costo unitario di condotta (ottenuto dividendo il costo, mediato sul tipo di terreno, per il diametro preso a riferimento) in funzione del materiale.

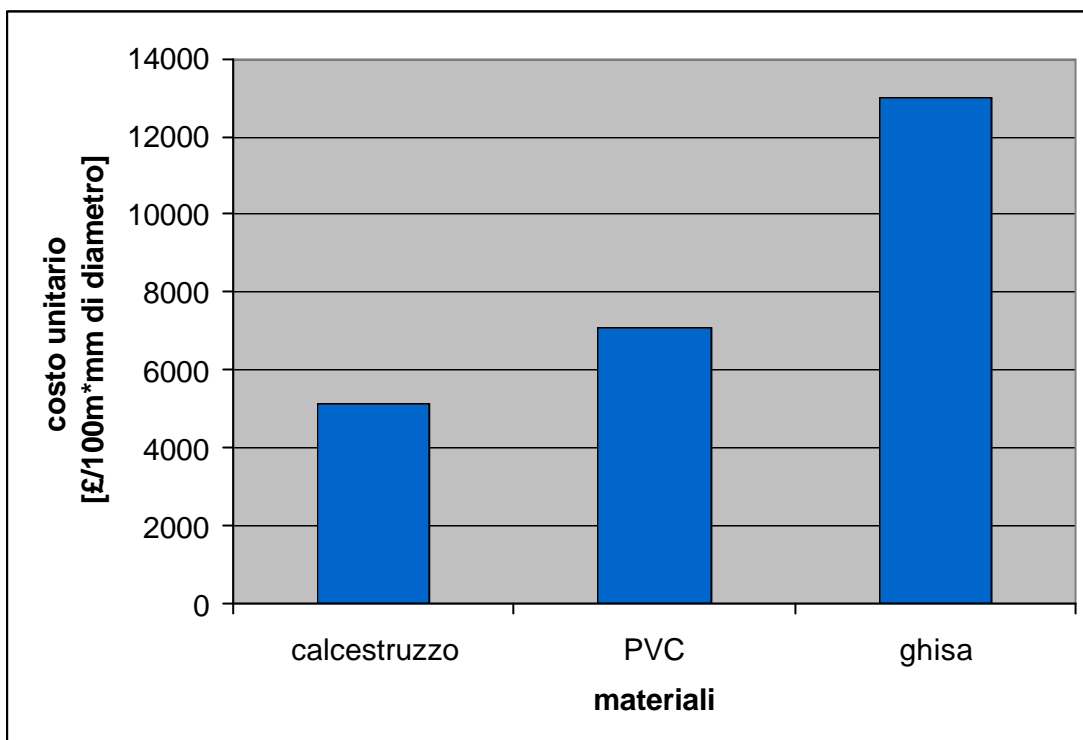


Figura 11.5 - Confronto economico tra diversi materiali.

12) Determinazione del costo complessivo annuo.

Per la valutazione dei diametri utili alle diverse portate, si è ritenuto sufficiente, per comodità di calcolo e visto lo scopo del lavoro, riportare i diametri delle condotte agli abitanti equivalenti servibili in funzione di definite portate per abitante e pendenze medie.

In riferimento ad un valore della dotazione media idrica procapite pari a 250 l/ab·d, e assumendo un coefficiente di afflusso in fogna pari a 0,8, si può assumere che la portata di tempo secco sia pari a circa $Q_s=200$ l/ab·d.

I valori del coefficiente di punta considerati hanno fatto riferimento alla seguente relazione:

$$K_{max,h} = 5,00 - 0,54 \ln(P/1000)$$

dove:

- $K_{max,h}$ = coefficiente di punta orario massimo;
- P = popolazione servita dal collettore.

Pertanto il valore della portata sulla base della quale è stato proporzionato il diametro del collettore a servizio di una comunità di N abitanti equivalenti è dato dalla relazione:

$$Q_p = K_{max,h} Q_s N$$

Per la pendenza della canalizzazione si è assunto il valore medio del 5‰ ($p = 0,005$).

Fissata la pendenza del canale, il parametro di scabrezza, la forma (circolare) e la dimensione (diametro) del canale, è stata effettuata la verifica della sezione con l'ausilio della scala delle portate in condizioni di moto uniforme determinata con l'ausilio della relazione di Gauckler-Strickler:

$$V = K_S R_H^{2/3} i^{1/2}$$

dove:

- V [m/s] = velocità del flusso in condotta;
- K_S [m^{1/3} s⁻¹] = parametro di scabrezza di Gauckler – Strickler (assunto pari a 90 m^{1/3}s⁻¹);
- R_H [m]= raggio idraulico dello speco = rapporto tra la sezione piena della condotta e il contorno bagnato;
- i = pendenza del collettore (assunta pari a 0,005).

La verifica è stata effettuata con un grado di riempimento massimo h/D pari a 0,8 ed un range di velocità ammissibili compreso fra 0,5 m/s e 3 m/s.

Sulla base di tali considerazioni è stata predisposta la tabella 3.19 nella quale è riportato il diametro del collettore per comunità con numero di abitanti equivalenti variabili.

Numero di abitanti	Fino a 5.000	10.000	20.000	30.000	50.000	100.000	150.000	200.000	Oltre 200.000
Diametro [mm]	400	500	600	600	700	700	800	900	1000

Tabella 12.1 - Diametro della condotta in funzione del numero di abitanti equivalenti.

Stabilita la dipendenza del diametro del collettore dal numero di abitanti equivalenti da servire, è risultato più semplice risalire ad un'espressione del costo che sia solo funzione di questo parametro. Sulla base delle tabelle 3.14 e 3.19 è stata predisposta la tabella 3.20, nella quale sono riportati i coefficienti moltiplicativi del costo di impianto base di un collettore in calcestruzzo del diametro di 600 mm e posto in opera in roccia lapidea tenera, in funzione degli abitanti equivalenti serviti.

Abitanti equivalenti	Tipo di terreno		
	<i>roccia sciolta</i>	<i>roccia lapidea tenera</i>	<i>roccia lapidea dura</i>
? 5.000	0,452	0,694	1,558
? 10.000	0,641	0,941	2,012
? 30.000	0,700	1,000	2,072
? 100.000	0,759	1,059	2,132
? 150.000	0,819	1,118	2,190
? 200.000	0,935	1,293	2,573
Oltre 200.000	0,994	1,697	2,631

Costo base di impianto: £ 1.689.011 annue per 100 m di condotta in calcestruzzo del diametro di 600 mm e posta in opera in roccia lapidea tenera.

Tabella 12.2 - Coefficienti variazione del costo base di impianto in funzione del tipo di roccia e del numero di abitanti equivalenti.

Lo scopo dello studio in oggetto, l'eterogeneità nella natura del terreno attraversato dai diversi tratti dei collettori consortili e il limitato dettaglio delle informazioni di riferimento ha comportato l'utilizzo dei valori medi dei coefficienti moltiplicativi riportati in tabella 3.20.

Nell'effettuare la media dei coefficienti non si sono, tuttavia, considerati i valori relativi alla roccia lapidea dura per favorire le ipotesi con impianti di tipo consortile e in relazione alle attenzioni possibili sui tracciati in fase di progettazione esecutiva.

In tabella 12.3 si riportano i coefficienti medi di variazione del costo base di impianto in funzione del numero di abitanti equivalenti.

Abitanti equivalenti	Coefficiente di variazione del costo base di impianto del collettore
? 5.000	0,573
? 10.000	0,791
? 30.000	0,850
? 100.000	0,909
? 150.000	0,969
? 200.000	1,114
Oltre 200.000	1,346

Tabella 12.3 - Coefficiente variazione del costo base di impianto in funzione del numero di abitanti equivalenti.

Al costo di impianto così determinato, è stato aggiunto il costo per la gestione della rete dei collettori. Tale costo è comprensivo delle spese di manutenzione ed espurghi ed è dipendente solo dal diametro della tubazione. Assunto il costo base riferito a condotte con diametro di 400 mm si determinano, anche in questo caso, dei coefficienti moltiplicativi del costo base di impianto in funzione del numero di abitanti equivalenti serviti (tabella 12.4).

Abitanti equivalenti	Coefficiente moltiplicativo del costo base
? 5.000	1
? 10.000	1,1
? 30.000	1,1
? 100.000	1,1
? 150.000	1,1
? 200.000	1,1
Oltre 200.000	1,1

Costo base di gestione: £ 550.000 per 100 m di condotta in calcestruzzo del diametro di 400 mm.

Tabella 12.4 - Coefficienti variazione del costo base di gestione in funzione del numero di abitanti equivalenti.

Sulla base delle considerazioni esposte si esprime il costo totale annuo per 100 metri di collettore attraverso la relazione:

$$C_c = (C'_b \cdot K'(N_{a.e.}, R) + C''_b \cdot K''(N_{a.e.})) \cdot L$$

dove:

- C_c [£/anno x 100 m] = costo annuo complessivo del collettore;
- C'_b [£/anno x 100 m] = costo base di impianto (quota di ammortamento);
- C''_b [£/anno x 100 m] = costo base di gestione;
- K' = coefficiente di variazione del costo base di impianto;
- K'' = coefficiente di variazione del costo base di gestione;
- R = tipo di roccia attraversata;
- $N_{a.e.}$ = numero di abitanti equivalenti a servizio del collettore;
- L [m] = lunghezza del collettore.