

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI
«FEDERICO II»



SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE
E IL TERRITORIO

TESI DI LAUREA TRIENNALE

**PROCEDURE DI PRESSURE MANAGEMENT PER LE
RETI DI DISTRIBUZIONE IDRICA: UN CASO DI STUDIO**

RELATORE

Ch.mo Prof. Maurizio Giugni

CORRELATORE

Ch.mo Prof. Francesco De Paola

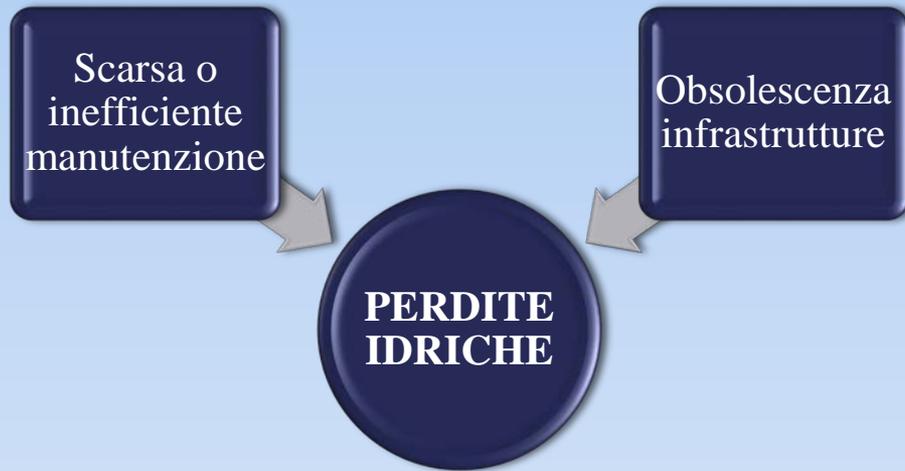
CANDIDATA

Maria Alfano

N49000658

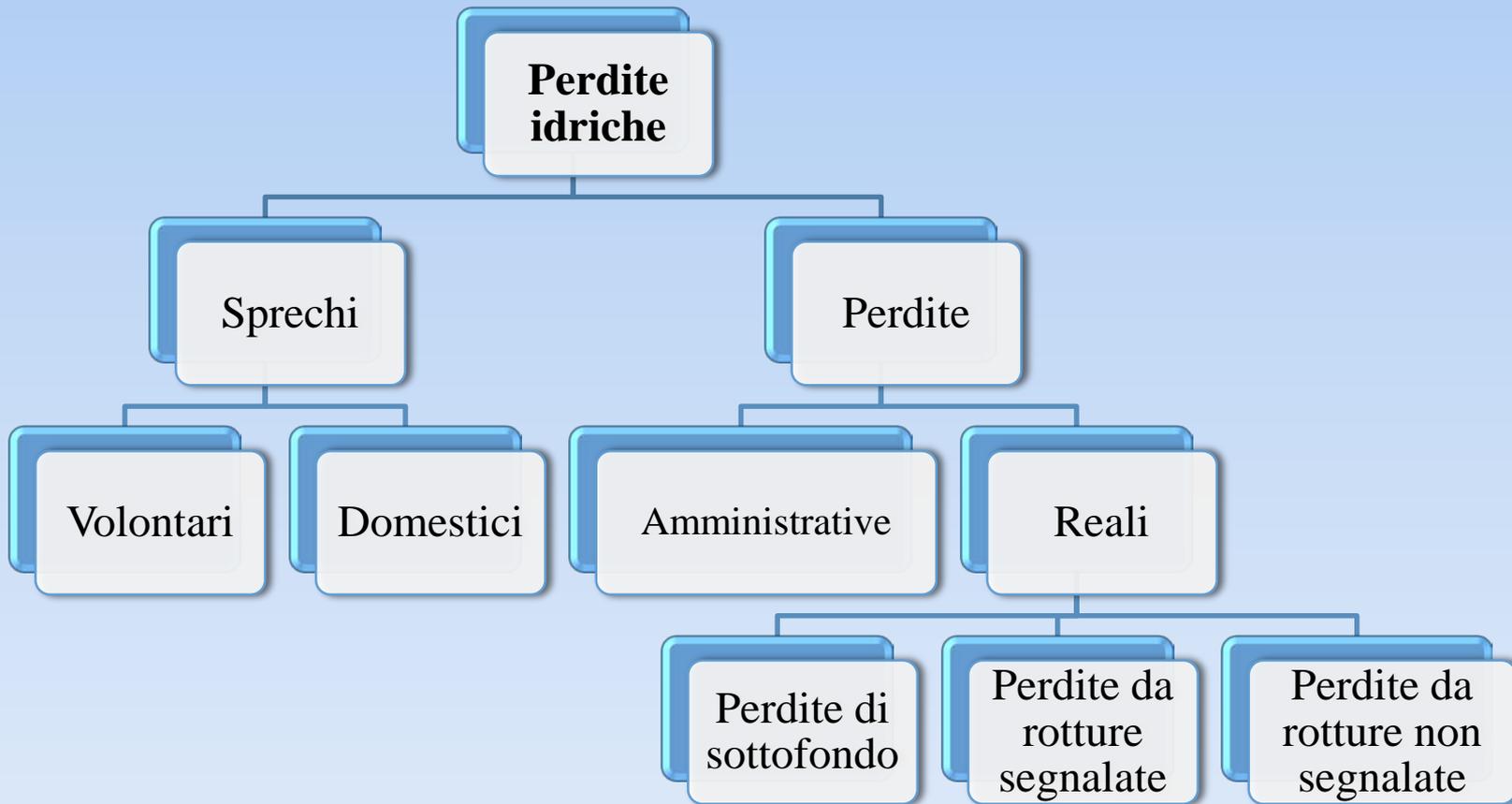
ANNO ACCADEMICO 2017/2018

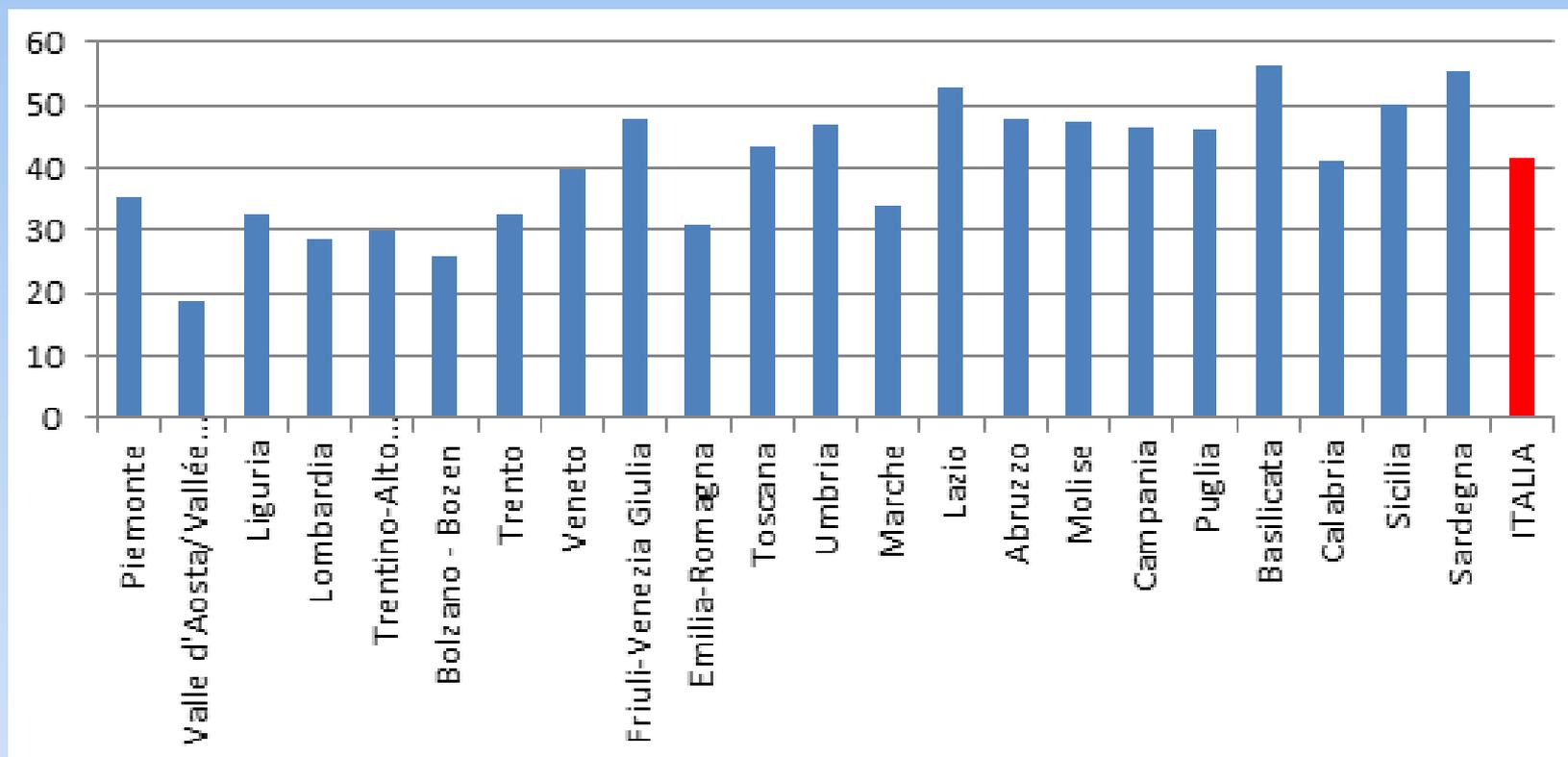
INQUADRAMENTO DEL PROBLEMA



Perdite idriche all'interno dei sistemi acquedottistici gestite tramite pressure management effettuate con valvole di regolazione della pressione

TIPOLOGIE DI PERDITE IDRICHE





LA SITUAZIONE ITALIANA

Perdite idriche dalle reti di distribuzione dell'acqua potabile per regione - Anno 2015
(percentuali sul volume immesso in rete)

Volume immesso nelle reti idriche: 8,3 miliardi di m³

Volume perso: 41,4% pari a 3,2 miliardi di m³

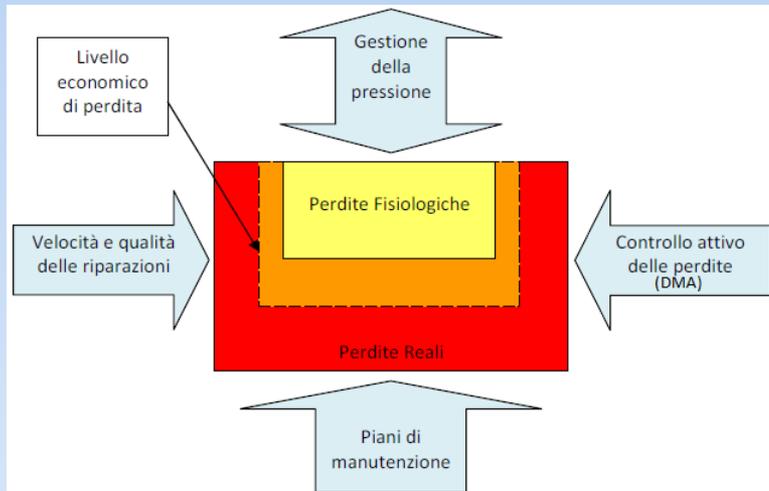
BILANCIO IDRICO

VOLUME IDRICO IMMESSO IN RETE	CONSUMO AUTORIZZATO	FATTURATO	MISURATO	Dalla lettura dei contatori
			NON MISURATO	Es. Contratti a forfait
		NON FATTURATO (Utilizzato dal Gestore)	MISURATO	Utilizzato dal gestore per scopi propri (sfiori, scarichi, lavaggi, prelievi, ecc.) <u>Difficilmente misurato</u>
			NON MISURATO	
	PERDITE IDRICHE	PERDITE APPARENTI	ERRORI DI MISURAZIONE	Errori nel misurare il volume impresso in rete o i consumi dell'utenza
			CONSUMO NON AUTORIZZATO	Furti sulla rete (Allacciamenti abusivi)
		PERDITE REALI o FISICHE	PERDITE DI SOTTOFONDO	Volumi modesti
			PERDITE DA ROTTURE SEGNALATE	Volumi notevoli (evidenti all'esterno)
			PERDITE DA ROTTURE NON SEGNALATE	Volumi notevoli (non evidenti all'esterno)

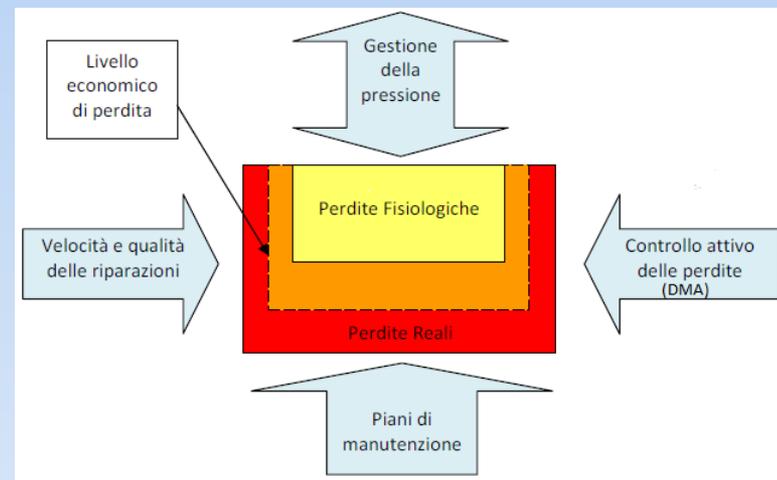
BILANCIO IDRICO DI UN SISTEMA ACQUEDOTTISTICO E CLASSIFICAZIONE DELLE PERDITE (IWA)

CONTROLLO DELLE PERDITE IDRICHE

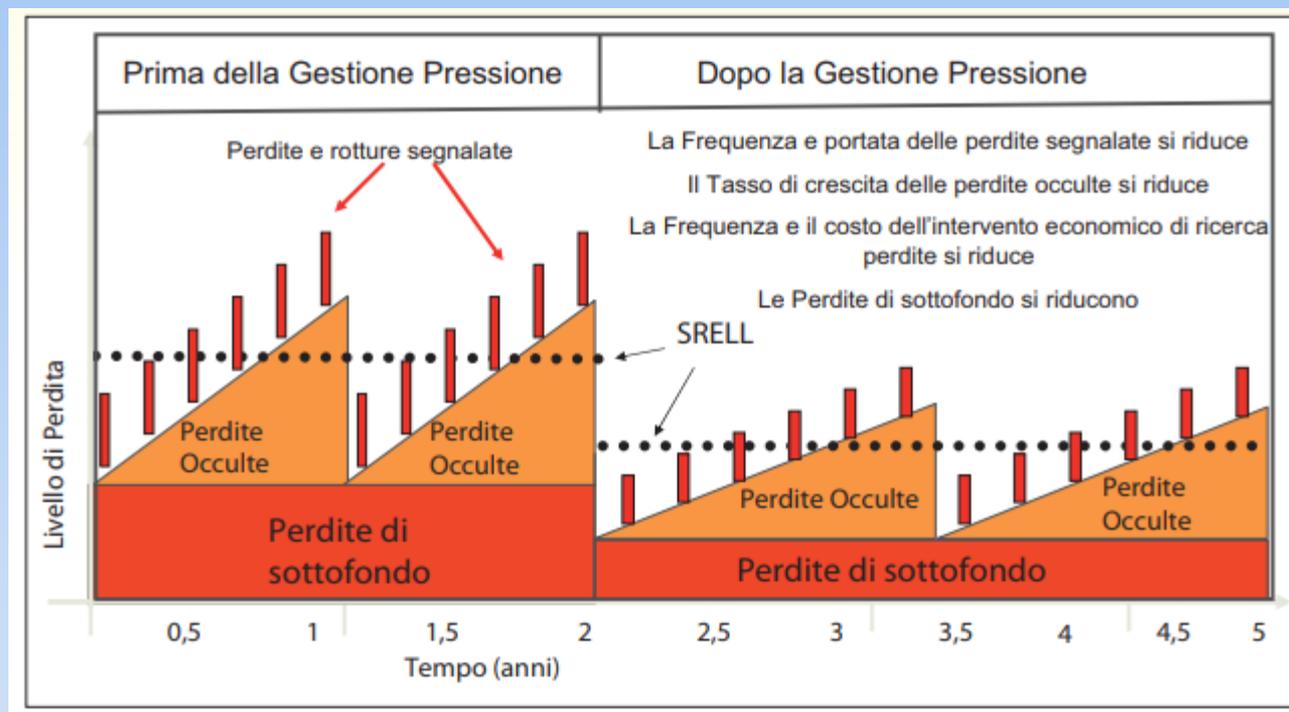
Situazione iniziale



Effetto dei metodi di gestione



GESTIONE DELLA PRESSIONE



Influenza della gestione della pressione sulle componenti BABE delle perdite reali. Fantozzi&Lambert (2007)

RELAZIONE TRA PERDITE IDRICHE E PRESSIONE

$$Q = c \times P^\alpha$$

VALVOLE DI REGOLAZIONE DELLA PRESSIONE

Le PRVs mantengono entro limiti di sicurezza desiderati la pressione all'interno delle condotte. L'implementazione di un siffatto sistema di controllo delle pressioni può condurre ad una riduzione significativa delle perdite in particolare se viene adottata un'efficace strategia di localizzazione delle valvole e di ottimizzazione della regolazione delle stesse. Possono, dunque, essere considerati due problemi distinti:

- la determinazione della localizzazione ottimale delle valvole;
- l'individuazione della regolazione ottimale delle valvole precedentemente localizzate.



HARMONY SEARCH

STEP 1: INIZIALIZZAZIONE DEI PARAMETRI

$F(x)$: funzione obiettivo

x_i : variabili decisionali (posizione valvole e settaggio)

N : numero di valvole da posizionare

X_i : set dei luoghi candidati per il posizionamento e settaggio di x_i

K : numero dei luoghi candidati e dei possibili settaggi

HMS (numero delle soluzioni vettoriali in HM)

$HMCR$ (HM considering rate)

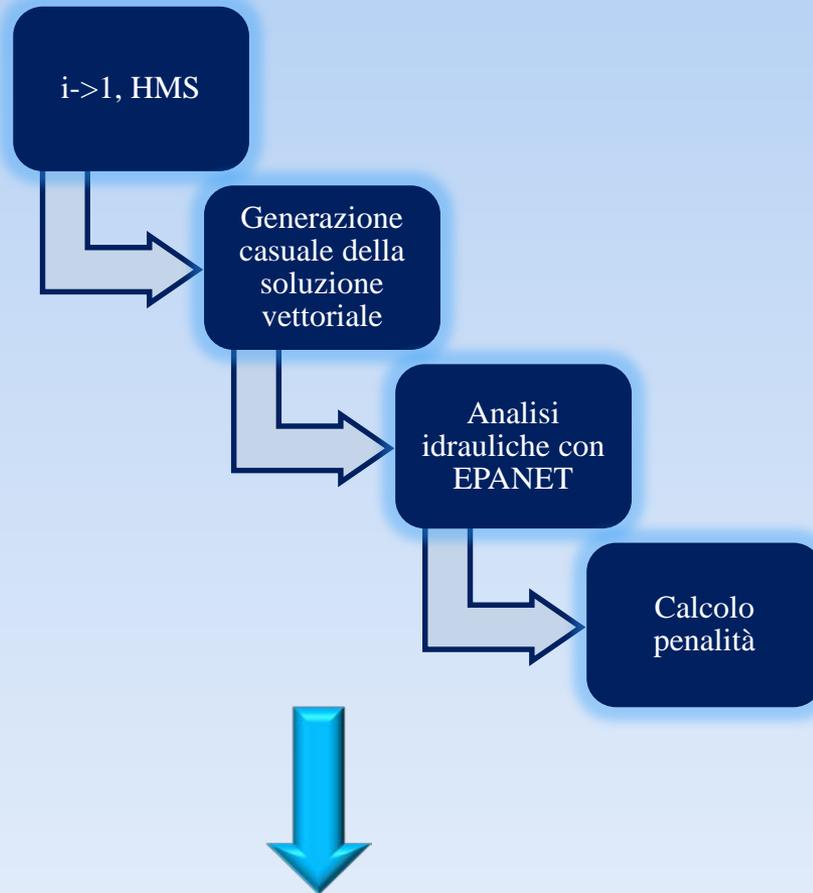
PAR (pitch adjusting rate)

N_i (numero soluzioni vettoriali generate)

$$f(x) = \frac{\sum_{i=1}^{M'} p_i + \sum_{i=1}^{M''} f_p(p_i)}{M \cdot p^{MIN}}$$

$f_p(p_i)$: funzione di penalità

STEP 2: INIZIALIZZARE HM



STEP 3: IMPROVVISAZIONE DI UNA NUOVA ARMONIA

STEP 4: AGGIORNAMENTO HM

Analisi idrauliche per la nuova armonia con EPANET

Calcolo penalità

O.F.

Inclusione della nuova armonia ed esclusione di quella peggiore



STEP 5: VERIFICA CRITERIO D'ARRESTO

Ripetere step 3 e 4

NI

Termine dei calcoli

$i < 1, N$

HMCR

Seleziona la posizione della valvola e il corrispondente settaggio

Genera casualmente la posizione delle valvole e il settaggio corrispondente

PAR

Sceglie una posizione della valvola nell'intorno e ne modifica casualmente il settaggio

Mantiene la posizione della valvola e ne modifica leggermente il settaggio

Il caso studio: la rete di Balerma

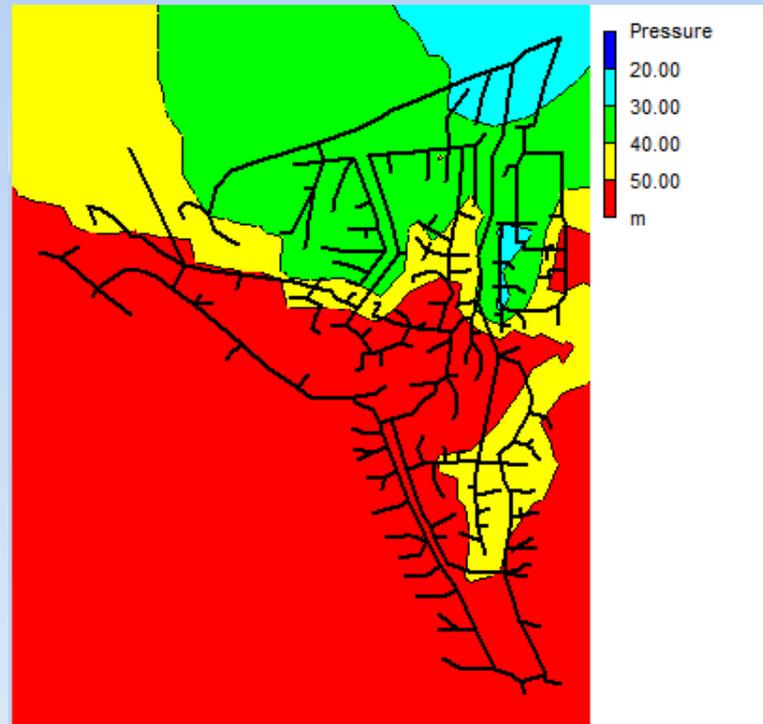


- 443 nodi di domanda
- 4 fonti
- 454 tubazioni in PVC con DN da 125 a 600 mm
- 8 maglie
- $\epsilon=0,0025$ mm
- Pressione minima 20 m
- Numero di valvole definito da un budget di circa 40.000 €

APPLICAZIONI

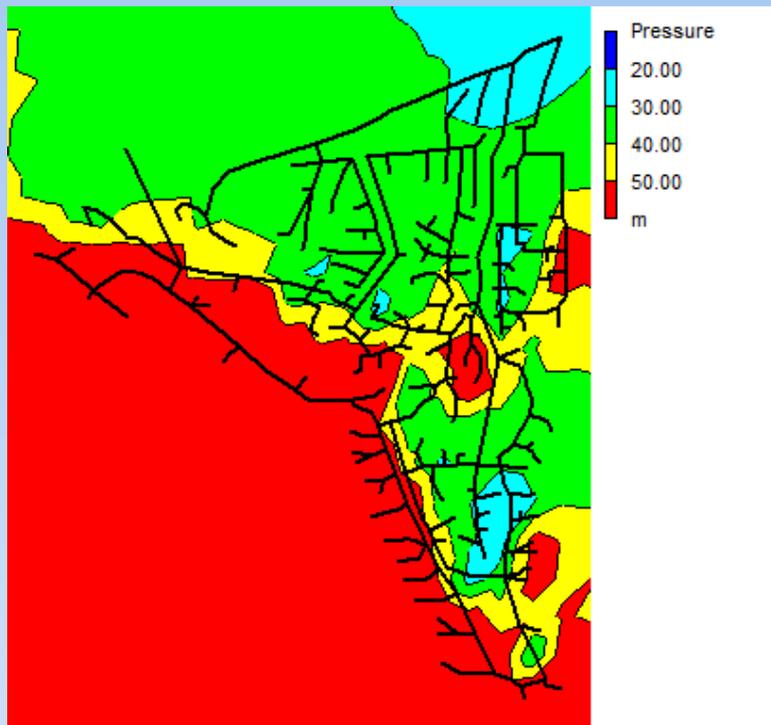
Caso 1:

N. Valvole 0 ; $f(x)=2,60$



Caso 2:

N.Valvole 1 ; $f(x)=2,109$



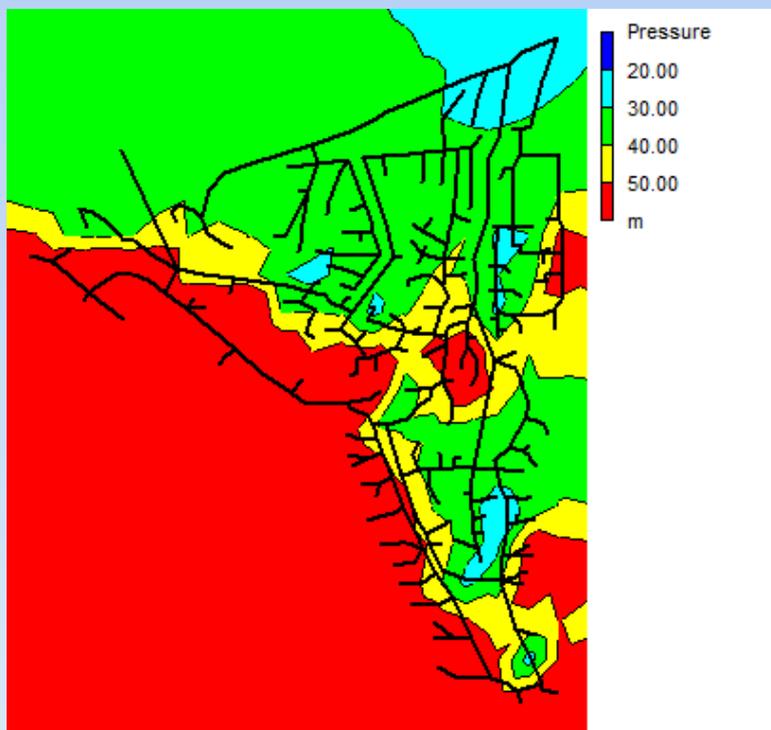
Riduzione stimata delle perdite: 12,5%

Size of Consonance Memory = 30
Consulting Rate of Consonance Memory = .85
Penalty a = 1000
Penalty b = 100000
Maximum iterations = 6000

```
Iter. = 1 , Cost = 2.597452
49.43448 /
428 /
0 /
3.600003 /
Iter. = 10 , Cost = 2.596919
48.47006 /
200 /
0 /
Iter. = 17 , Cost = 2.289271
44.6858 /
243 /
27.69 /
27.89 /
Iter. = 84 , Cost = 2.286633
44.5091 /
243 /
27.89 /
28.08001 /
Iter. = 90 , Cost = 2.286139
44.47634 /
243 /
27.93 /
28.12 /
Iter. = 117 , Cost = 2.276714
43.84827 /
243 /
28.65 /
28.83 /
Iter. = 144 , Cost = 2.276271
43.81834 /
243 /
28.68 /
28.86 /
Iter. = 163 , Cost = 2.269628
43.37531 /
243 /
29.19 /
29.37 /
Iter. = 168 , Cost = 2.266482
43.16617 /
243 /
29.43 /
29.6 /
```

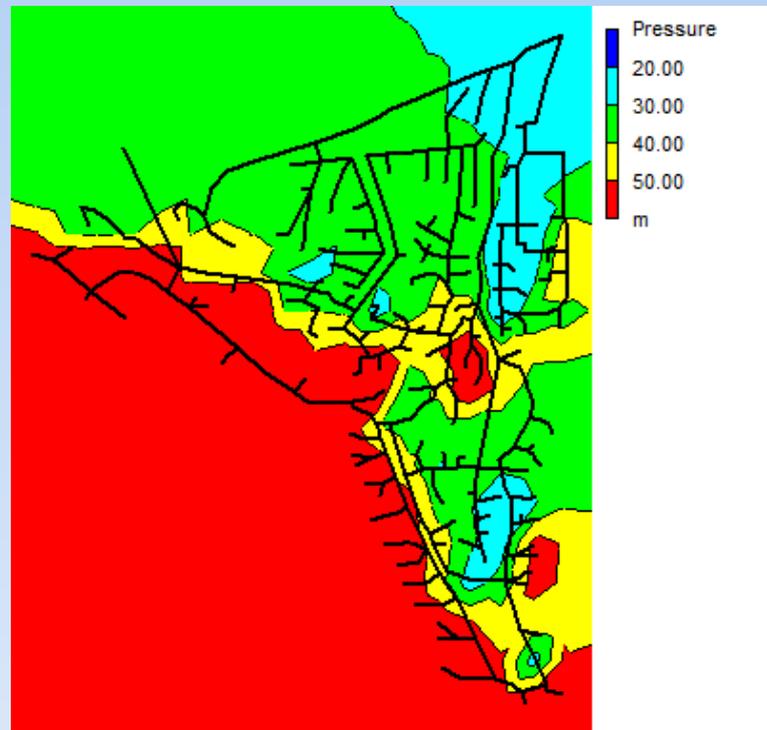
```
Iter. = 5343 , Cost = 2.108918
31.43371 / → Pressione
393 / →
32.04 /
32.17 /
```

Caso 3:
N.Valvole 2 ; $f(x)=2,076$



Riduzione stimata delle perdite: 13,4%

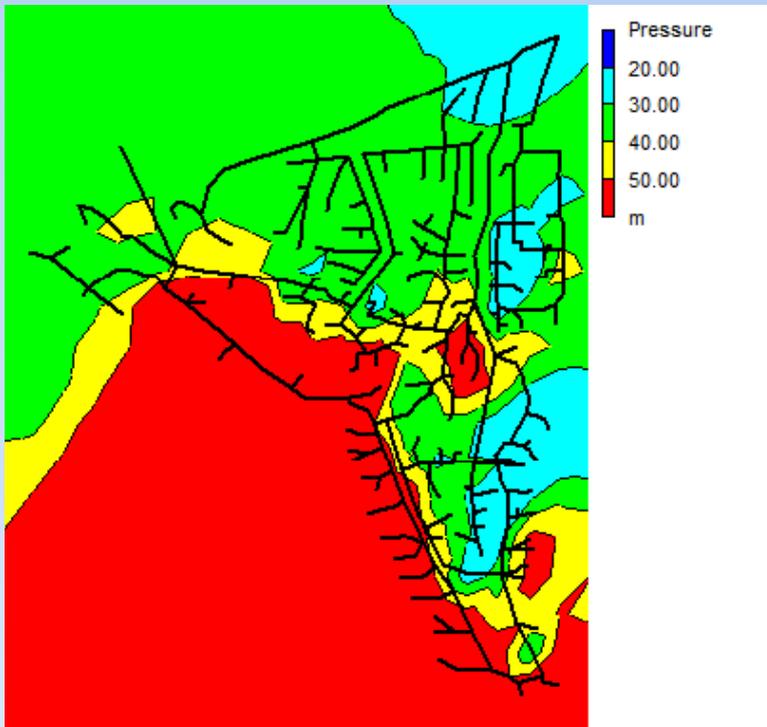
Caso 4:
N. Valvole 3 ; $f(x)= 1,99$



Riduzione stimata delle perdite: 15,6%

Caso 5:

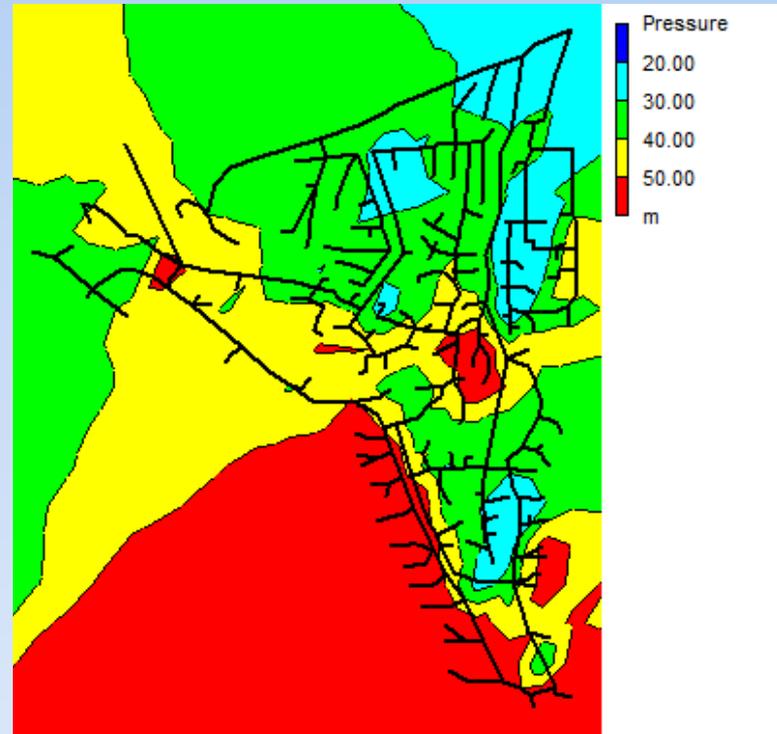
N. Valvole 4 ; $f(x)=1,98$



Riduzione stimata delle perdite: 15,8%

Caso 6:

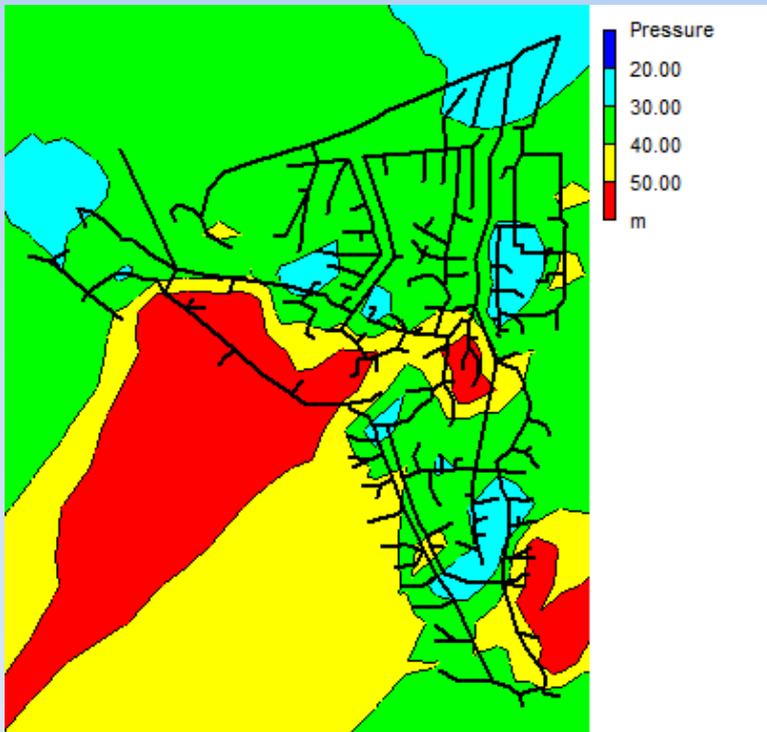
N. Valvole 5 ; $f(x)=1,93$



Riduzione stimata delle perdite: 17,2%

Caso 7:

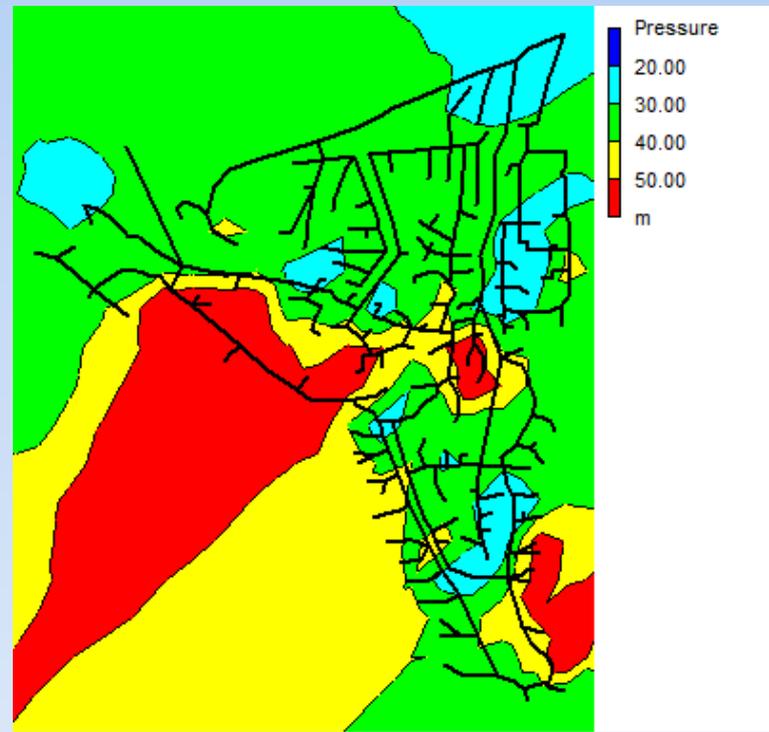
N. Valvole 6 ; $f(x)=1,80$



Riduzione stimata delle perdite: 20,8%

Caso 8:

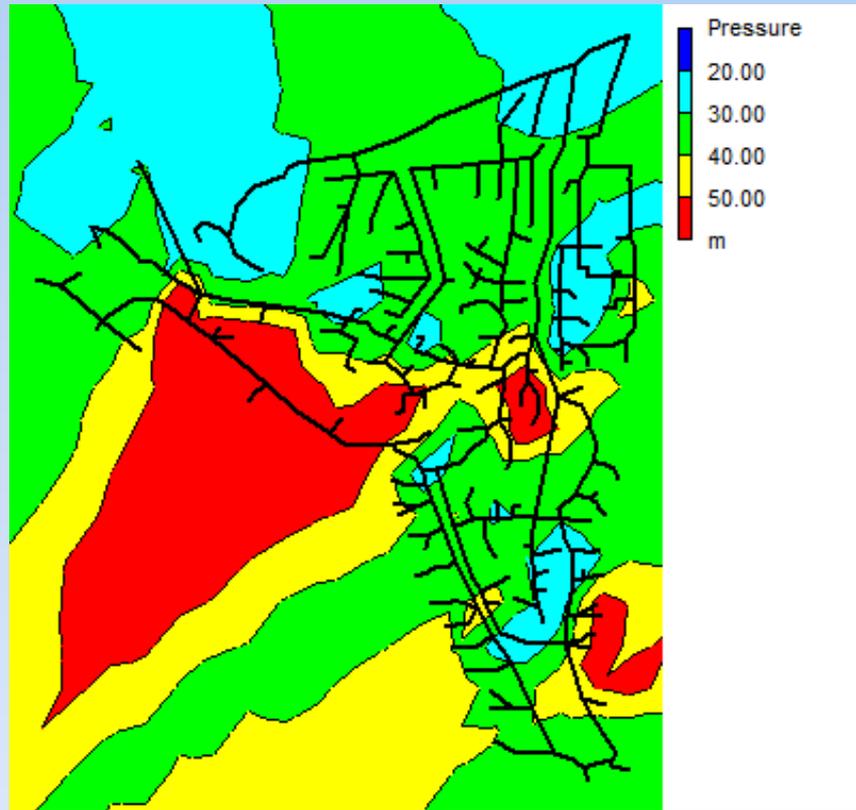
N. Valvole 7 ; $f(x)=1,78$



Riduzione stimata delle perdite: 21,2%

Caso 9:

N.Valvole 8 ; $f(x)=1,77$

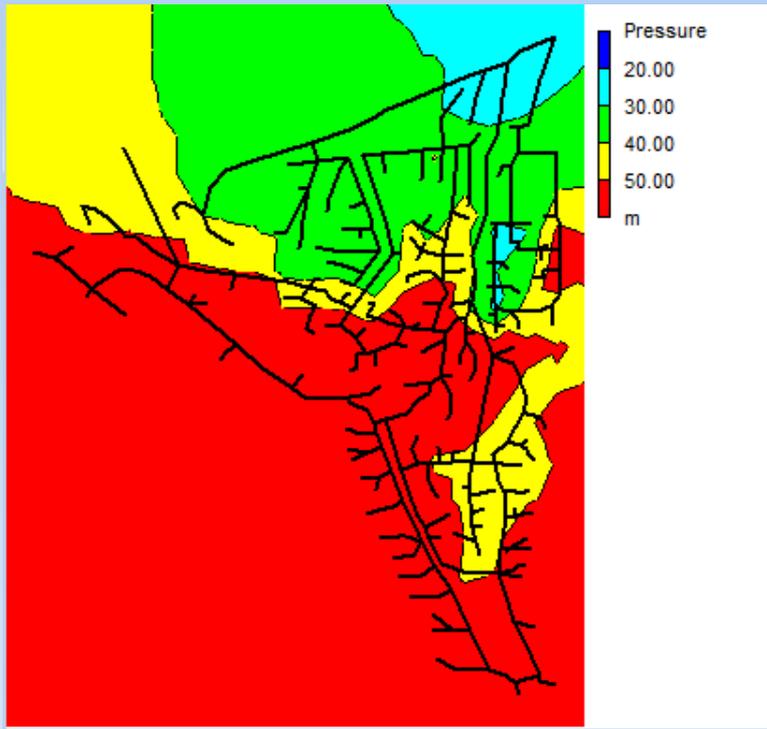


Riduzione stimata delle perdite: 21,8%

CONCLUSIONI

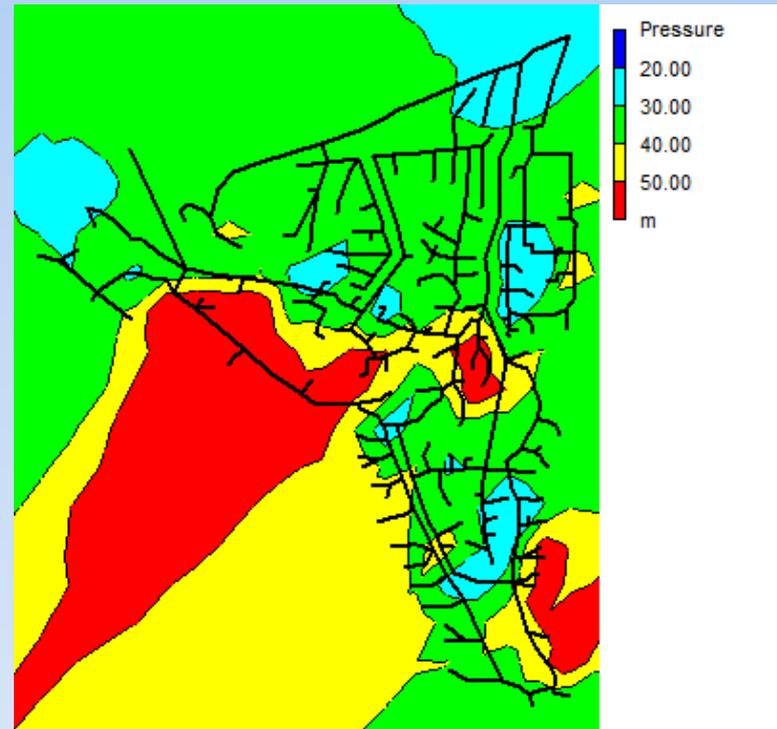
Caso iniziale:

Nessuna valvola ; $f(x)=2,60$

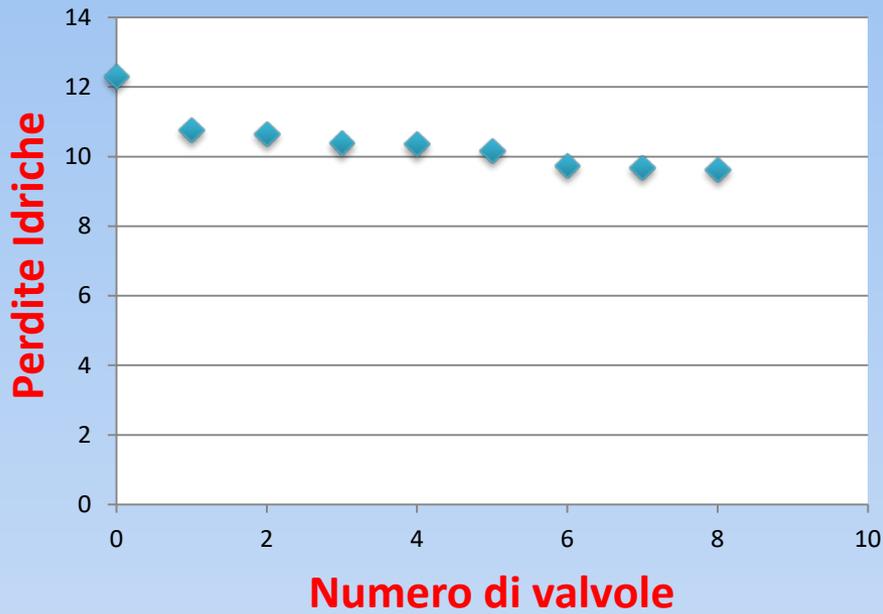


Caso finale:

8 valvole presenti; $f(x)=1,77$



Utilizzo dell'Harmony Search come algoritmo per la ricerca di posizionamento e settaggio ottimale delle valvole di regolazione della pressione



Differenza tra le perdite idriche rilevate nella rete prima e dopo l'introduzione di n valvole

Stima della riduzione delle perdite idriche

$$\frac{Q}{c} = P^{0.635}$$

Numero di valvole	Riduzione perdite in percentuale
1	12.53
2	13.40
3	15.57
4	15.82
5	17.25
6	20.83
7	21.29
8	21.72

Riduzione percentuale delle perdite

**GRAZIE
PER L'ATTENZIONE**