

# Impianti di sollevamento per la gestione delle acque reflue, meteoriche e degli allagamenti

Andrea Mariani



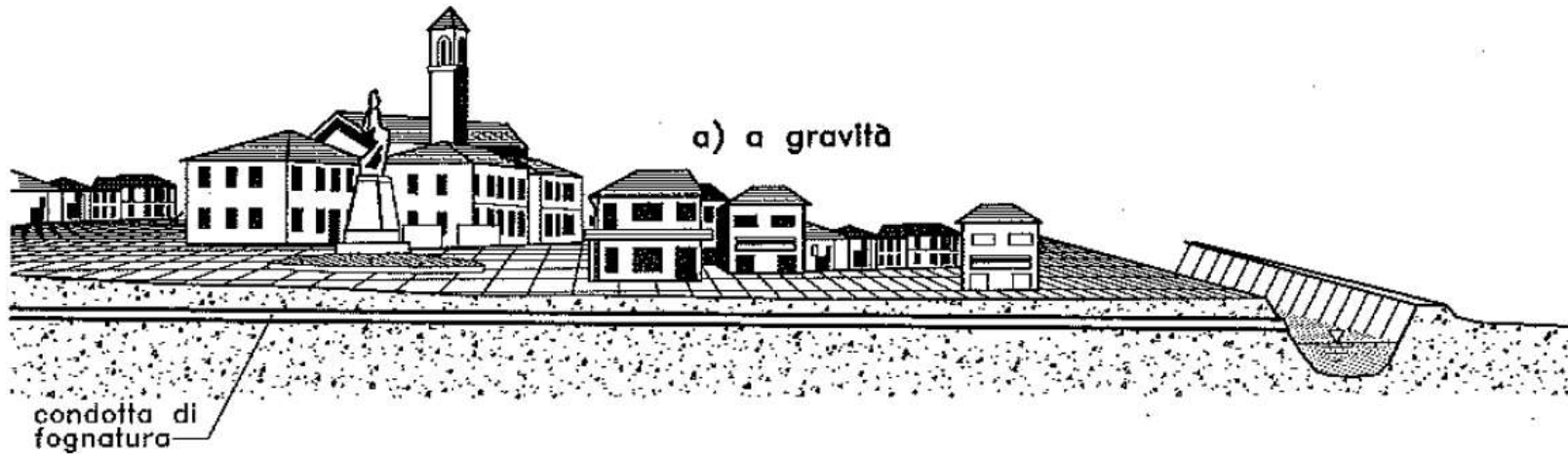
# Il ciclo idrologico



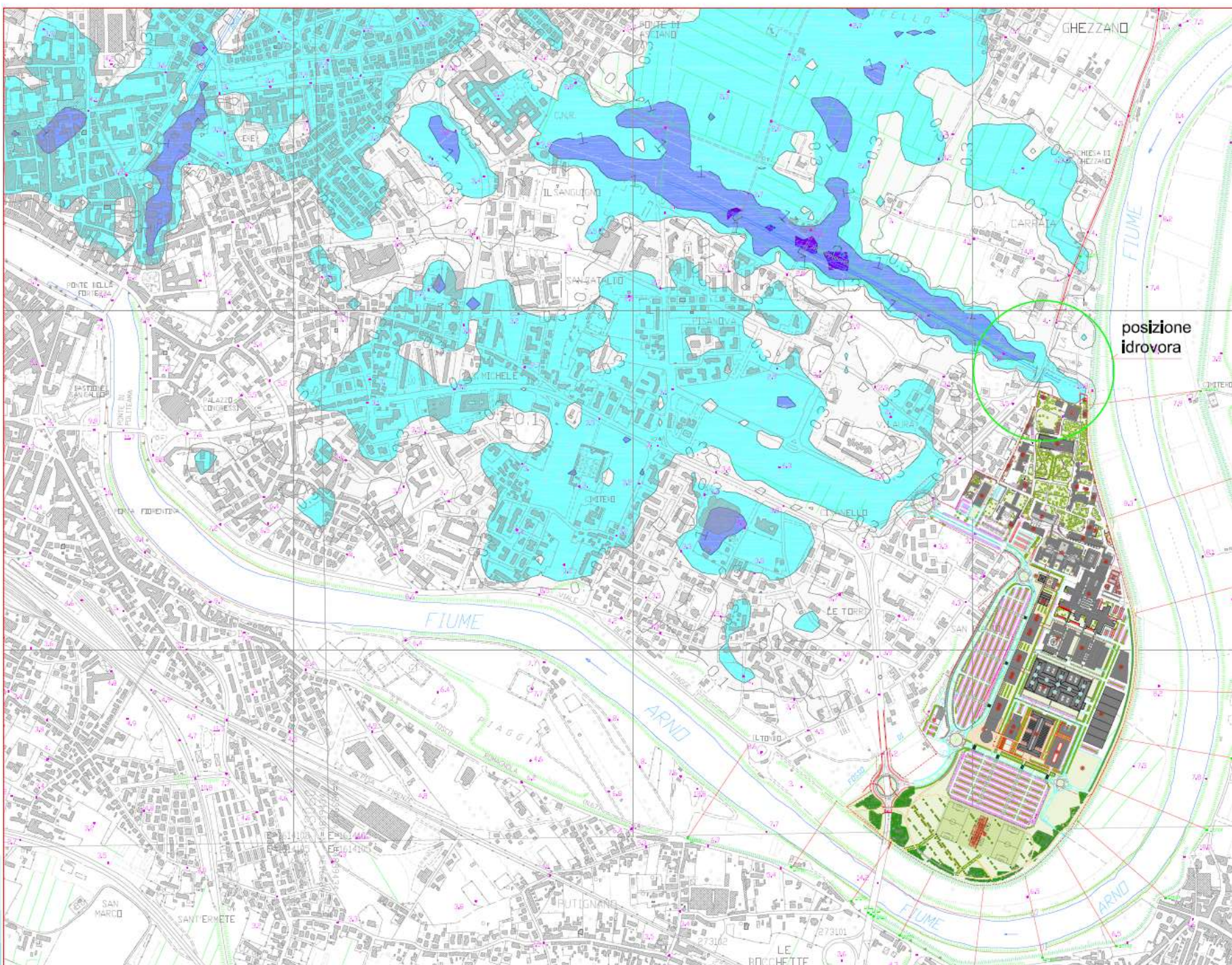
# Il ciclo dell'acqua Oggi



# Fognature a Gravità e sollevamenti Fognari



( da Fognature di Da Deppo – Datei 2009)

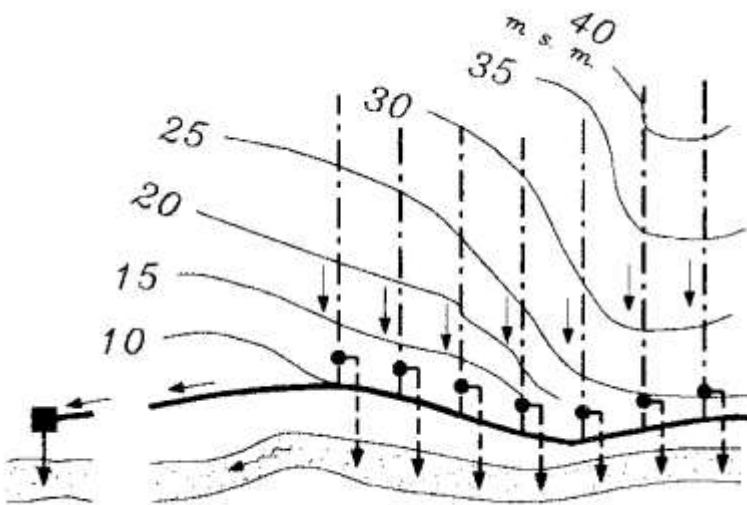


posizione idrovora

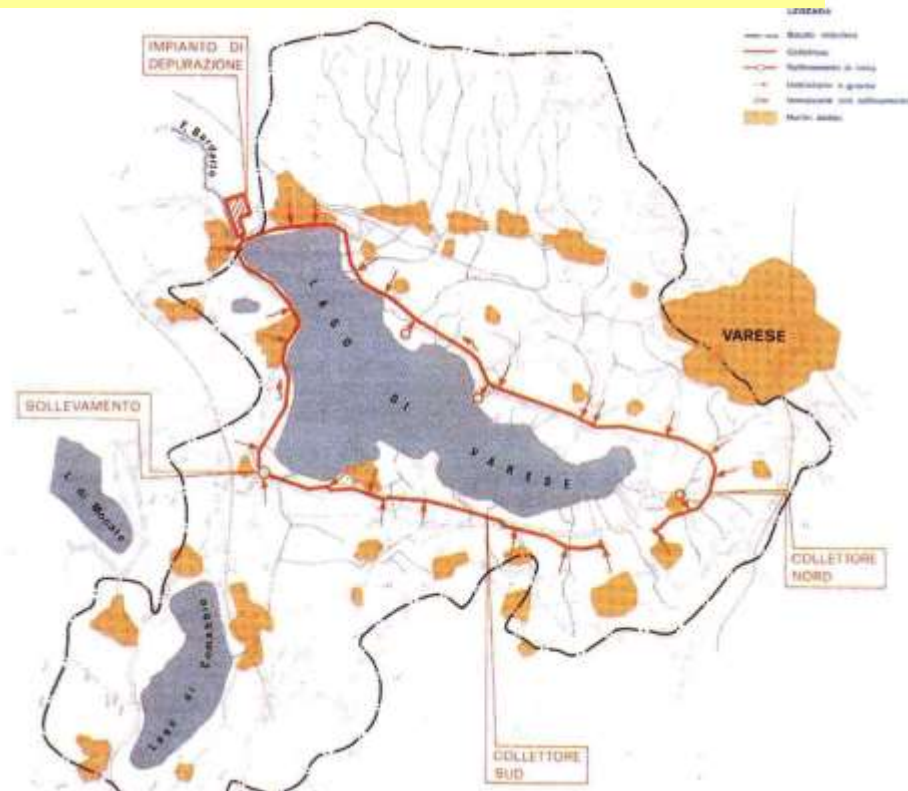
# Elementi che limitano lo scarico a gravità:

- Convogliamento liquami al depuratore
- Scaricatori di piena per le acque meteoriche

## Fasce Costiere

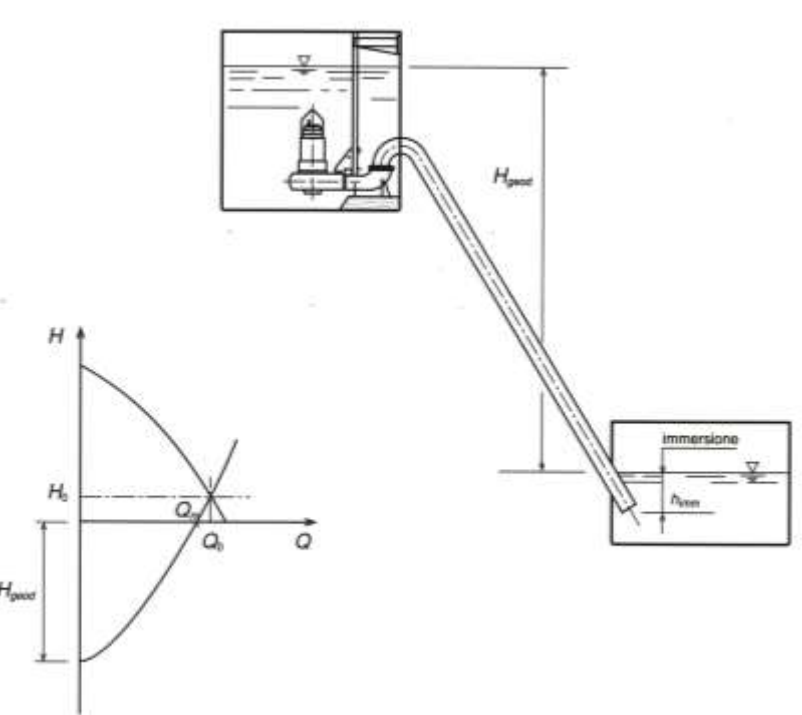


## Condotte circumlacuali



# Elementi che limitano lo scarico a gravità:

- Convogliamento liquami al depuratore
- Meteoricke pompate in condotta sottomarina



Fasce Costiere



# Elementi che limitano lo scarico a gravità:

- Convogliamento liquami al depuratore
- Vasche di prima pioggia e di laminazione

Prime piogge 14.000m<sup>3</sup>

Laminazione 25.000m<sup>3</sup>

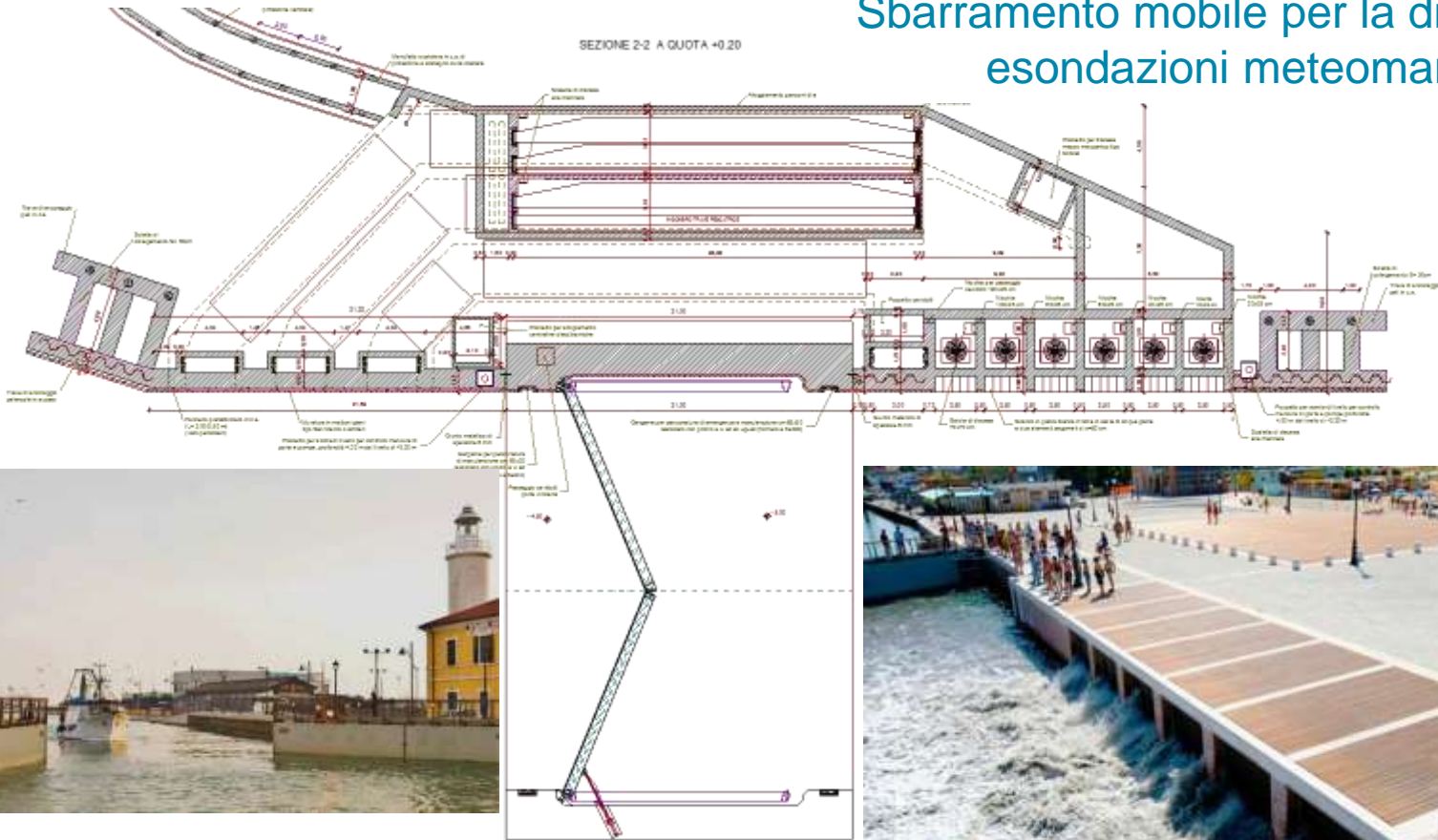
Pompaggio 12 m<sup>3</sup>/sec

Fasce Costiere



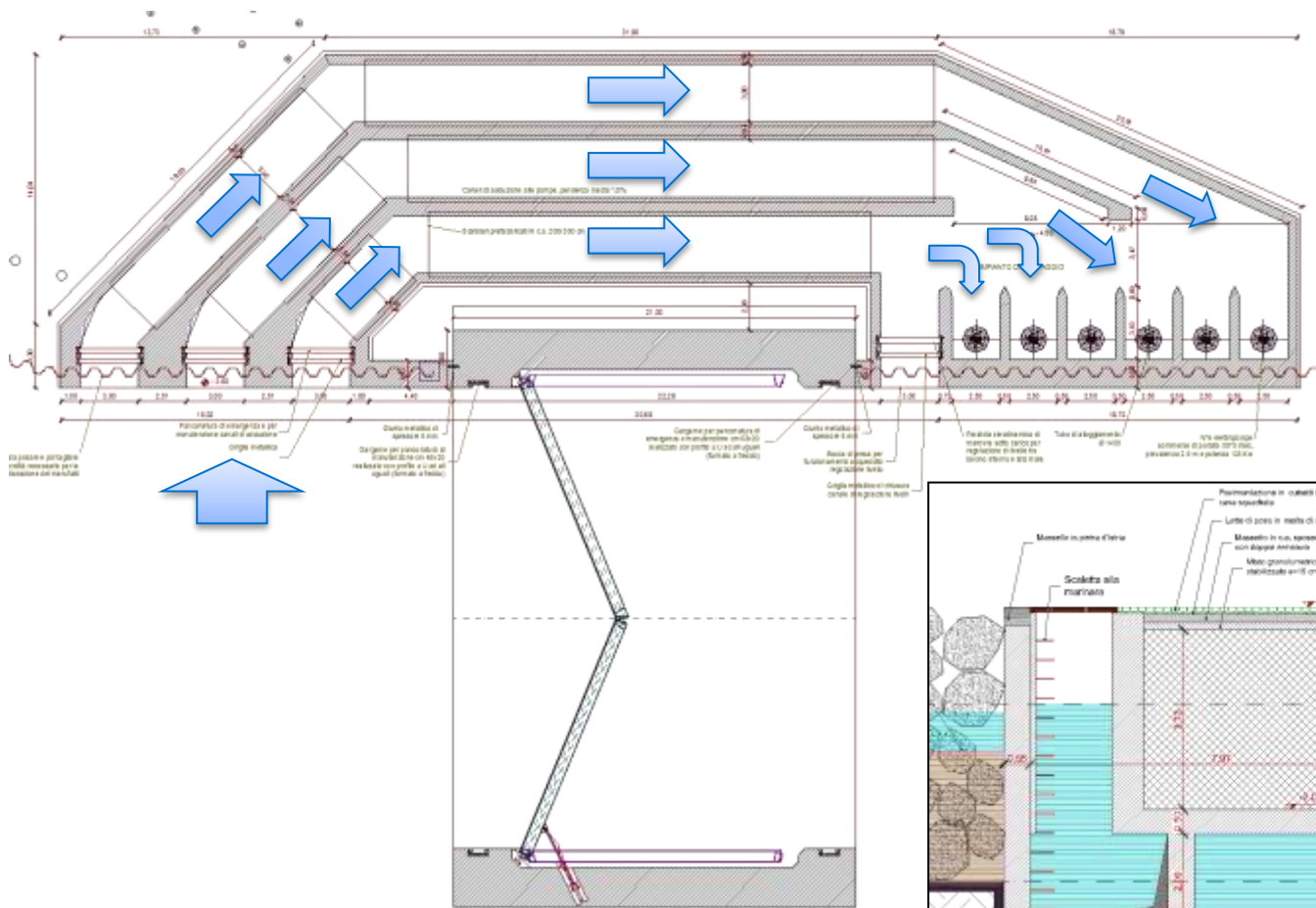
# Impianto Porte Vinciane Cesenatico

Sbarramento mobile per la difesa dalle esondazioni meteomarine



Impianto realizzato cercando di ottimizzare al massimo il sistema di sbarramento e pompaggio, cercando di rispettare i numerosi vincoli ambientali e burocratici esistenti per l'area.

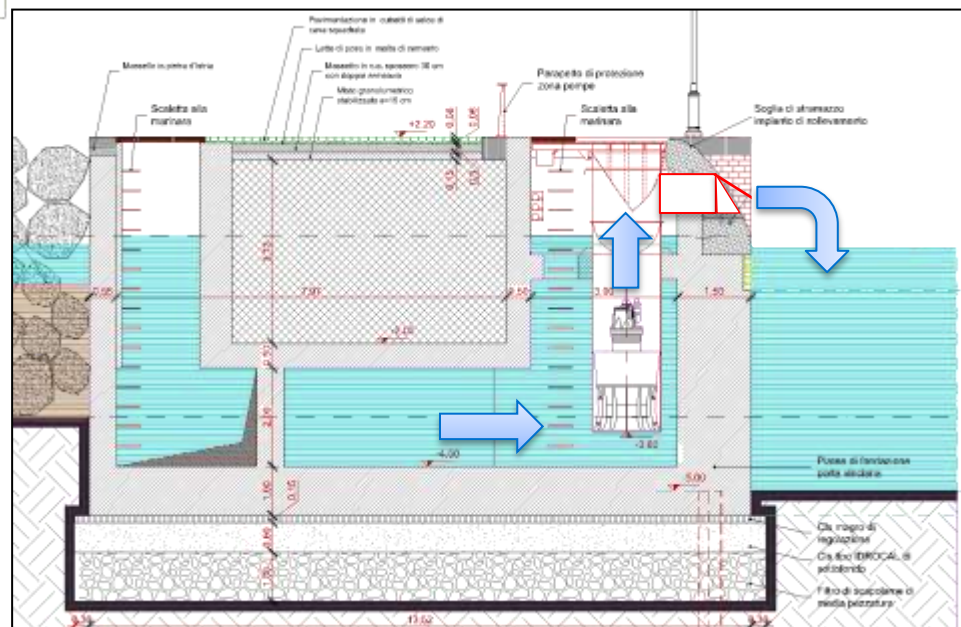
# Impianto Porte Vinciane Cesenatico



PL 7115/835 da 125 kW  
Portata cad pompa ~3000 l/s



Il funzionamento saltuario, genera una richiesta di manutenzione per la grande presenza di sabbia e detriti all'interno dei canali di afflusso data l'impossibilità di inserire uno sgrigliatore in entrata

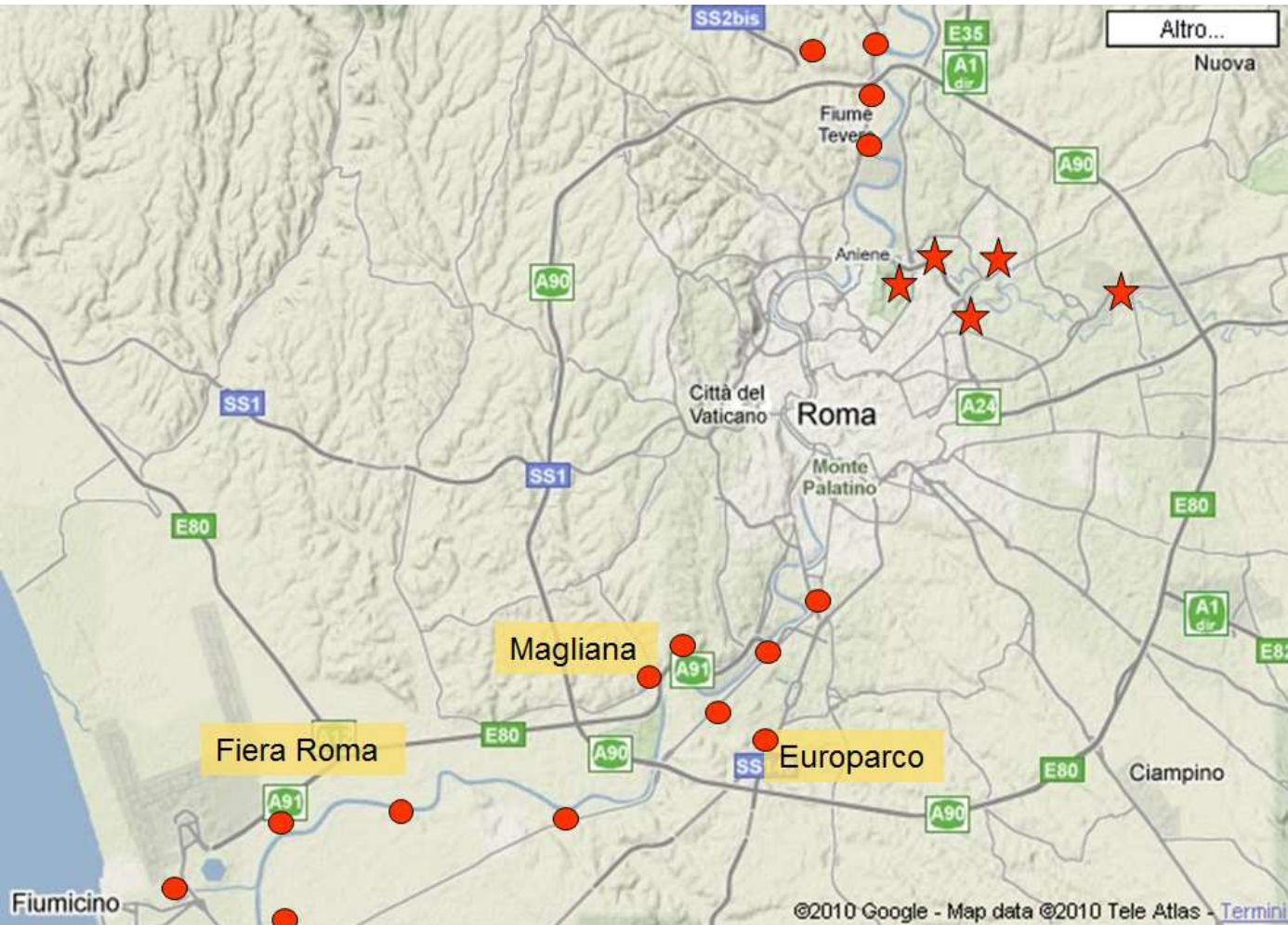


# Corsi d'acqua con variazioni di livello importanti



# Elementi che limitano lo scarico a gravità:

- Corsi d'acqua con variazioni di livello importanti



Impianti di Sollevamento

● Tevere

★ Aniene

# Logiche di funzionamento sollevamento Magliana

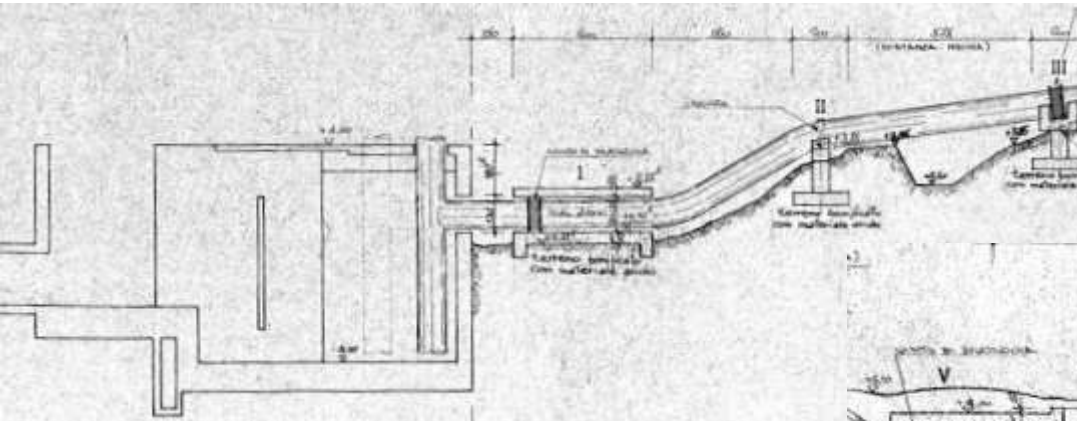
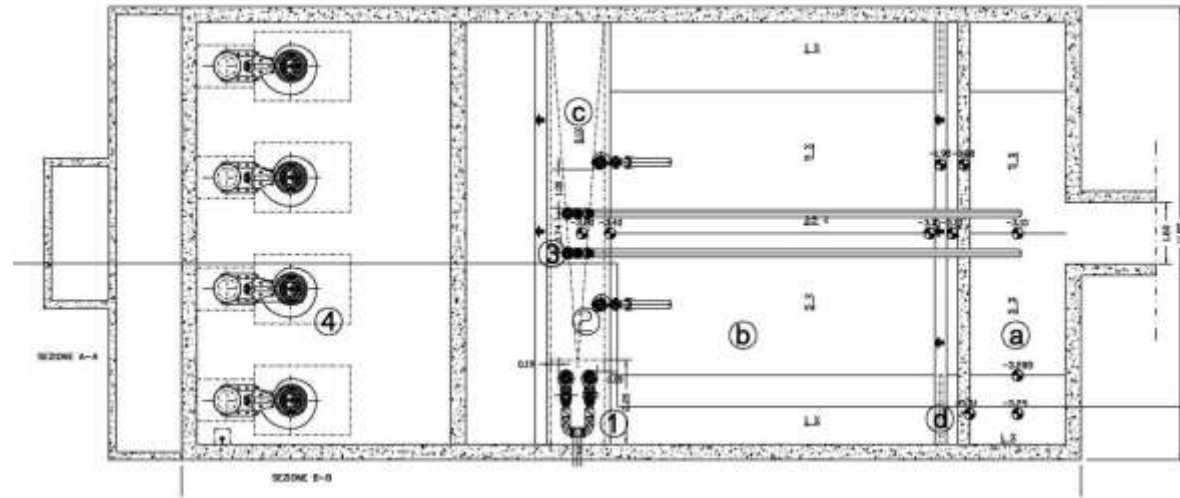


- Acque nere pompate al depuratore attraverso il ponte canale
- Basso livello Tevere – acque meteoriche scaricate per gravità
- Innalzamento livello del fiume – chiusura delle paratoie per evitare reflussi nella rete fognaria
- Evento meteorico concomitante ad alto livello del Tevere: pompaggio a fiume

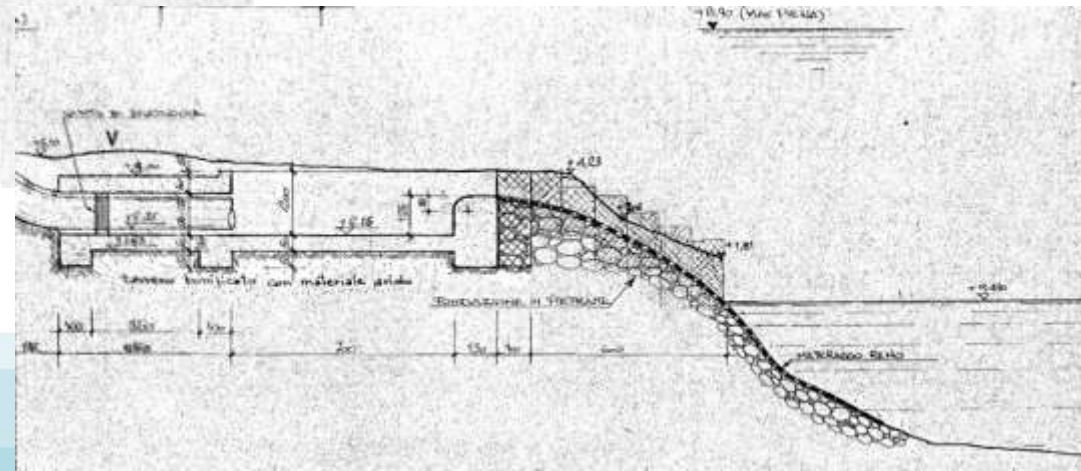
# Nuova Fiera di Roma

Impianto Nord

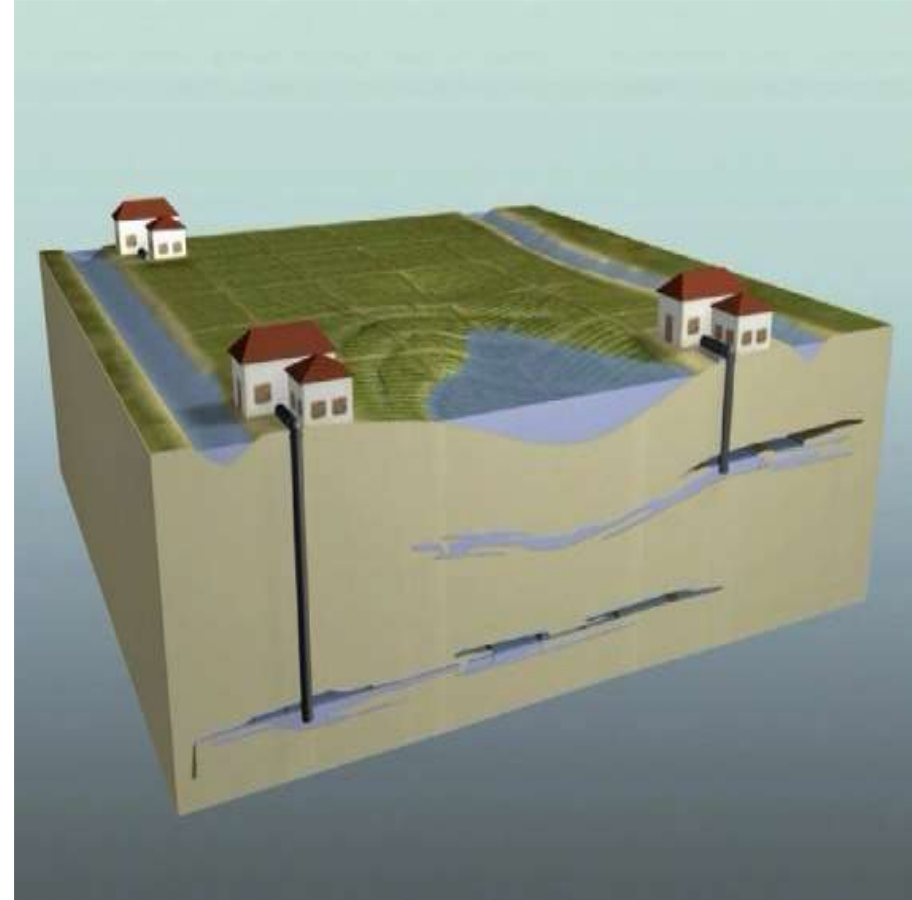
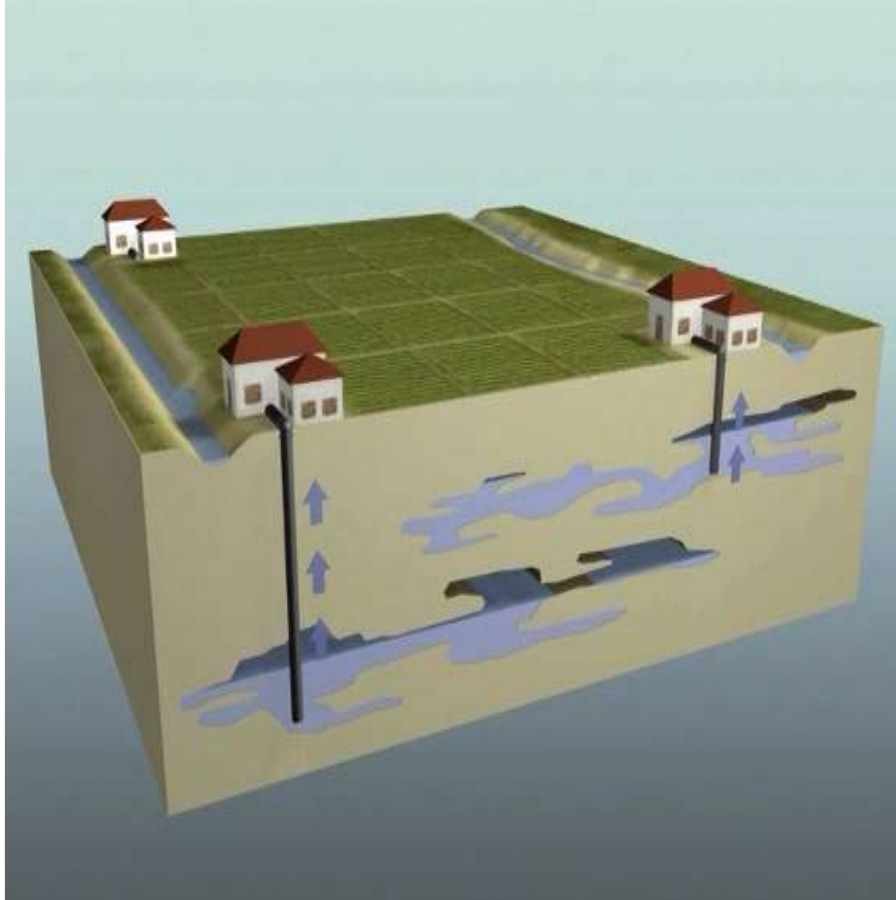
Sollevamento e  
vasche di prima  
pioggia



Impianto Idroforo Sud



# CRITICITA' DEL TERRITORIO: LA SUBSIDENZA



**Effetti: abbassamento suolo – formazione depressioni**

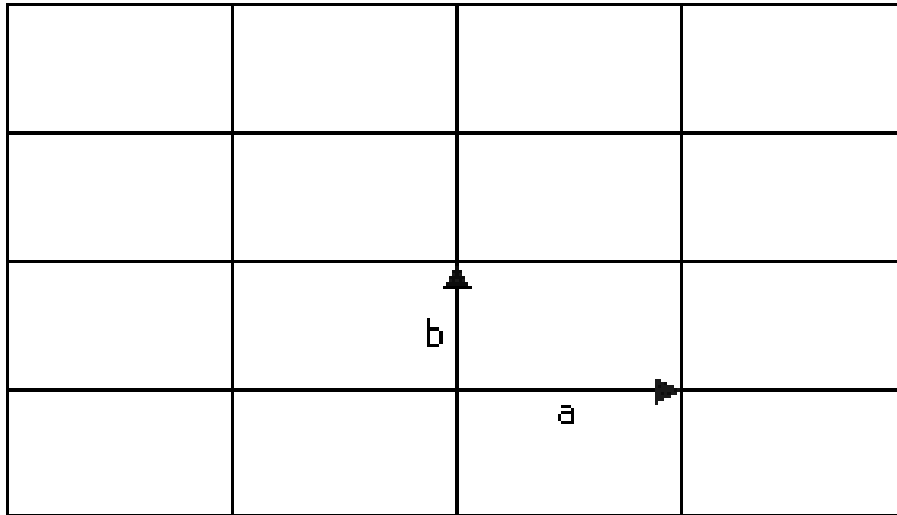
**Diffusi allagamenti durante le piogge L'acqua non arriva all'impianto idrovoro esistente**

# Zone ad alto tasso di urbanizzazione



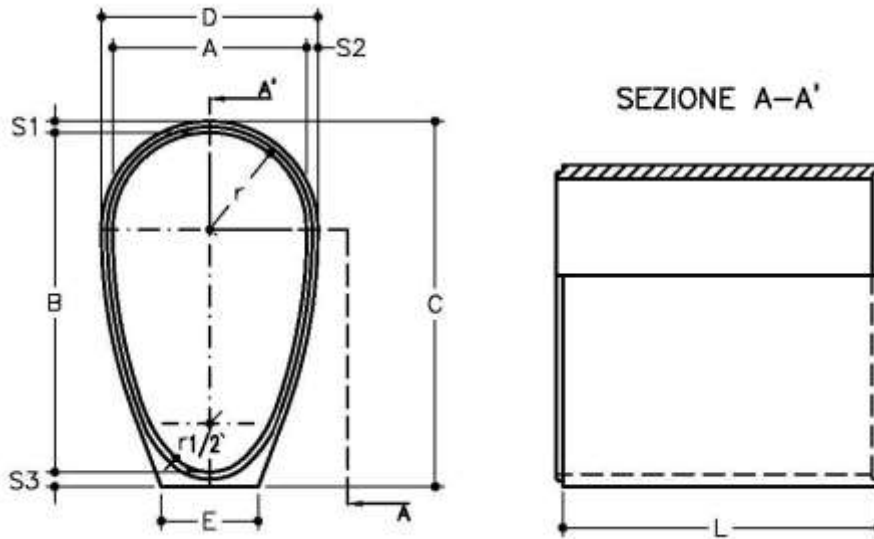


# Reticolo fognario interdipendente



Accumulo nella rete:

- Rete a maglie interconnesse
- Tubazioni sovrastimate



Rete di SILVI

Saline (CBC)

Silo 2

Saline 1

Via Aldo Moro

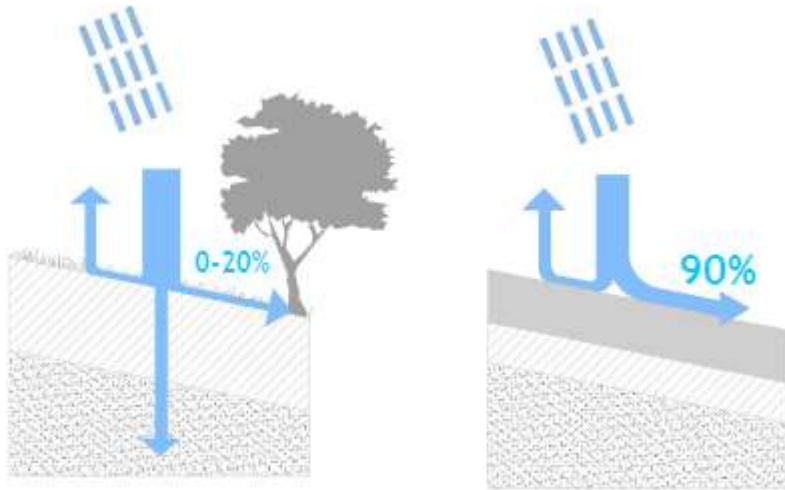
Saline (CBC)

Collettore di Pescara

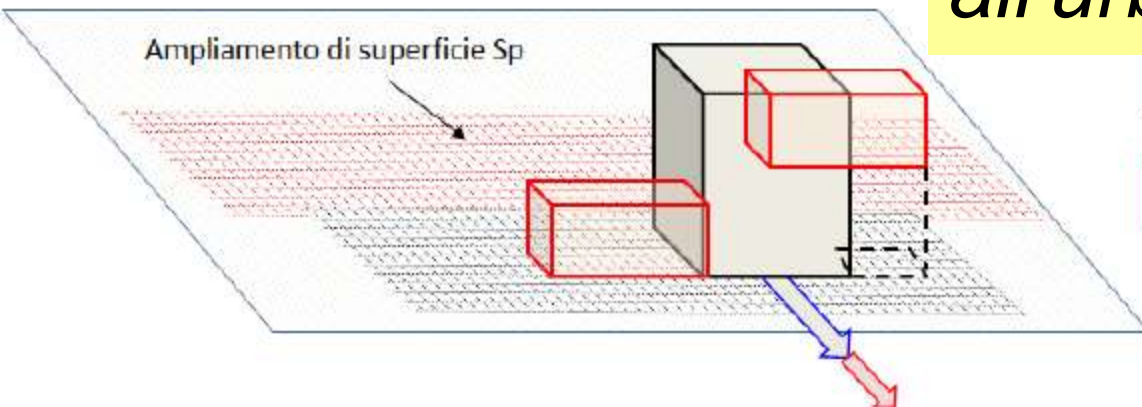
Impianto B 0



# Invarianza idraulica



*.....le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione...*



# Mitigazione del rischio idraulico

Eliminare o **ritardare** l'arrivo in fognatura di acque meteoriche:

- Aree di infiltrazione
- Coperture e tetti verdi



# Zone ad alto tasso di urbanizzazione

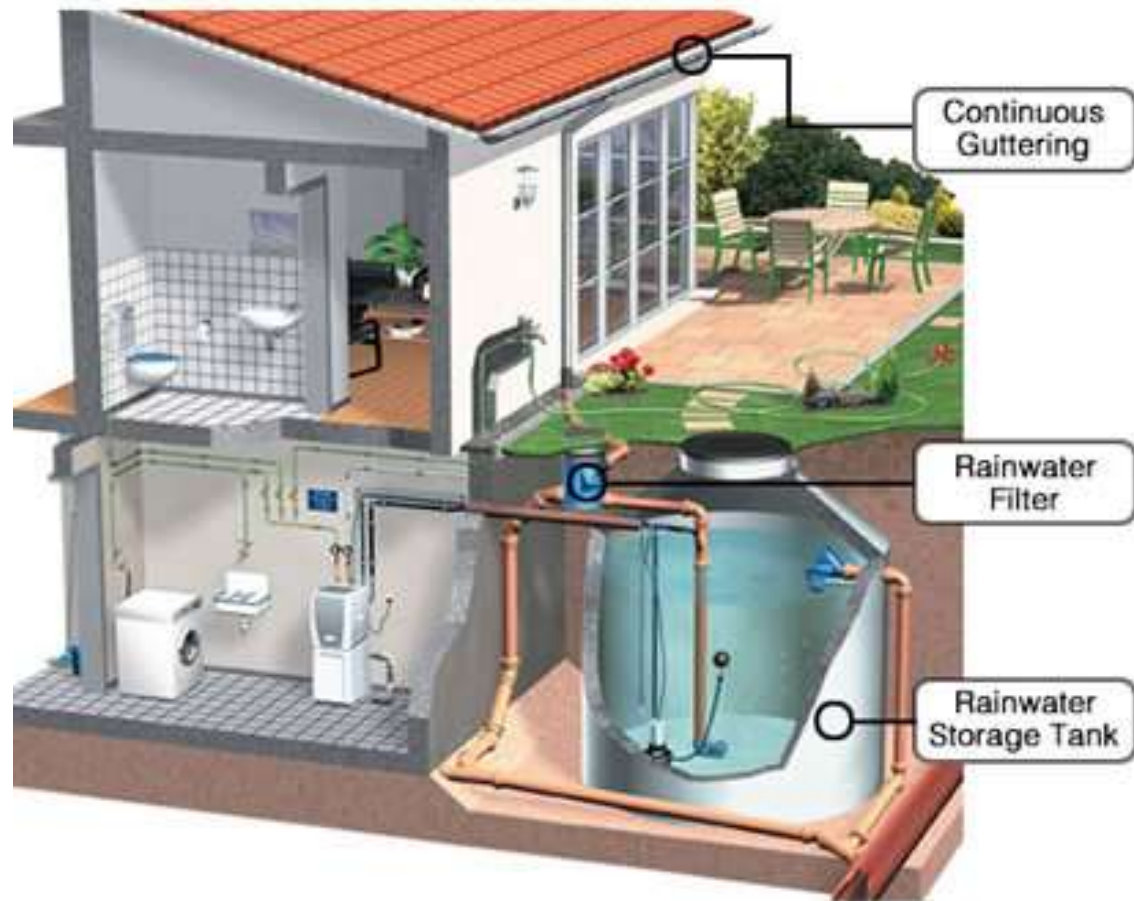
- Vasche di laminazione e di prima pioggia



# Riutilizzo delle acque Grigie

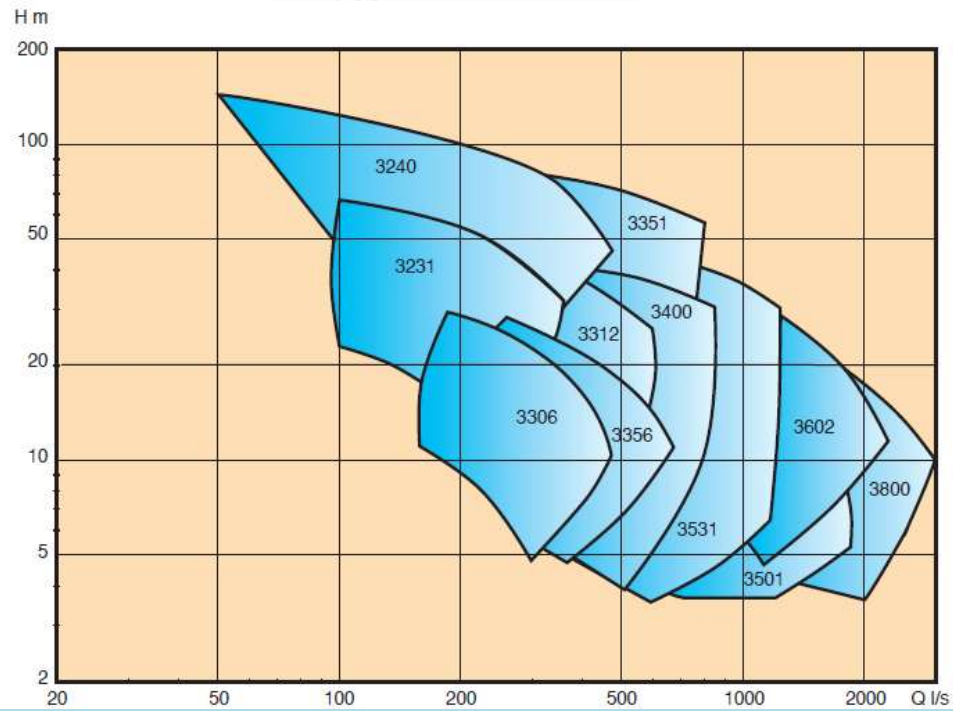
Recupero delle acque meteoriche per alimentare:

WC, Lavatrici e irrigazione dei giardini

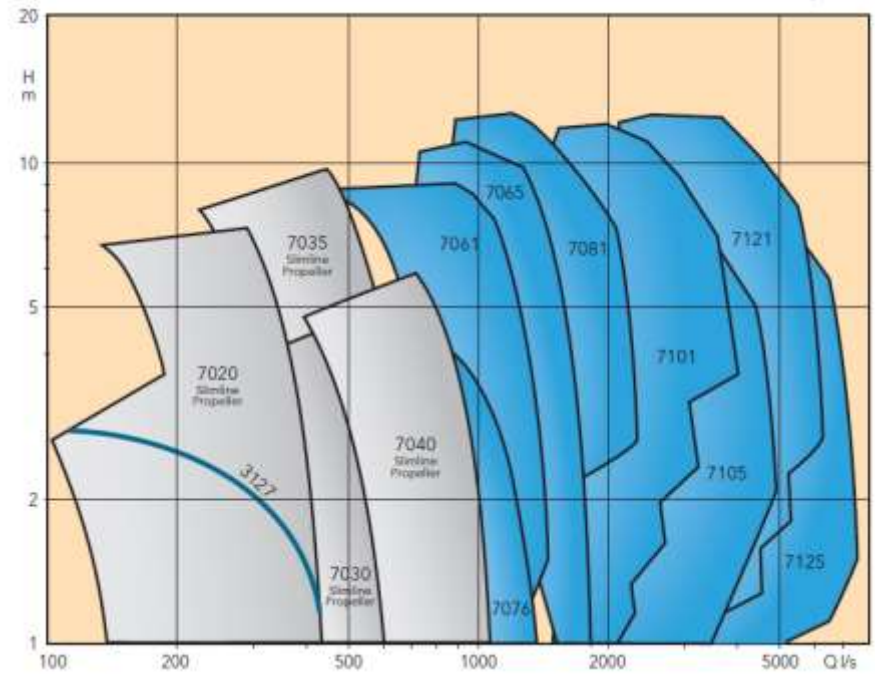


# Tipologia di pompe

## Pompe Centrifughe



## Pompe Elica



# Olimpiadi - Gare di Kayak



1992 - Barcellona

1998 - Seoul

2000 - Sydney

2004 - Atene

2008 - Pechino

2012 - Londra

N° 5 pompe ( +1 di riserva)

Flygt PL 7101 da 300 KW

15 m<sup>3</sup> /sec

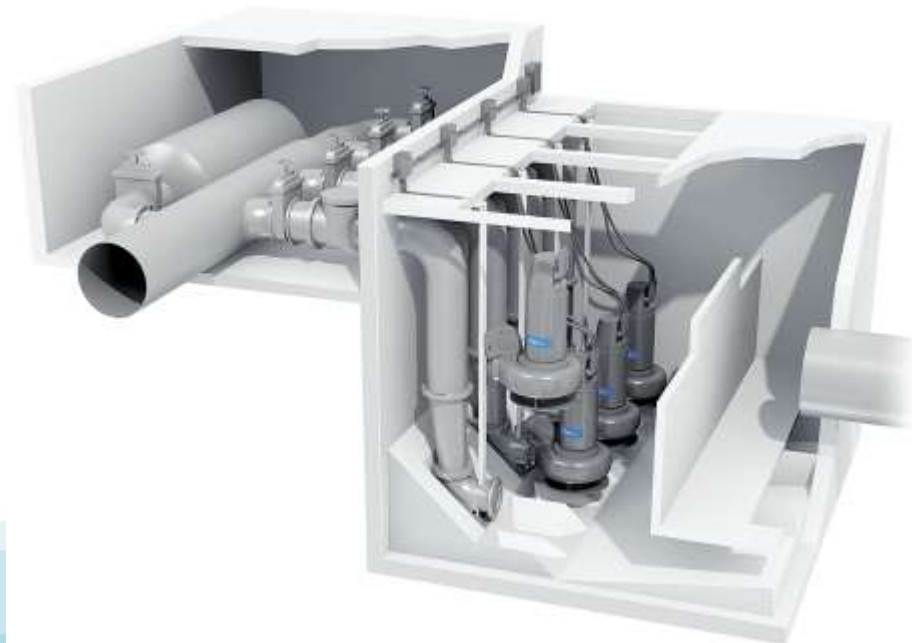




# Efficienza globale del sistema

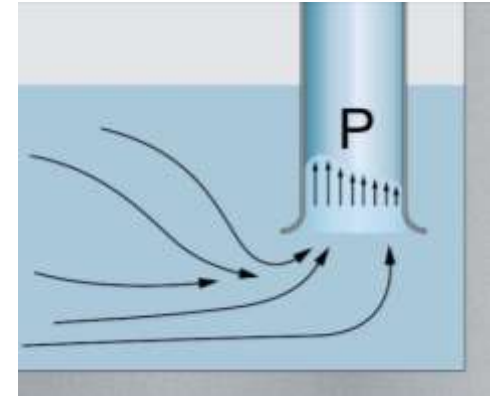
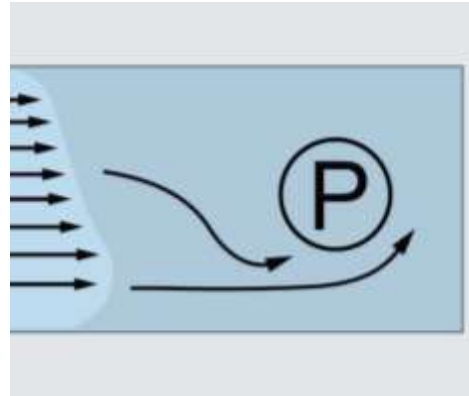
Per ottenere un'alta efficienza del sistema di pompaggio bisogna analizzare tutte le sezioni che lo compongono

- Le caratteristiche della vasca
- Il sistema di tubazioni ed il circuito idraulico
- Le elettropompe
- Il sistema di alimentazione elettrica, l'automazione ed il controllo

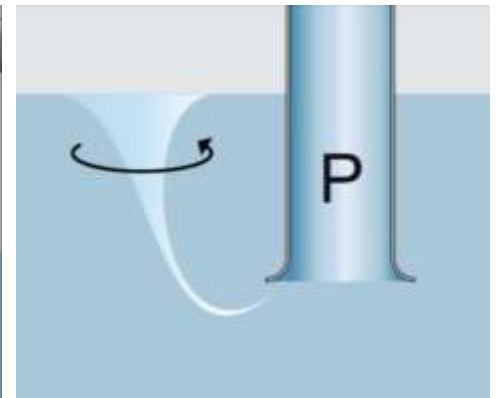
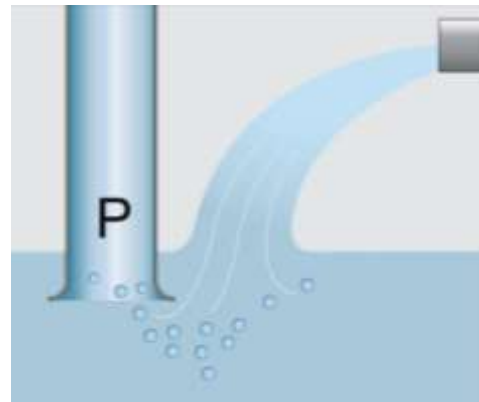


# Caratteristiche della vasca - Effetti idraulici sfavorevoli

- Zone con eccessiva turbolenza
- Irregolare distribuzione delle velocità del flusso nell'aspirazione delle pompe



- Aspirazione di aria
- Vortici



# Sedimentazione sul fondo

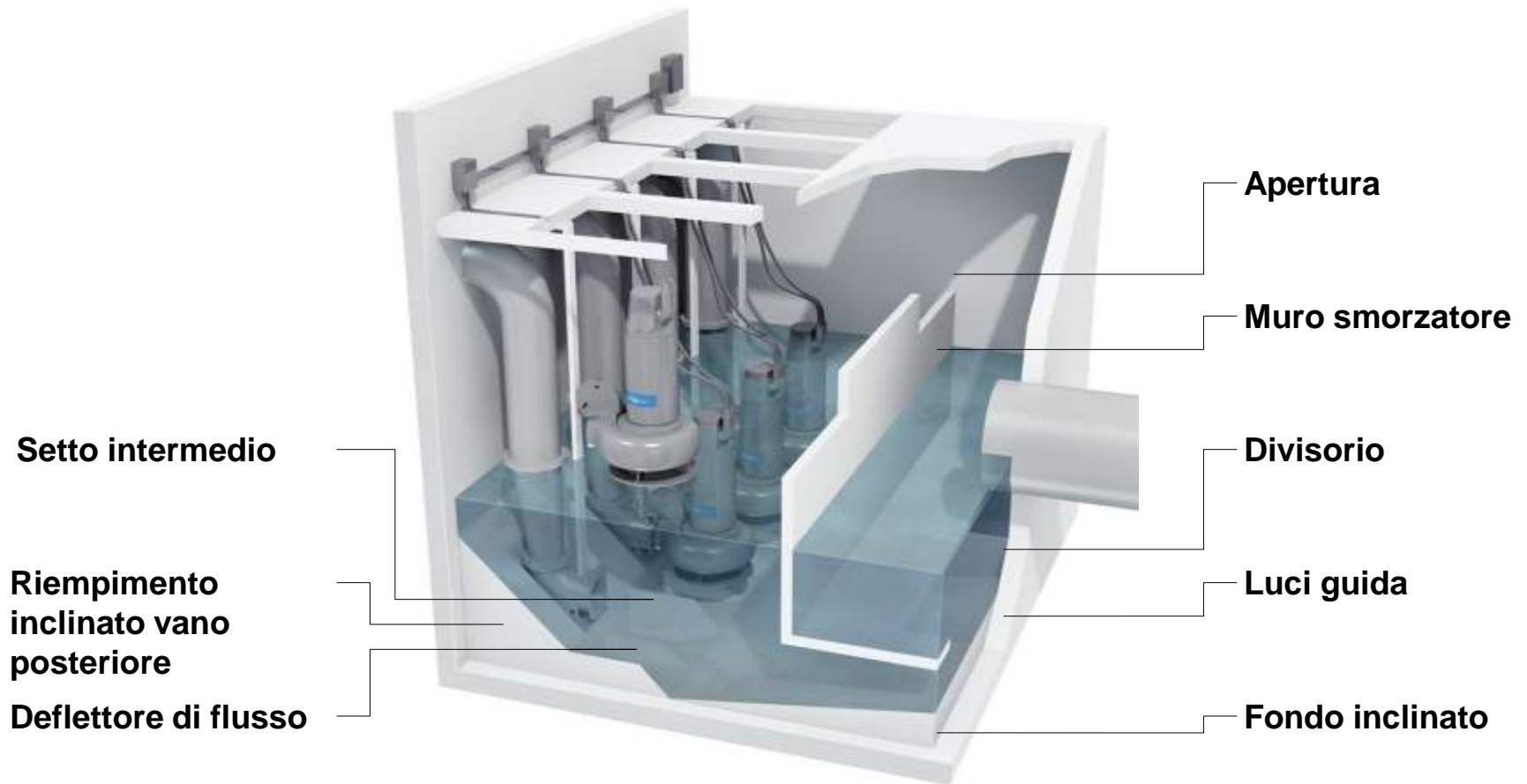
- Pulizie periodiche costose
- Bloccaggi delle pompe
- Cattivi odori

Modifica della geometria della vasca e ricomparsa fenomeni idraulici sfavorevoli



**Presenza di sabbia = Abrasione**  
**Perdita di efficienza per usura**

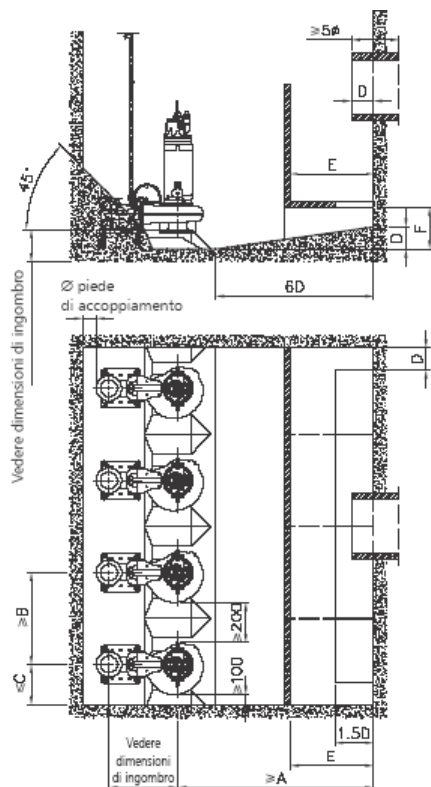
# Le caratteristiche ideali della vasca



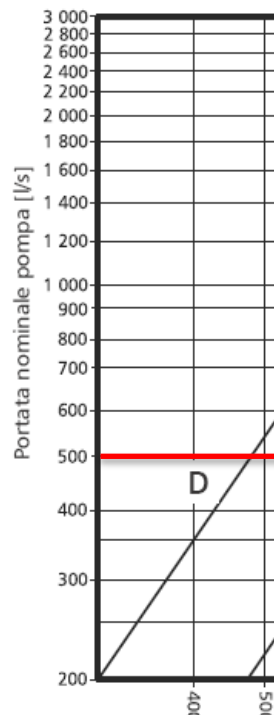
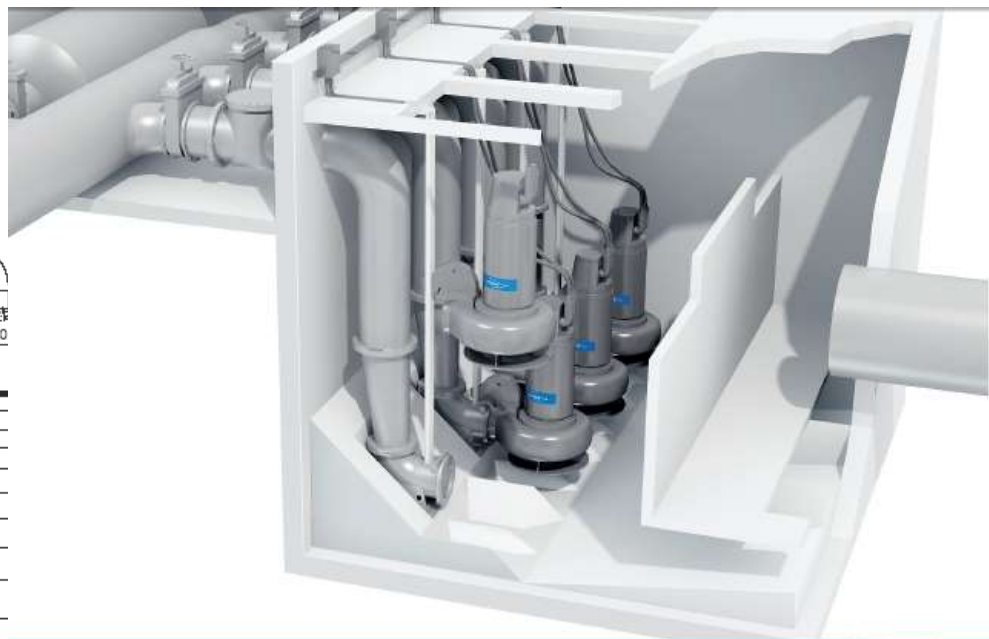
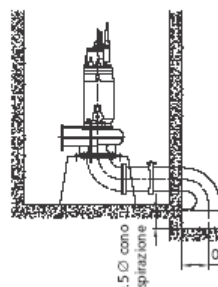
**Realisticamente non è sempre possibile realizzare un'opera civile ottimale, ma si consiglia di implementare almeno il muro smorzatore e i fondi inclinati .**

# Dimensioni in funzione della portata

A1



A1



## Progettazione

DI STAZIONI DI POMPAGGIO CON POMPE CENTRIFUGHE  
PER ACQUE REFLUE FLYGT DI GRANDI DIMENSIONI

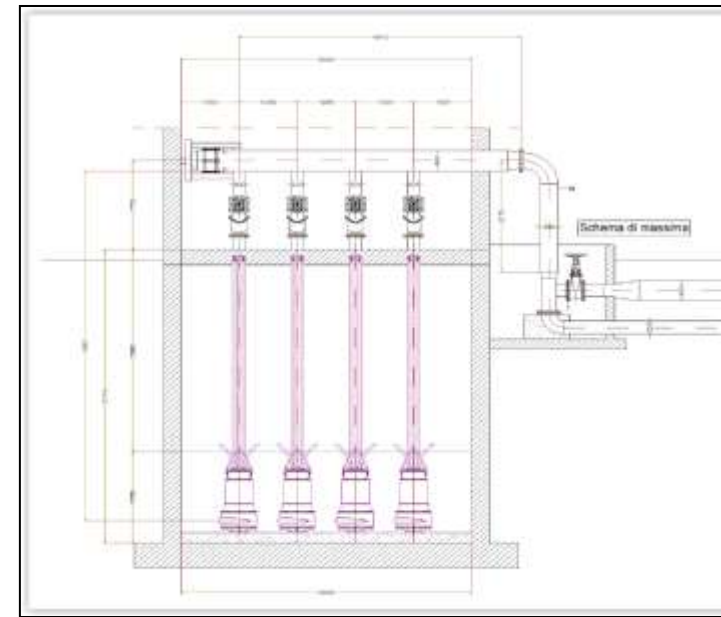
<http://www.xylemwatersolutions.com/it>

➤ Angolo del tecnico > Manuali di progettazione

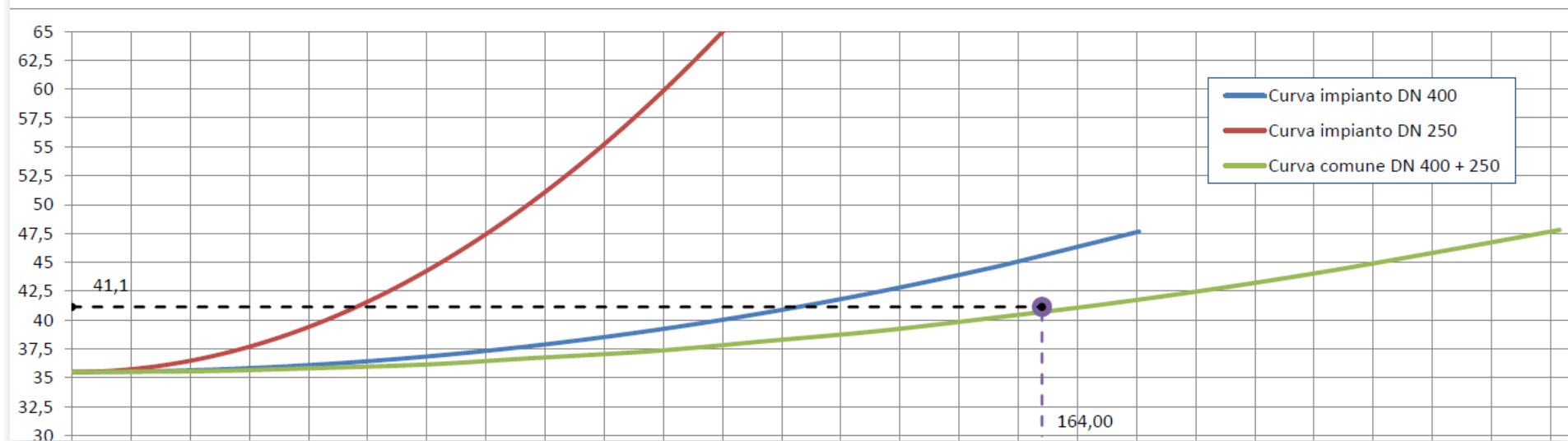
# Perdite di carico nelle tubazioni

Dimensioni delle tubature

Profilo idraulico

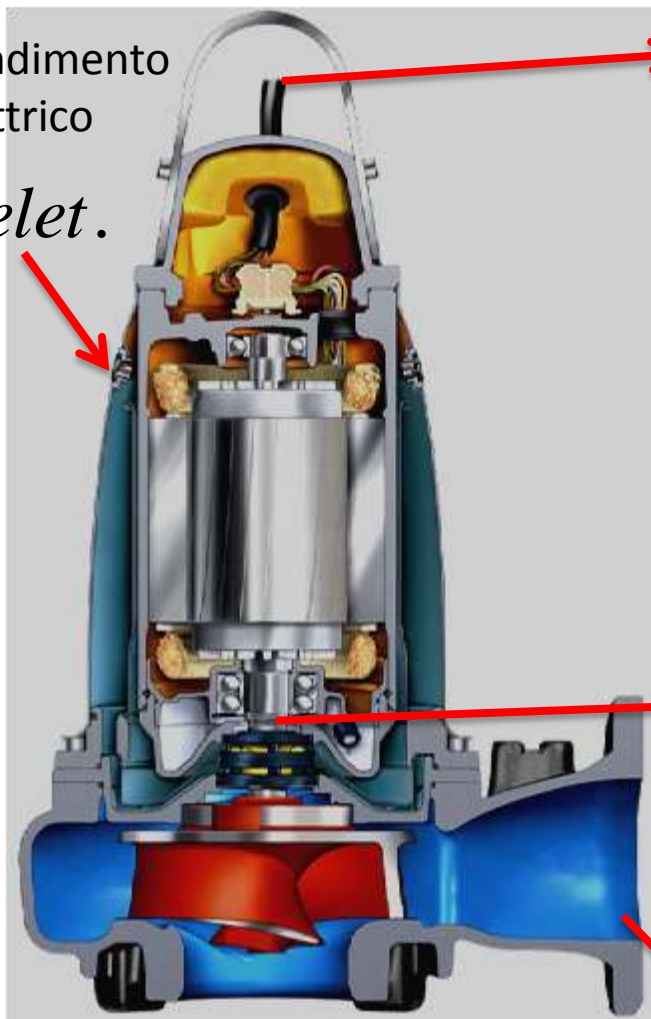


La curva risultante del funzionamento in parallelo dell due condotte di DN diverso, viene calcolata sommando le portate per ogni condotta a pari pressione operativa



Rendimento  
Elettrico

$\eta_{elet.}$



Rendimento  
Idraulico

$\eta_{idr.}$

$$\text{Potenza assorbita dalla rete} = \frac{Q \text{ (lt/sec)} * H \text{ (metri)}}{102 * \eta_{TOT.}} = \text{(kW)}$$

$$\eta_{TOT.} = \eta_{idr.} * \eta_{elet.}$$

$$\text{Potenza nominale motore} = \text{Max. potenza trasferita all'albero} = \text{(kW)}$$

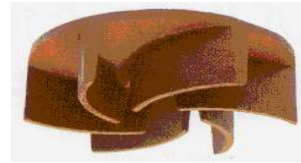
$$\text{Potenza trasferita all'albero} = \frac{Q \text{ (lt/sec)} * H \text{ (metri)}}{102 * \eta_{idr.}} = \text{(kW)}$$

$$\text{Potenza trasferita al liquido} = \frac{Q \text{ (lt/sec)} * H \text{ (metri)}}{102} = \text{(kW)}$$

# L'idraulica adatta al il liquido da pompare

Rendimenti idraulici tipici, in acqua pulita, nel punto di miglior rendimento :

. **Girante a vortice**      **45 %**



. **Girante monocanale**      **68 %**



. **Girante bicanale**      **78 %**

. **Girante N**      **80 %**

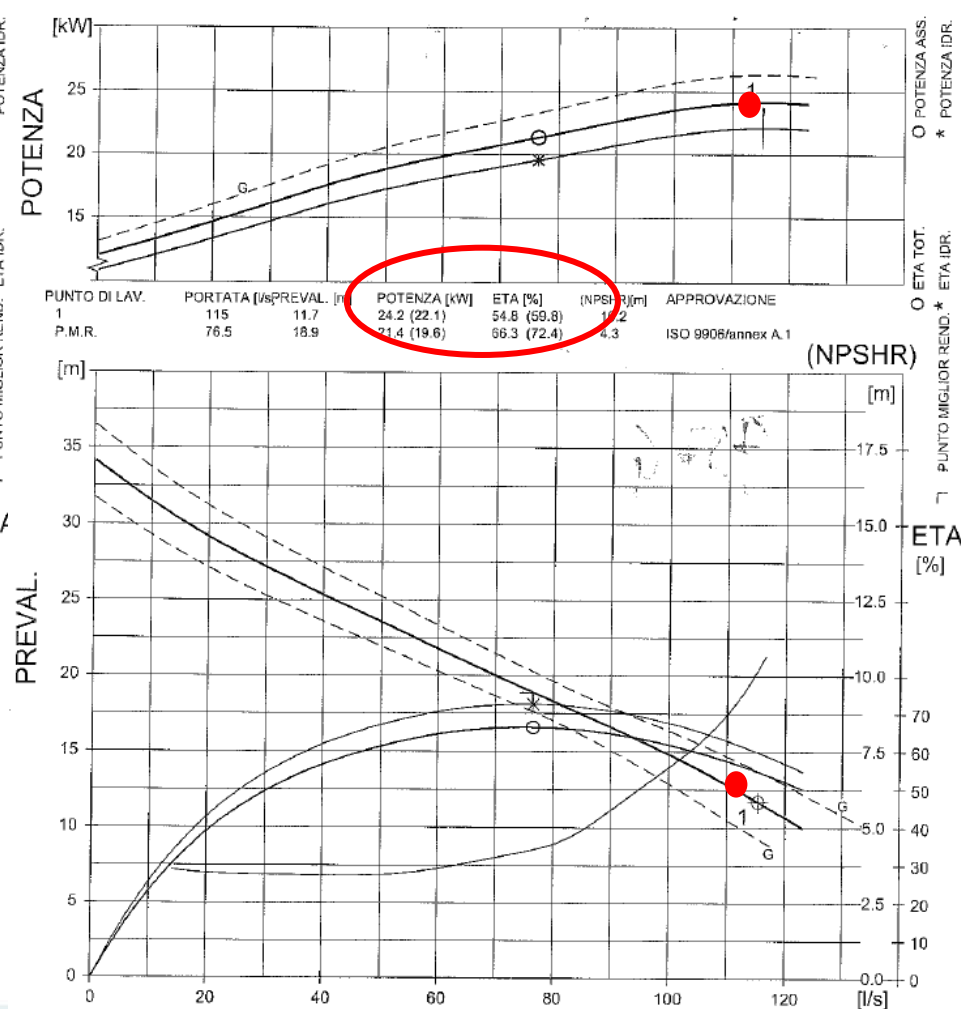
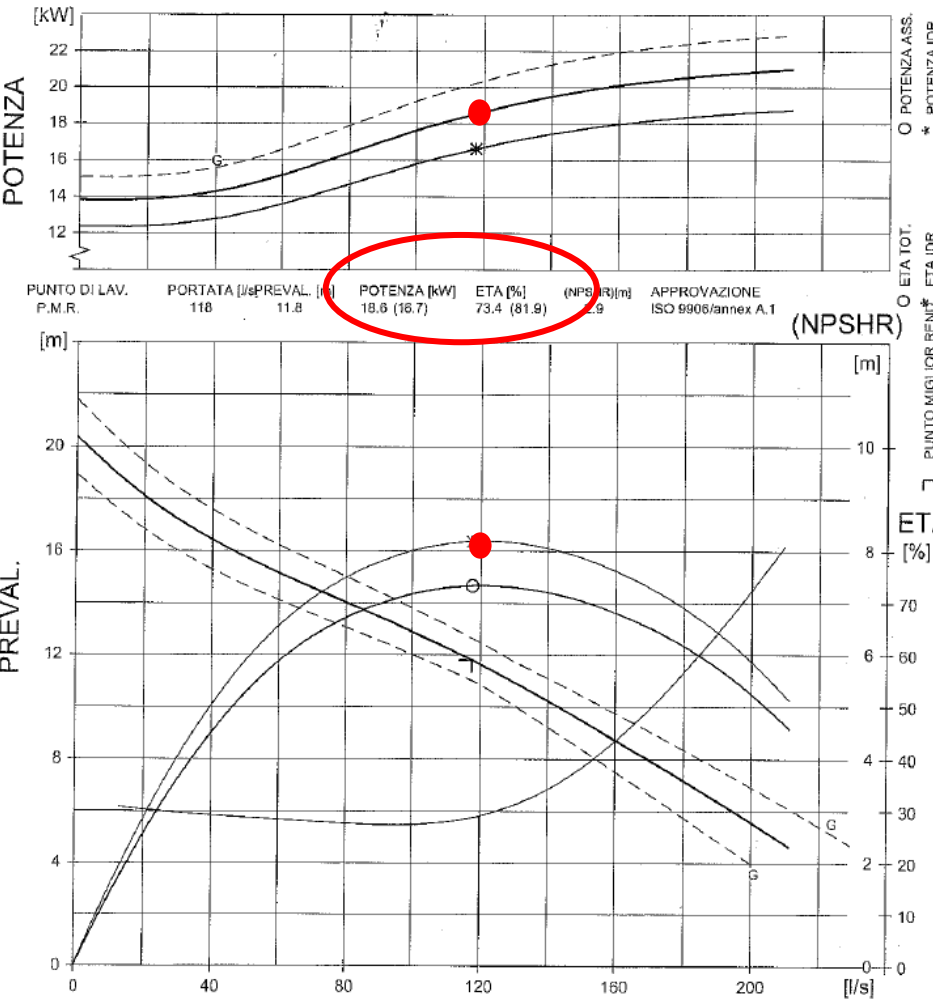




# Attenzione al punto di lavoro

Corretto

Errato



# Presenza di solidi

## Ostruzione e bloccaggio pompe

- Avaria delle pompe
- Aumento dell'energia energia assorbita e dei costi energetici
- Aumento degli interventi di service e manutenzione



# Impatto sulle idrauliche tradizionali

Gli oggetti filamentosi tendono ad impigliarsi nei tipi di girante tradizionali, nonostante il passaggio libero sia ampio.

Come illustrato di seguito, il problema principale è il bordo d'entrata delle pale della girante. Tutti i design tradizionali delle giranti presentano uno o più bordi d'attacco.



*Figura A: Accumulo in una girante monocanale*



*Figura B: Accumulo in una girante monocanale*

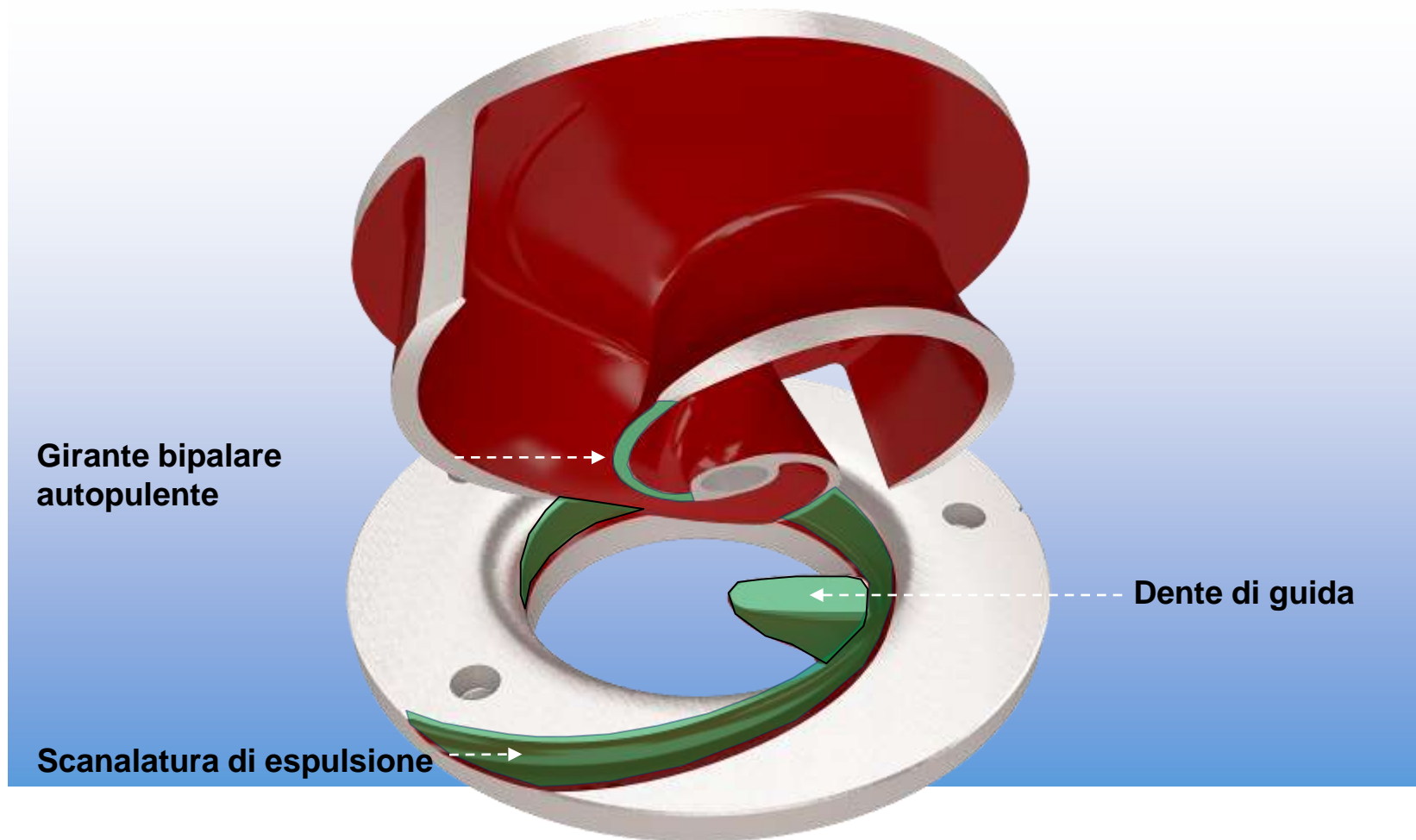


*Figura C: Accumulo in una girante a vortice*



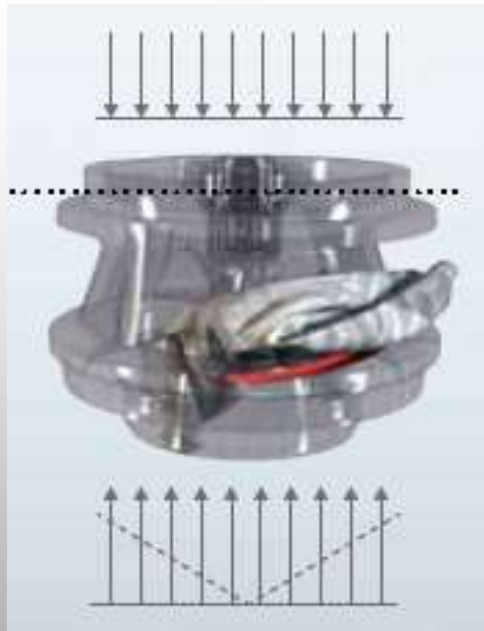
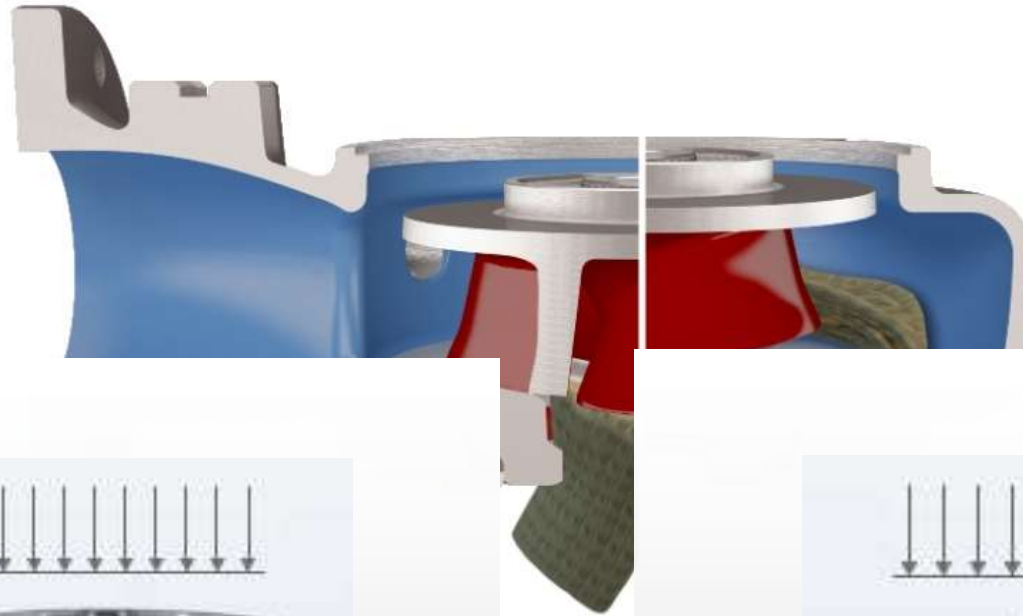
*Figura D: Accumulo in una girante a vortice*

# Tecnologia N – esempio girante autopulente

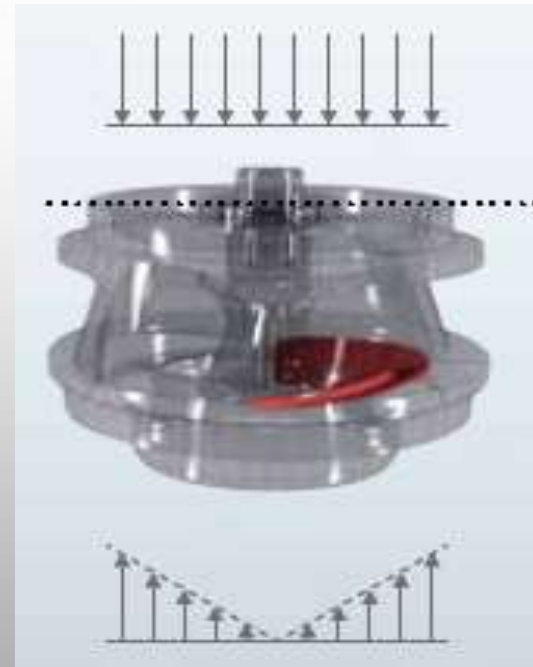


Un design autopulente all'avanguardia, con bordi d'ingresso curvati ed una scanalatura in rilievo, si è dimostrato la soluzione ideale della maggior parte dei problemi di intasamento.

# N Adattiva: come funziona

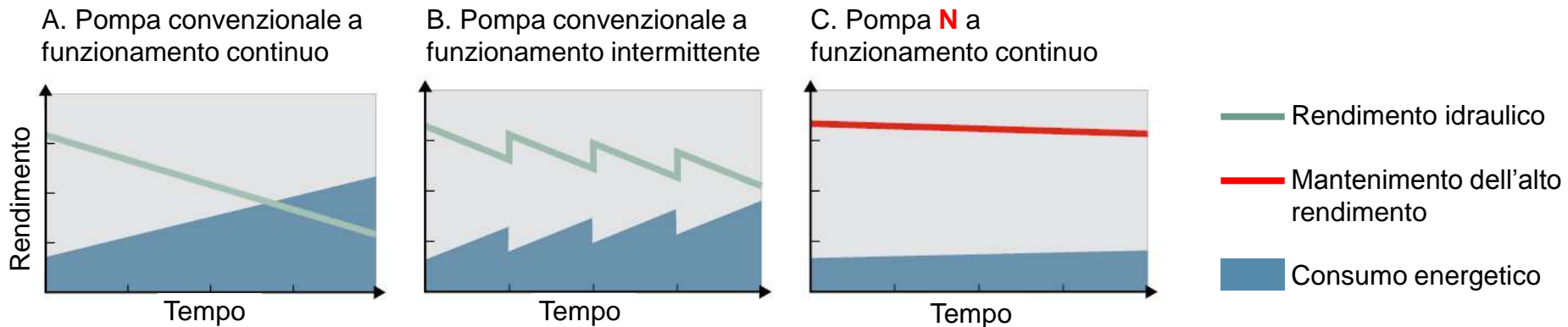


2. Distribuzione delle forze quando un corpo entra nella girante



# Mantenimento dell'alto rendimento

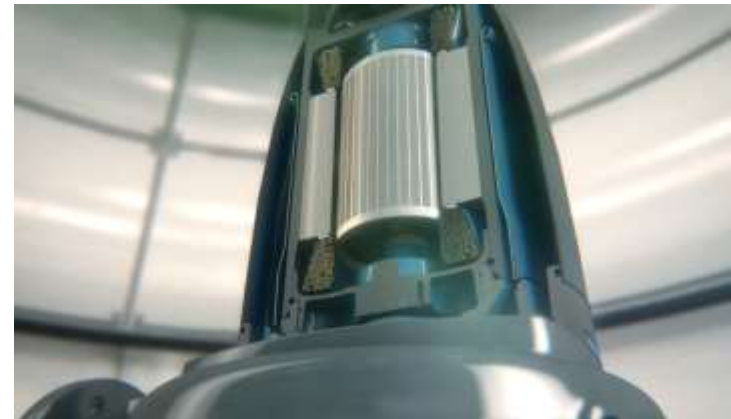
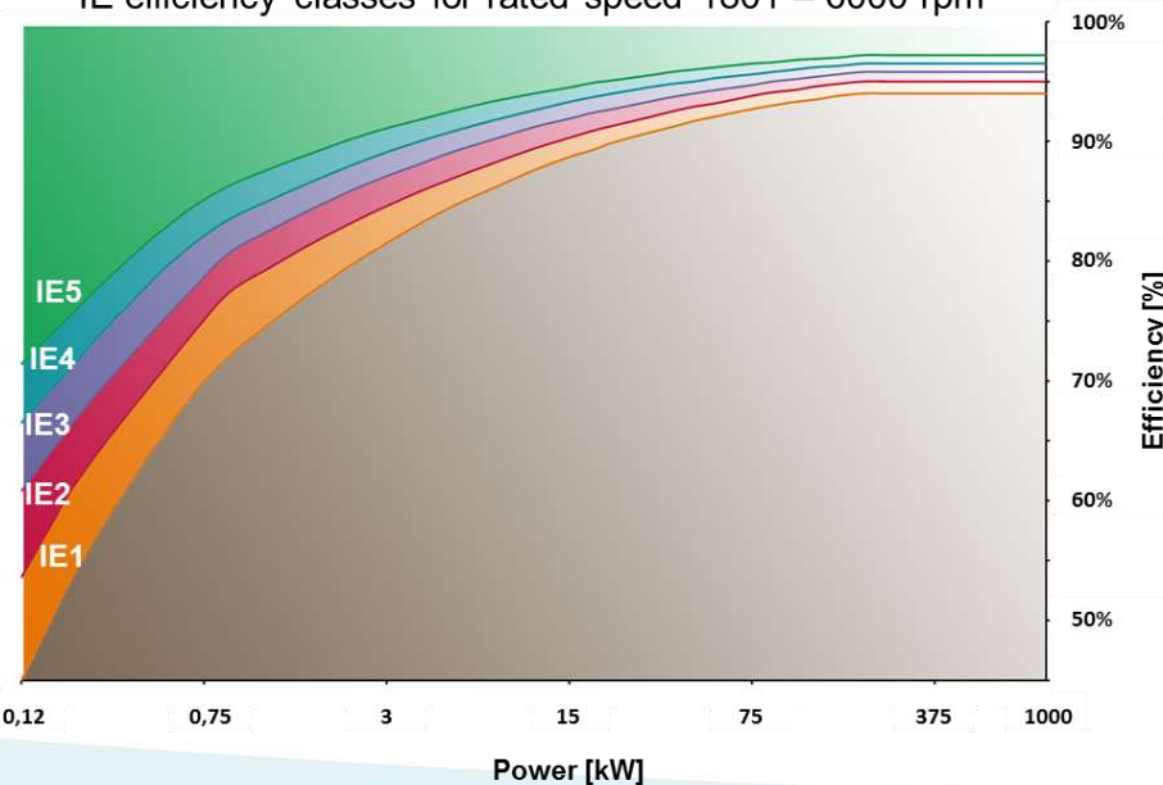
## L'auto-pulizia fa risparmiare denaro



# Motori - Curve di rendimento IE4- IE5

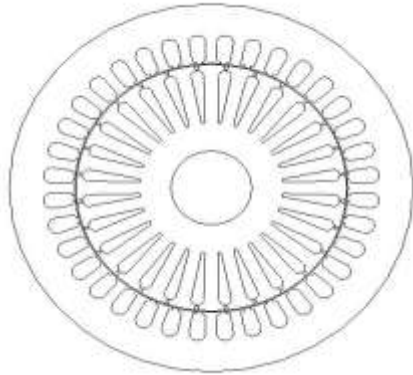
La IE4 Super-Premium Efficiency e IE5 Ultraprimum Efficiency è ora definita in questo standard per motori 50 Hz 4-poli in accordo alla IEC 60034-30-1:2014

IE efficiency classes for rated speed 1801 – 6000 rpm

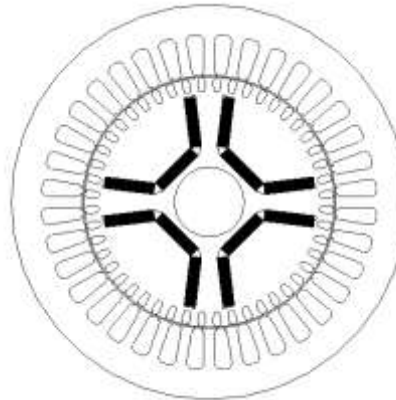


# La tecnologia dei motori

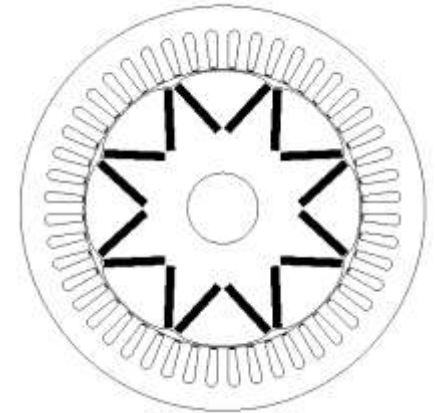
Motore ad induzione  
Classico a gabbia di  
scoiattolo



LSPM  
Motore a magneti  
permanenti ma con  
avvio in linea



PMSM  
Motore a magneti  
permanenti



Si tratta in pratica di motori ibridi con una particolare tecnologia che ne permette il funzionamento asincrono ad induzione nelle fasi di partenza e di accelerazione, mentre quando la rotazione raggiunge la velocità necessaria, avviene la conversione automatica in funzionamento sincrono a magneti permanenti.



# Gestione pompe con inverter

## I vantaggi degli azionamenti a frequenza variabile

Consentono la regolazione di velocità e quindi la variazione di portata delle pompe (in genere vi è un limite sotto i **30 Hz**), permettendo così di implementare varie soluzioni progettuali.

Gli avvii e gli arresti graduali riducono gli stress sui componenti meccanici, idraulici ed elettrici.

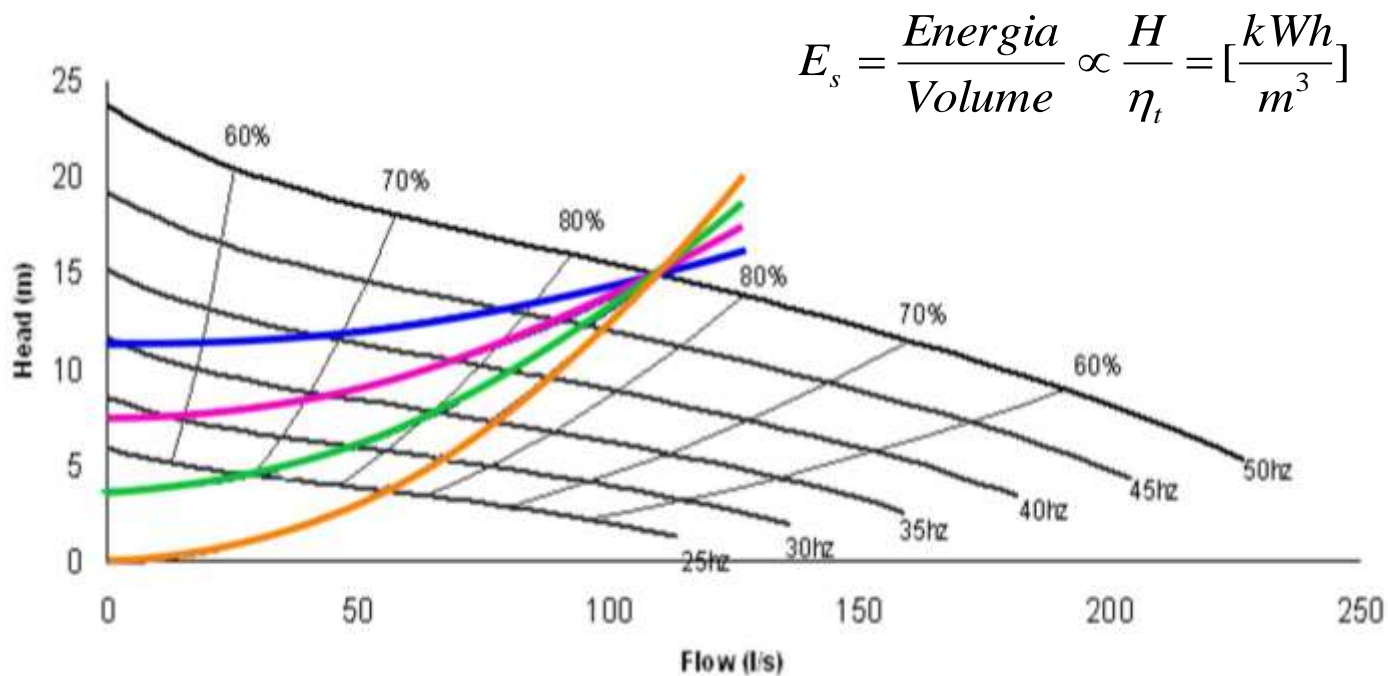
Si ottengono significativi risparmi energetici in quanto la pompa viene utilizzata per le effettive richieste del sistema idraulico, inoltre il cos $\phi$  di sistema si attesta attorno a 0,98 rendendo superflui i condensatori di rifasamento.

Si aboliscono gli spunti di avviamento, permettendo così di non dover sovradimensionare i componenti elettrici e gli eventuali gruppi elettrogeni di soccorso.



# Risparmio energetico - esempi

Curva del sistema	Risparmio
16m / 90l/s prevalenza statica 12m	<b>11%</b>
16m / 90l/s prevalenza statica 8m	<b>30%</b>
16m / 90l/s prevalenza statica 4m	<b>56%</b>
16m / 90l/s prevalenza statica 0m	<b>63%</b>



# Precauzioni nell'uso degli inverter in Fognatura

La riduzione della velocità di rotazione può creare problemi di intasamento nella girante della pompa.



La pressione del fluido può essere insufficiente ad aprire completamente le valvole di non ritorno

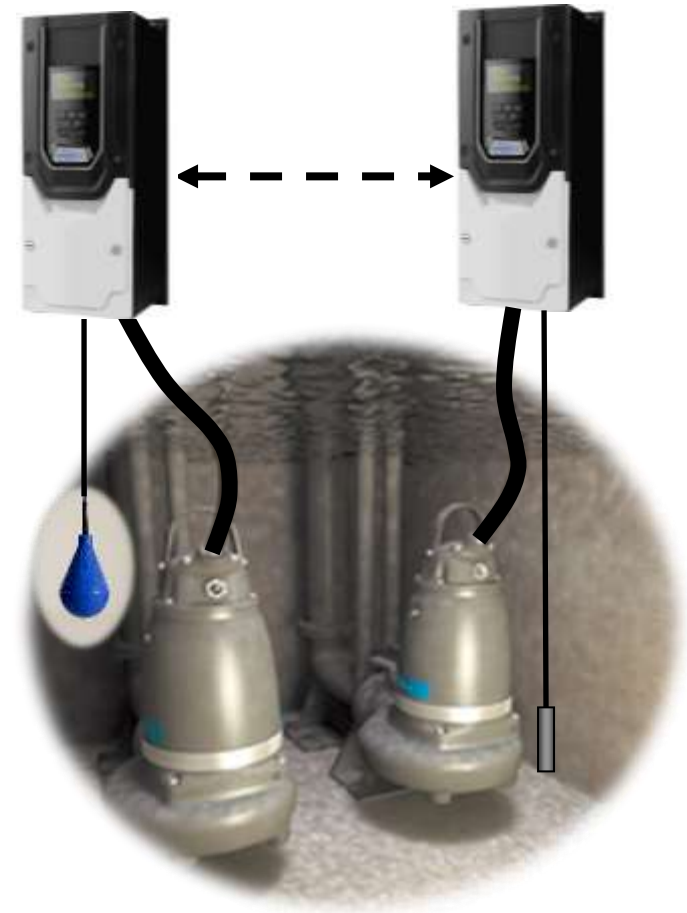
La riduzione di velocità del fluido nella tubazione di mandata può creare problemi di sedimentazione.



Difficoltà di implementazione dei parametri e delle logiche di funzionamento

# Gestione pompe: Sistemi di automazione a velocità variabile

Unità di controllo intelligenti pre-programmate per il pompaggio delle acque reflue



# Confronto fra sistemi integrati e un inverter

## Sistema



### Sistema di Regolazione

- Calcolo Energia Specifica minima

### Funzioni specifiche

- Pulizia tubi, pozzetto, girante, protezione pompa

### Facilità di programmazione e avviamento

- Tutto impostato, con pochissimi parametri eventualmente da modificare

## Inverter



### Sistema di Regolazione

- Livello / Pressione / Portata costante

### Funzioni specifiche

- Solo pulizia girante su modelli più evoluti

### Facilità di programmazione e avviamento

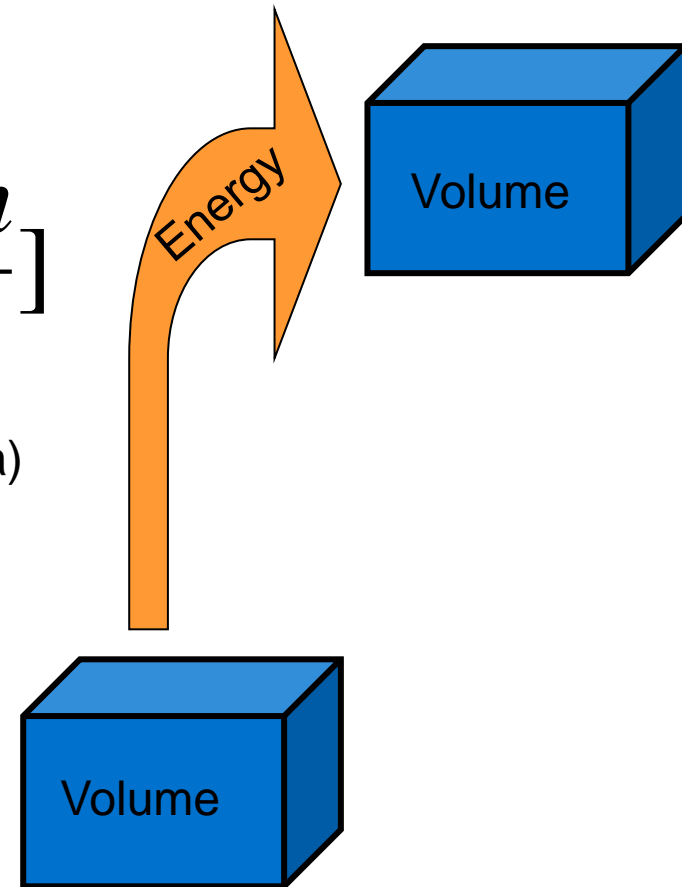
- Lavoro di programmazione lungo e specifico (oltre 50 parametri)

# Energia specifica - definizione

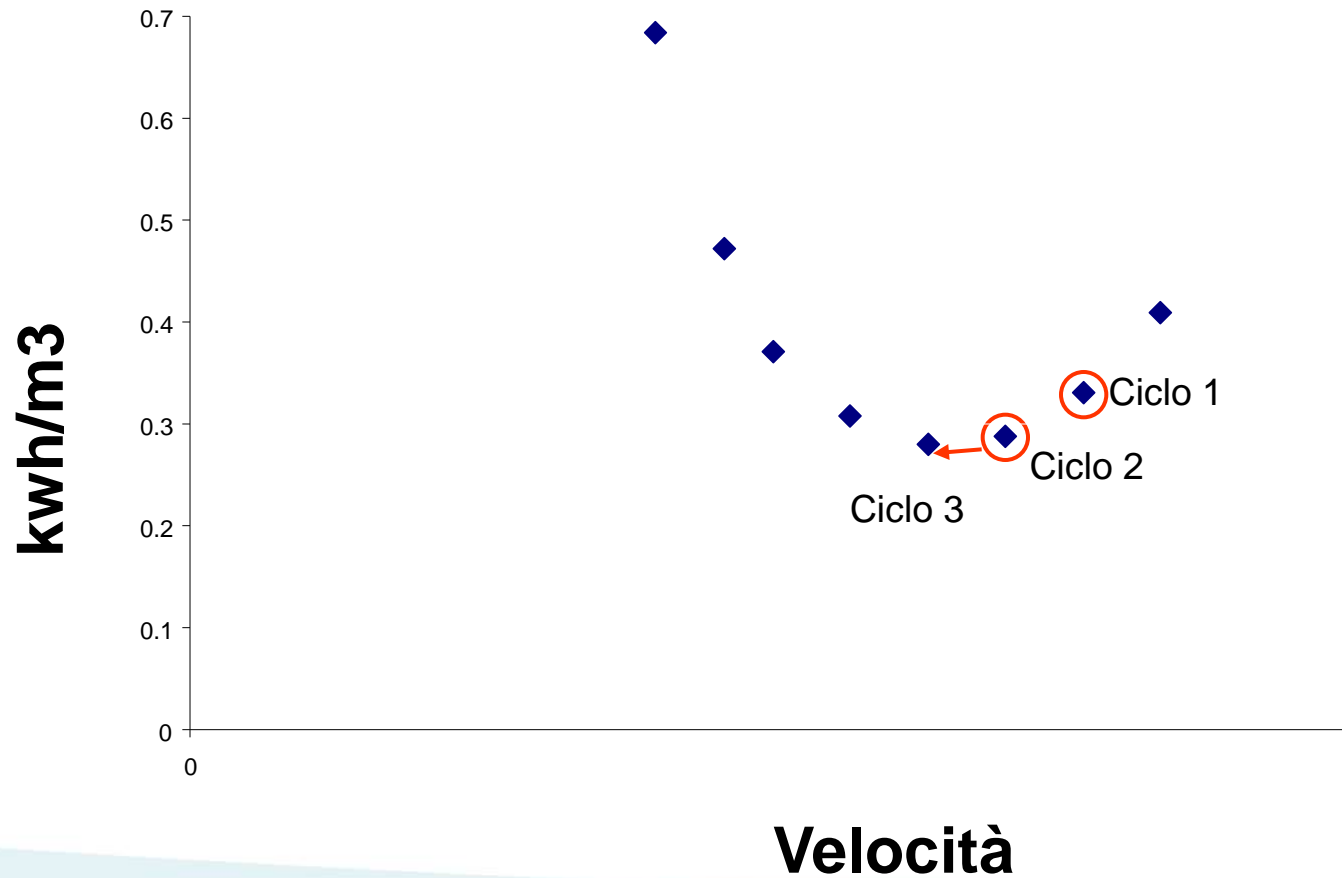
$$E_s = \frac{\text{Energia}}{\text{Volume}} \propto \frac{H}{\eta_t} = \left[ \frac{kWh}{m^3} \right]$$

$\eta_t$  = rendimento totale (motore + pompa)

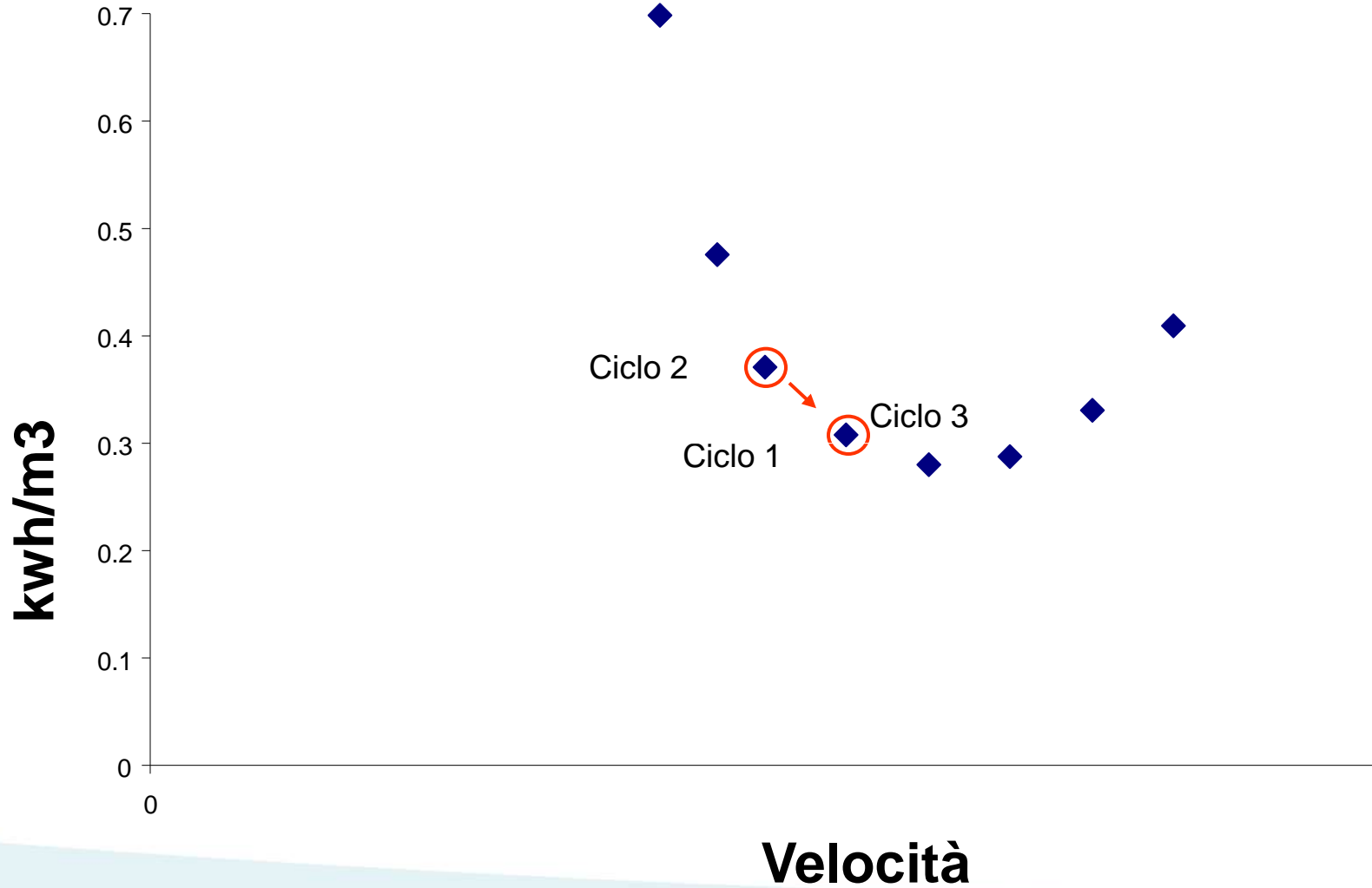
L'energia specifica è la grandezza fisica che definisce quanto lavoro deve essere fatto per spostare un volume. Nel nostro caso si tratta dell'energia elettrica necessaria per spostare un metrocubo d'acqua da una quota iniziale ad una quota finale.



# Riduzione energia



# Riduzione energia





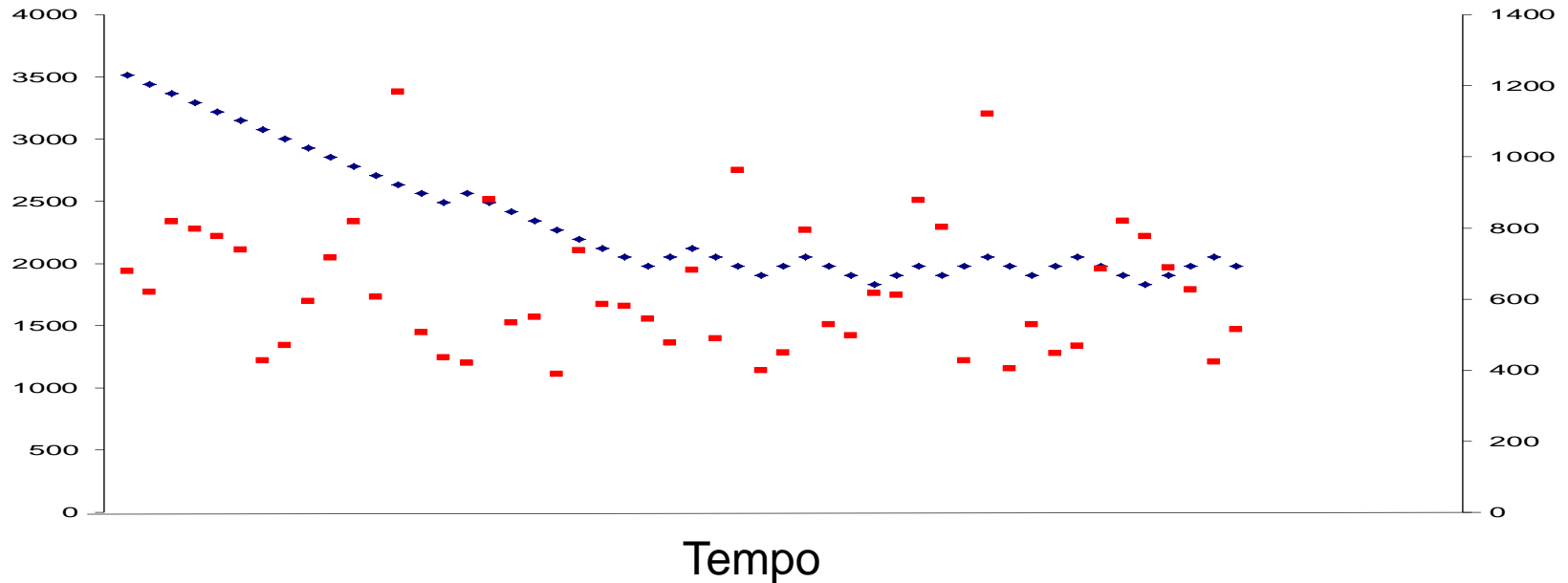
# Ricerca della velocità ottimale (brevettato)

- ■ ■ ■ Flusso in ingresso
- ◆ ◆ ◆ ◆ Velocità di rotazione

Velocità

Flusso in entrata  
alla stazione

Time trend

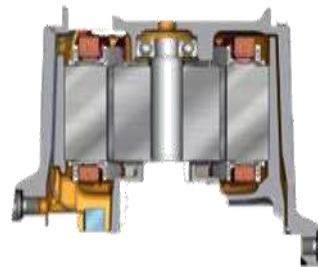


Concertor trova la velocità di rotazione indipendentemente dai picchi di flusso tramite un software predittivo brevettato.

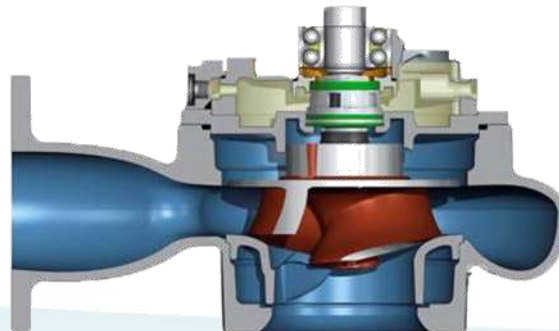
# Il primo sistema di pompaggio per fognatura con intelligenza integrata



Intelligenza integrata

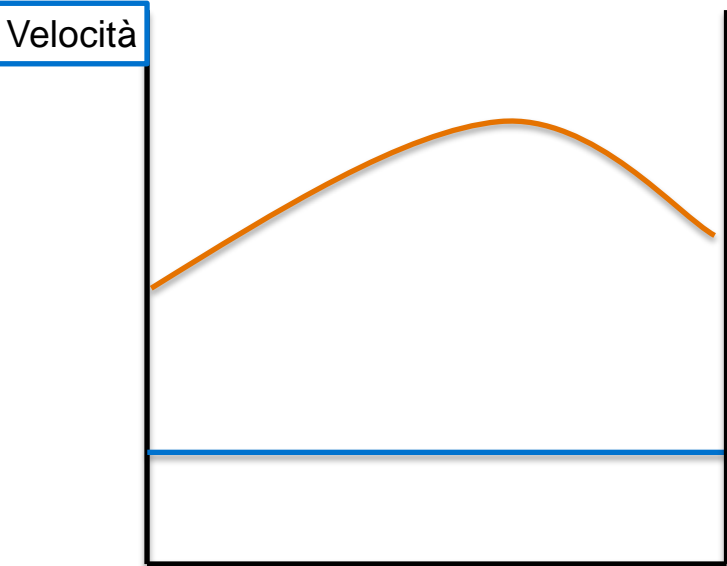


Motore a magneti permanenti

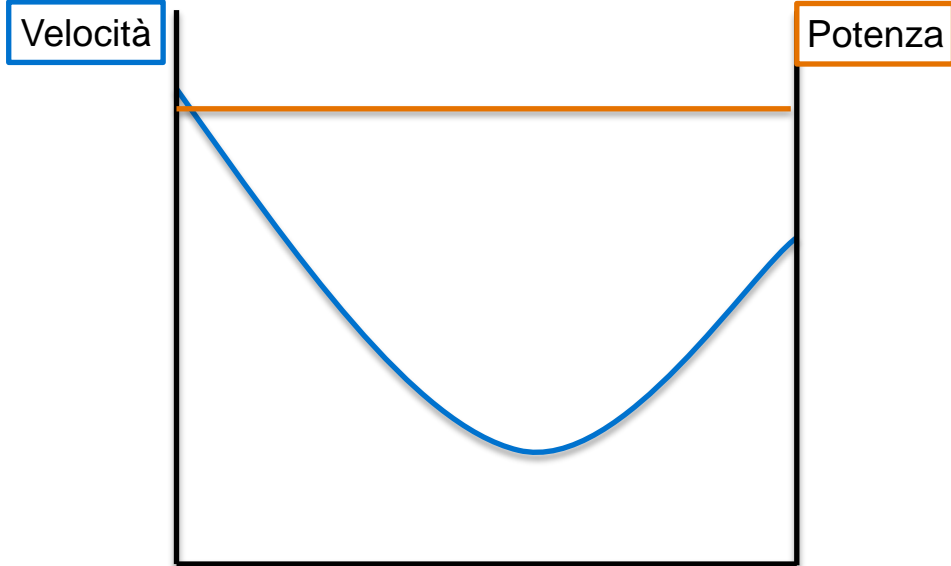


Idraulica N ultima generazione

# Potenza Costante



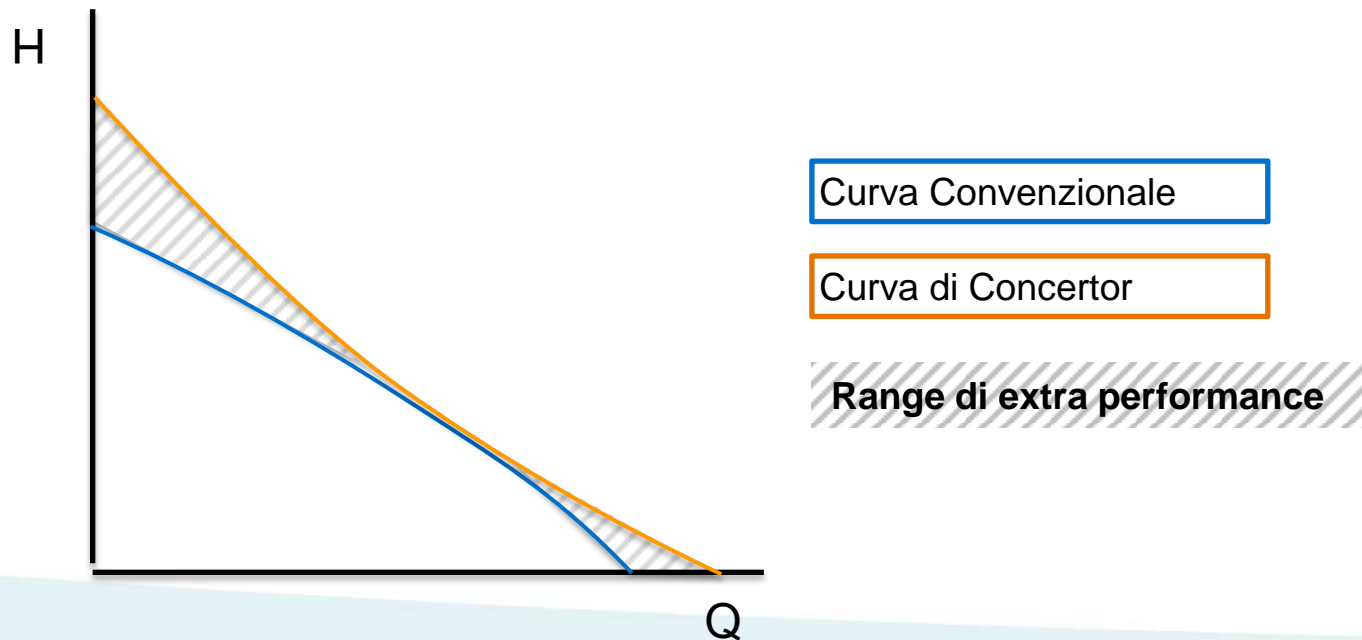
Velocità costante



Potenza costante

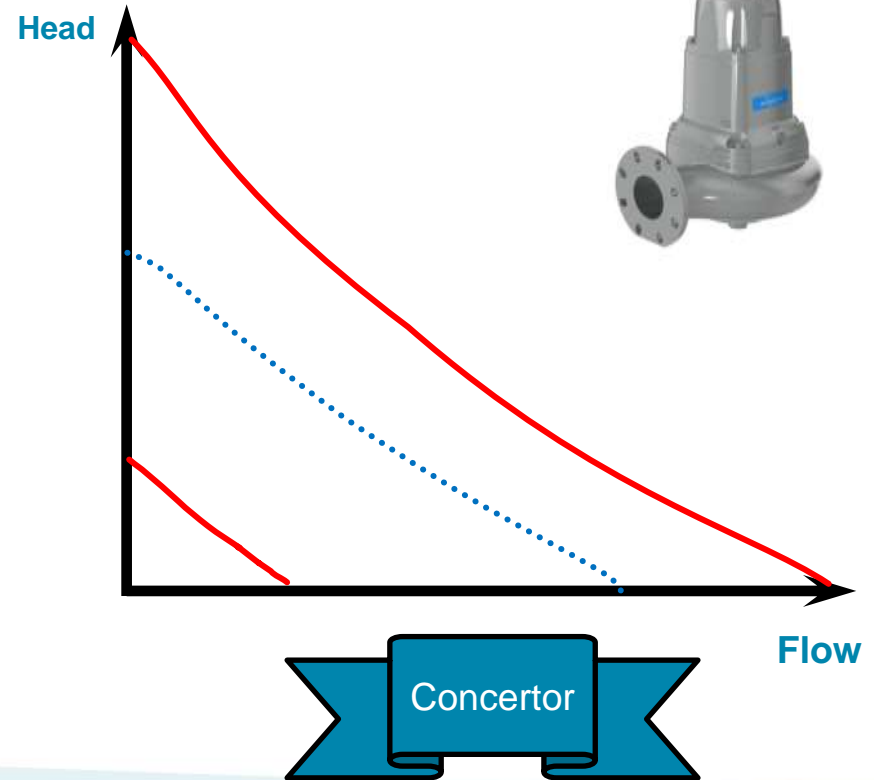
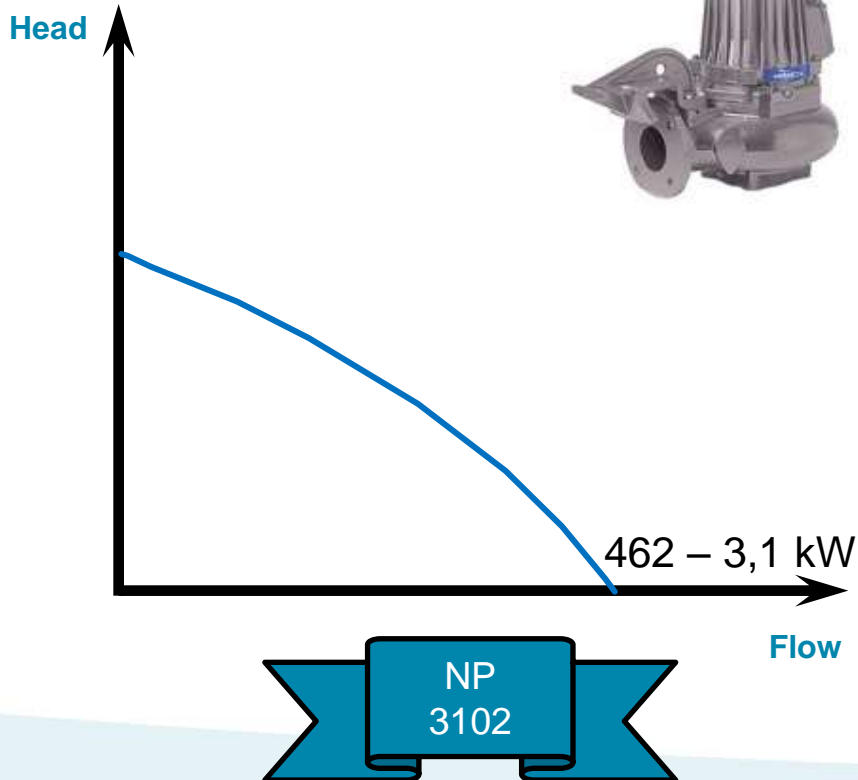
# Performance aumentata fuori dal BEP

1. Più prevalenza alla chiusura della curva
2. Più portata verso la fine della curva
3. Migliori margini di funzionamento in caso di errori di progettazione e cambi di progetto



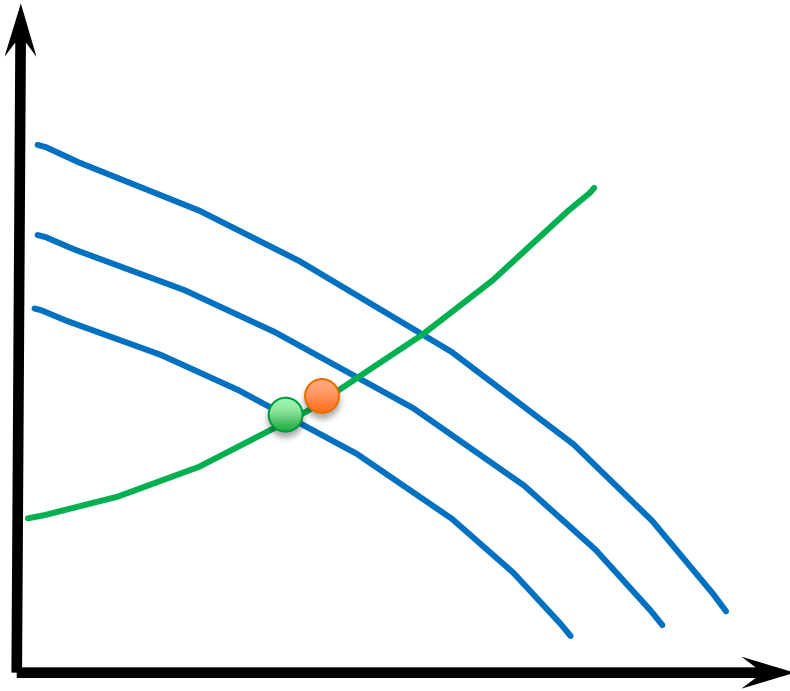
# Passaggio al campo di prestazioni

Passaggio da tante curve di funzionamento ad un unico campo di prestazioni



# Punto di lavoro sempre soddisfatto

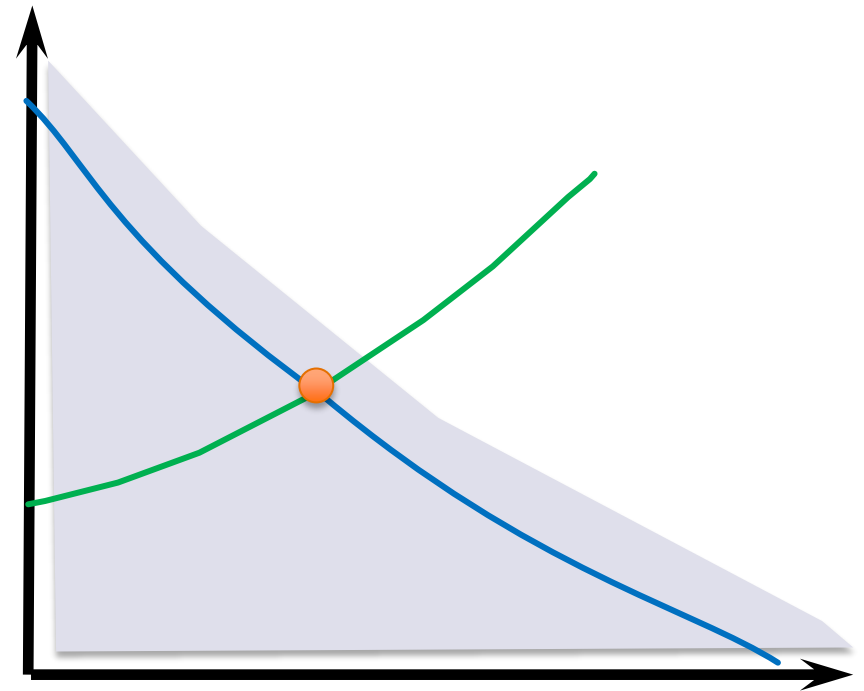
Prevalenza



Curve Convenzionali

Portata

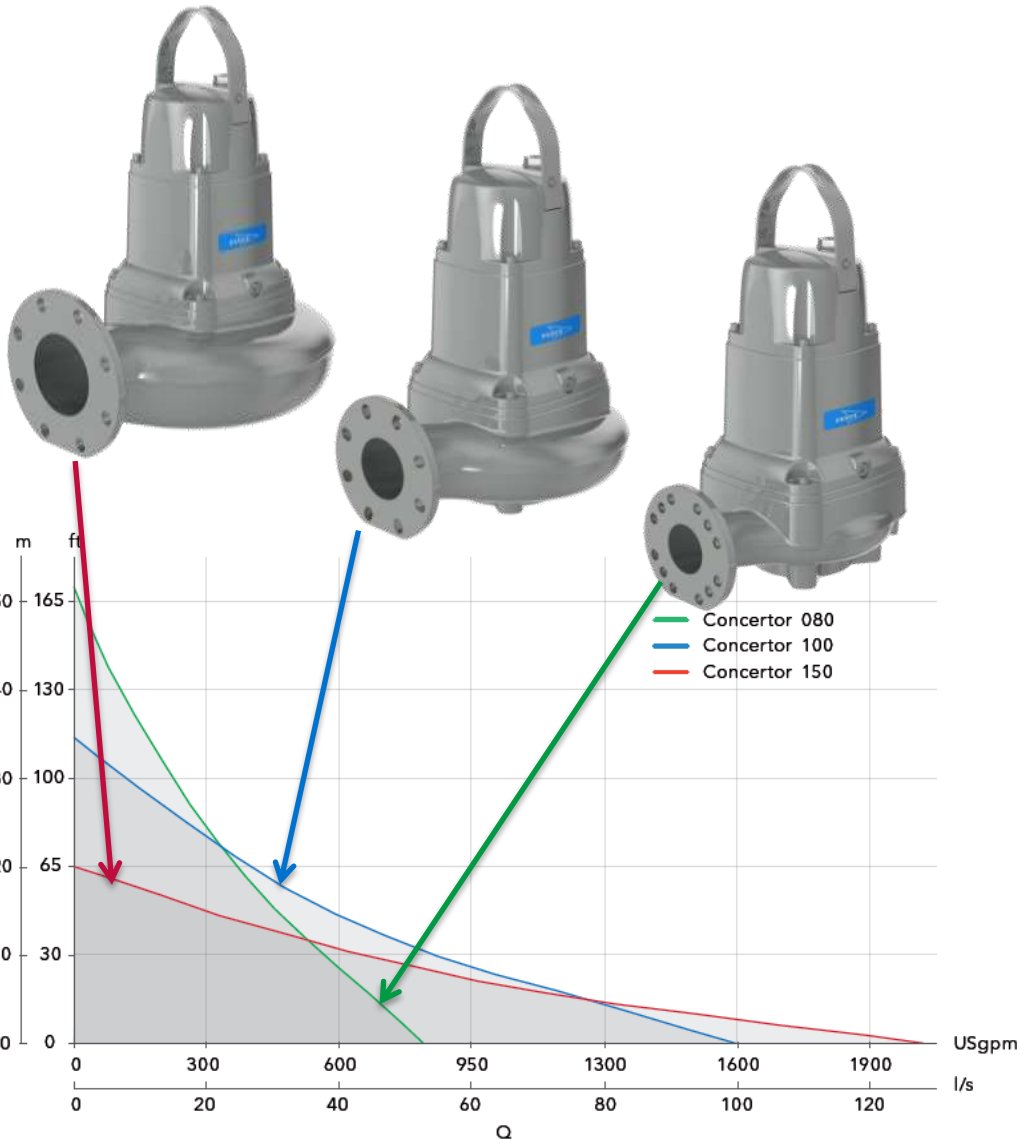
Prevalenza



Campo di Lavoro  
di Concertor

Portata

# Limitare il numero di varianti



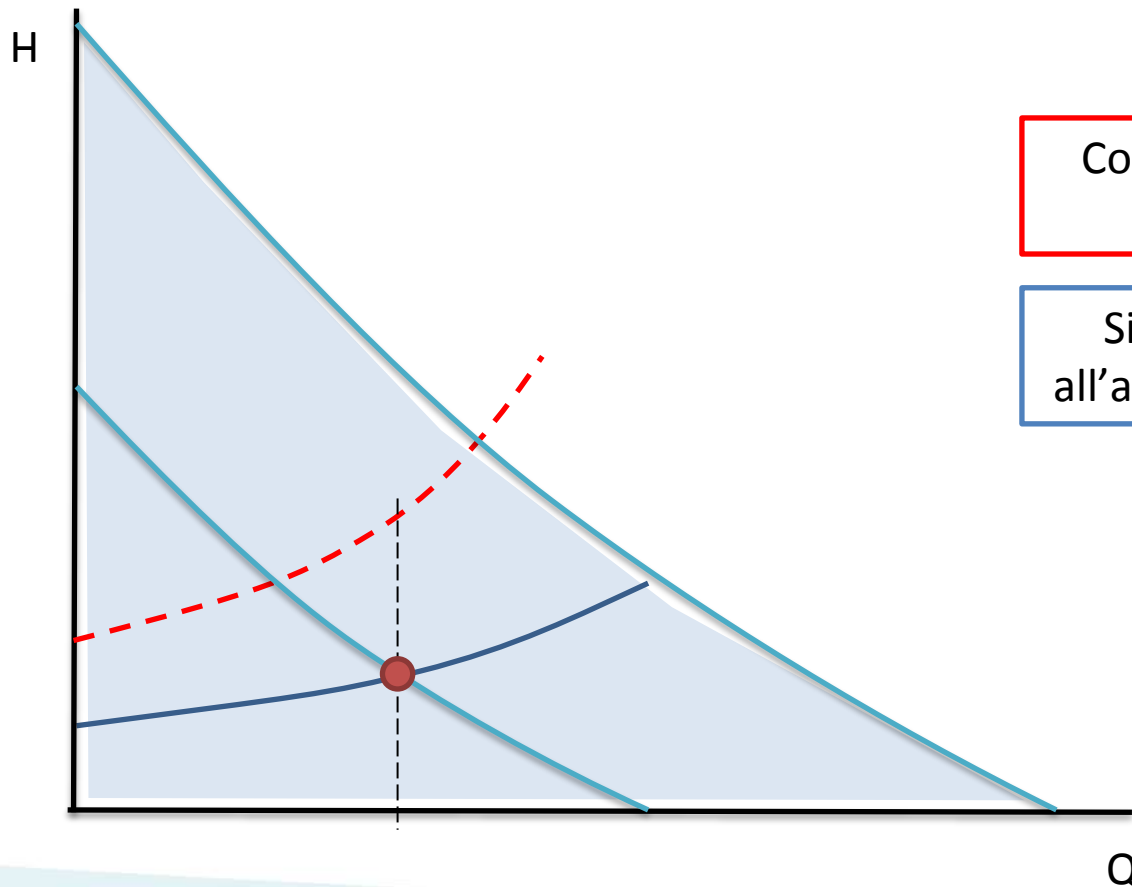
**Potenza  
Nominale:**

2,2 kW / 3,0 hp  
4,0 kW / 5,5 hp  
5,5 kW / 7,5 hp  
7,3 kW / 10 hp

**Frequenza:**  
50 – 60Hz

**Tensione:**  
380-480 V  
trifase

# Auto-adattamento alle prestazioni richieste dall'impianto



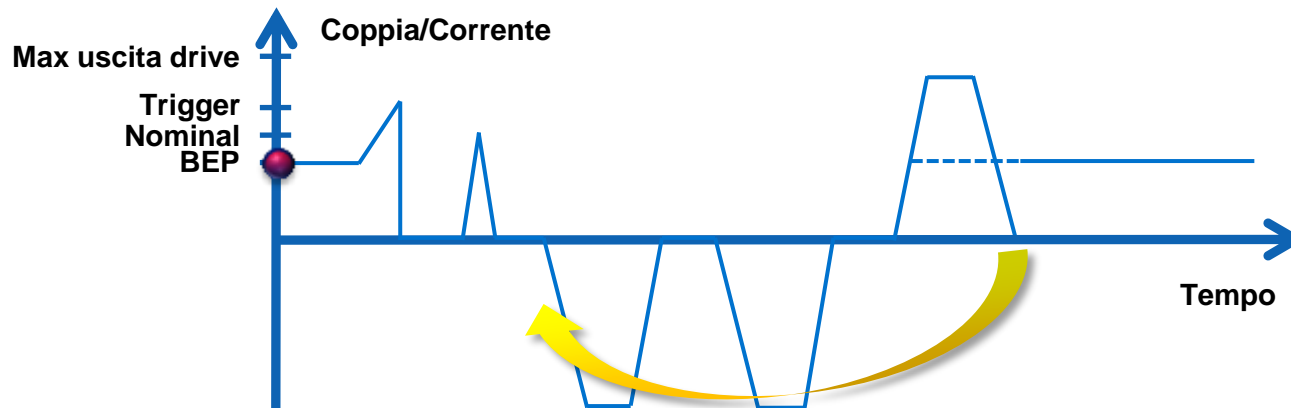
Cosa ha previsto il progettista

Situazione reale all'avvio della pompa



# Rilevamento intasamento - Pulizia pompa

Evitare la fuoriuscita di liquame  
– Rilevazione blocco e pulizia



# Pulizia tubazioni

## COME FUNZIONA:

La pompa, ad ogni inizio ciclo si attiva alla velocità massima, garantendo il flussaggio delle tubazioni

## RISULTATI:

Elimina i fenomeni di sedimentazione nelle tubazioni, tipica degli azionamenti ad inverter tradizionali



# Pulizia pozzo

## COME FUNZIONA:

A intervalli regolari il sistema tiene in marcia la pompa fino allo svuotamento quasi totale del pozzo.

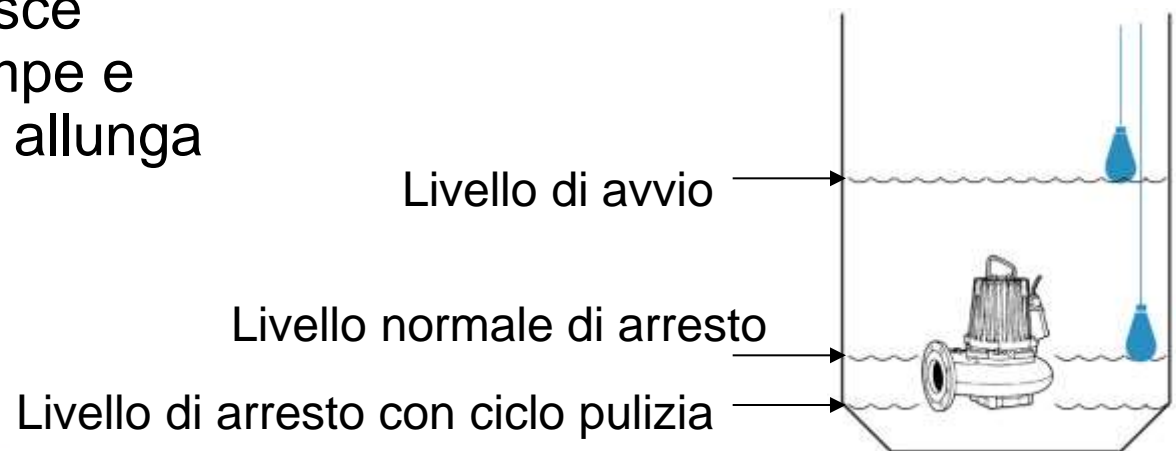
## Risultati

Minor sedimentazione nel pozzo riduce gli odori, impedisce l'intasamento delle pompe e dei misuratori di livello, allunga i cicli di manutenzione programmata.

Pozzo senza sistema di pulizia

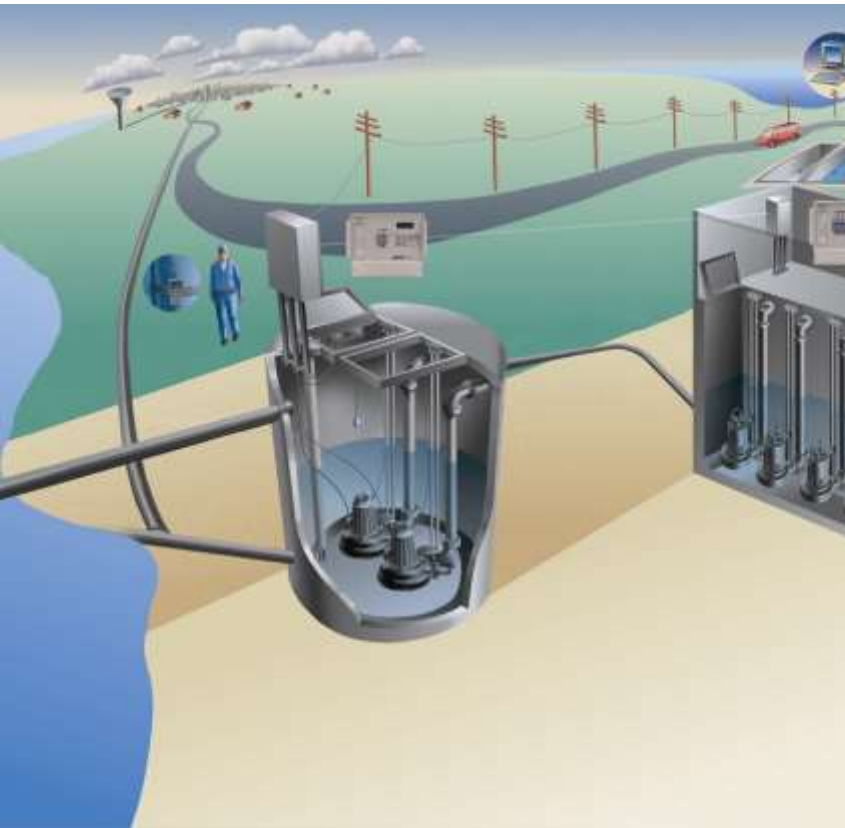


Pozzo con sistema di pulizia



# Gestione degli impianti

Garantire il buon funzionamento degli impianti nel tempo



- **Pulizia vasche**
- **Manutenzione dei canali**
- **Controllo funzionamento apparecchiature elettromeccaniche**
- **Manutenzione programmata delle pompe**

# Sistema di automazione e controllo

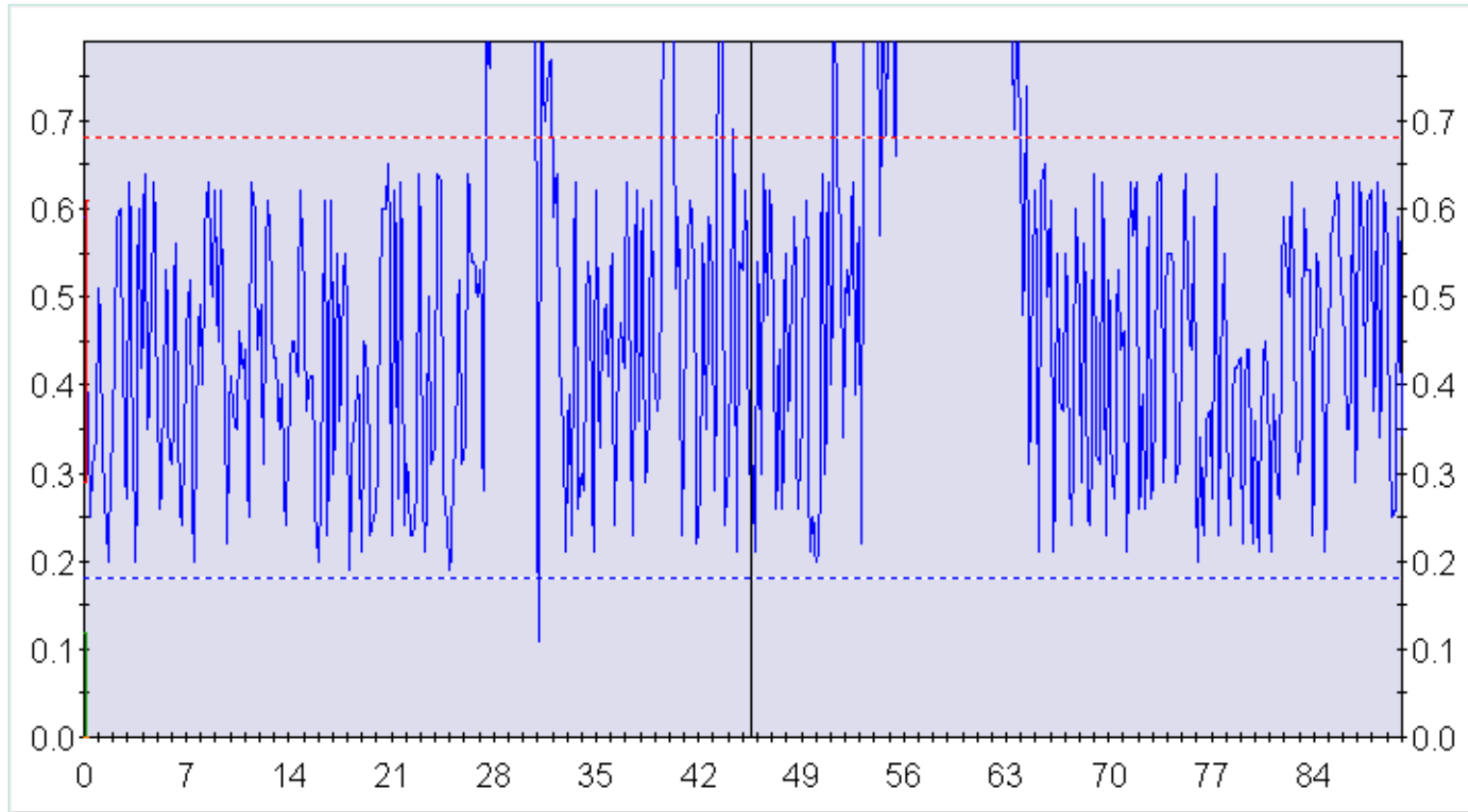
Per avere sempre il controllo il funzionamento delle vasche di pioggia e della rete fognaria



- **Riduzione dei costi operativi**
- **Controllo totale degli impianti periferici da postazione remota ( livello di riempimento della vasca)**
- **Gestione degli allarmi**
- **Interventi programmati e non “in emergenza”**
- **Rapportistica e statistiche per verificare l’efficace funzionamento**

# Verifica dei dati reali di funzionamento

Dati storici registrati nel sistema di telecontrollo



# Ma soprattutto evitiamo.....



# Criticità : Trasporto

- Trasporto sul luogo dell'intervento





# Criticità : Installazione

- Montaggi ed installazione di apparecchiature e accessori

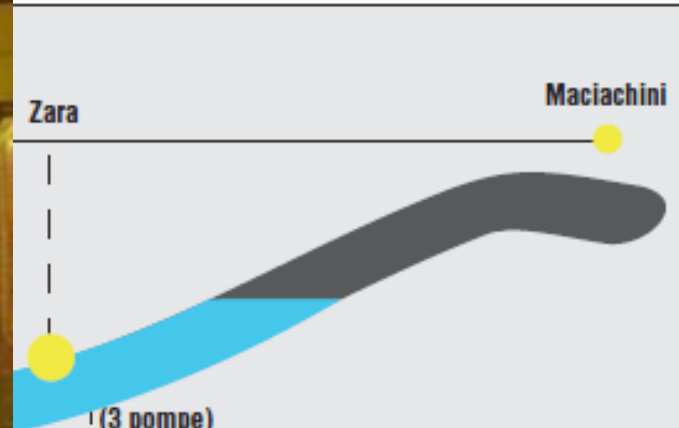


# Esondazione torrente Seveso e allagamento MM 3 di Milano – (2010)

Esondazioni ricorrenti dal 1976



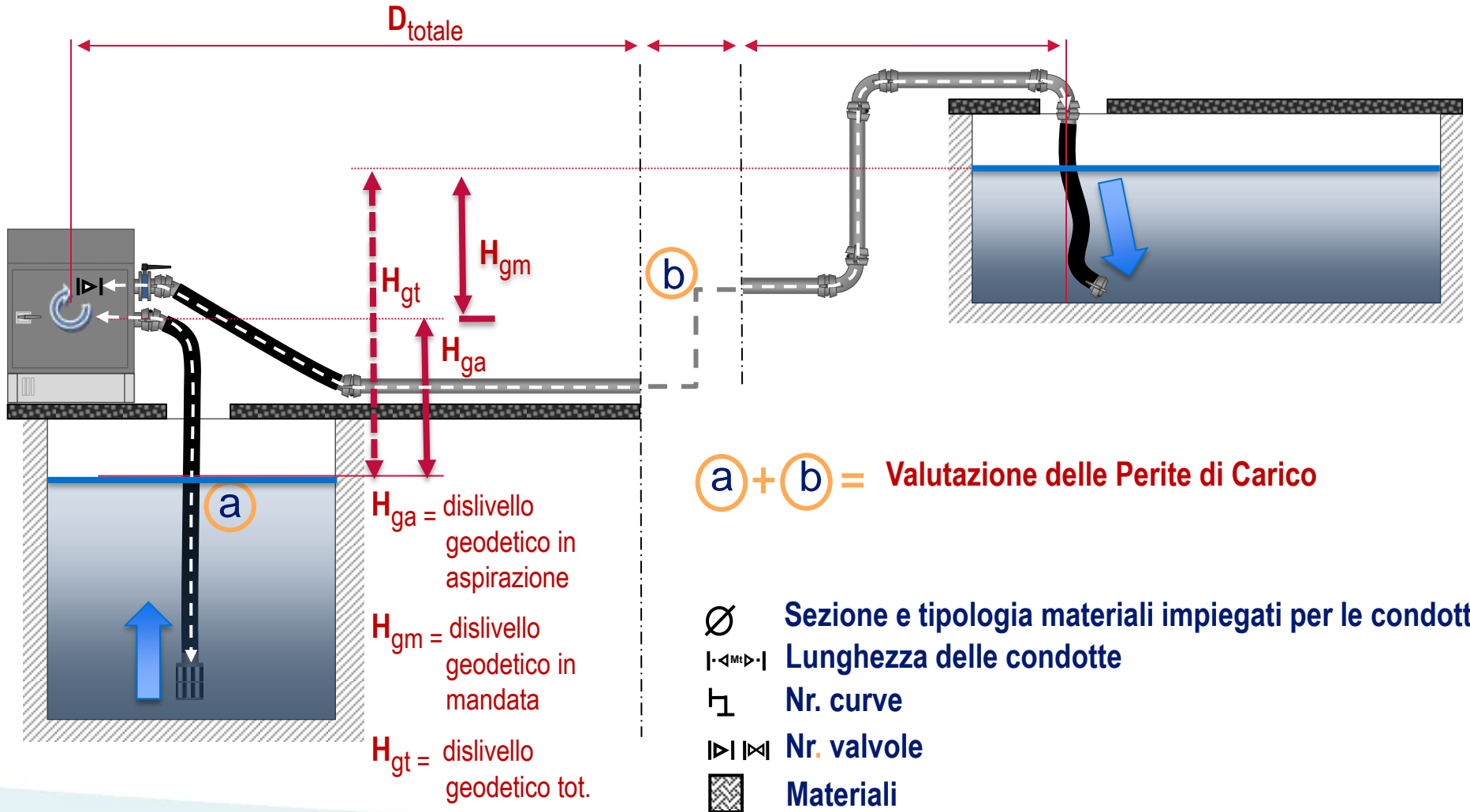
# Esondazione torrente Seveso e allagamento MM 3 di Milano – (2010)



# Fognatura di Orbassano – 2013 cedimento collettore fognario



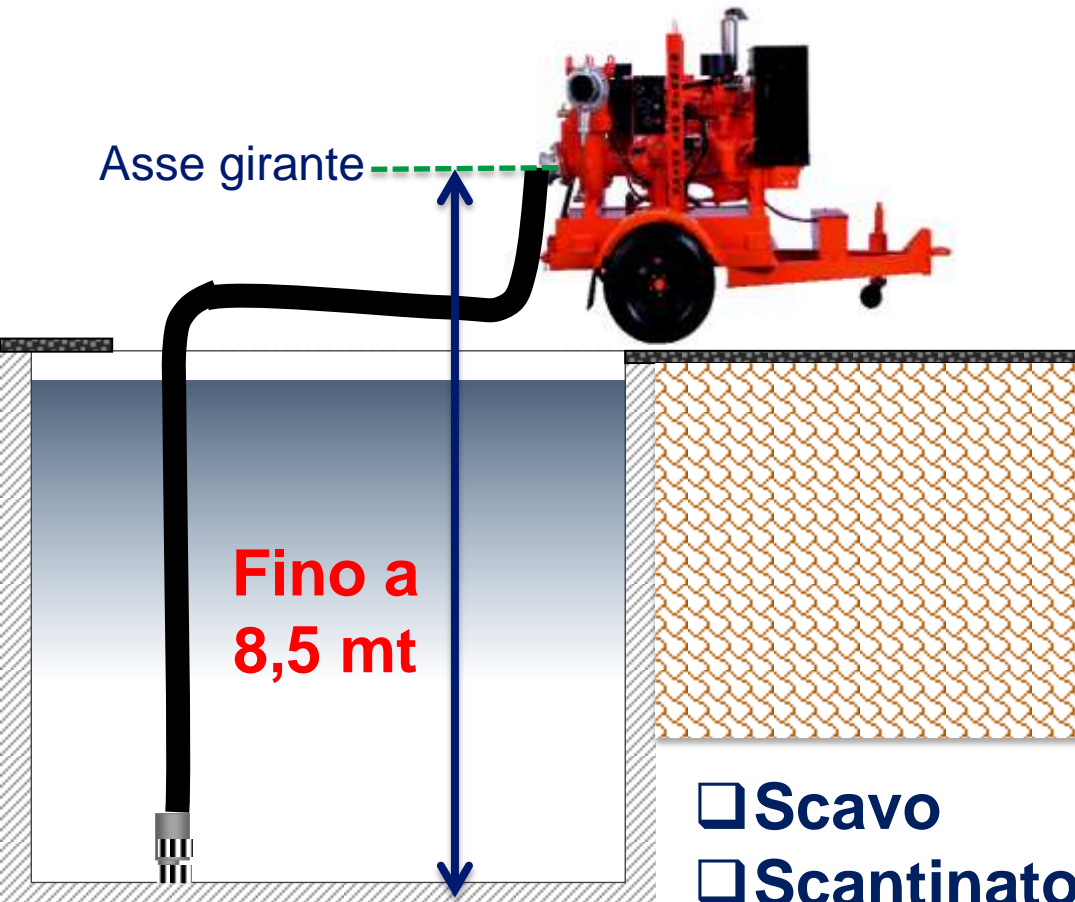
# Dimensionamento Motopompa: il calcolo delle perdite di carico e della curva resistente



**(a) + (b) = Valutazione delle Perite di Carico**

# Capacità di aspirazione : **fino a 8,5 mt**

## 1° Scenario (Ottimale) e più intuitivo....



- Consiste nel poter posizionare in sicurezza la pompa a ridosso del punto di prelievo;
- Contare su una capacità di aspirazione fino a 8,5 mt

- Scavo
- Scantinato/Garage
- Bacino

## 2° Scenario...

- Godwin CD 150 [diam tubaz.150 mm]
- $Q=30$  litri/sec
- $H_2O$  da svuotare = 3,0 mt

$$H_{\text{disponibile}} = 8,5 - 3,0 - 1,0 = 4,5 \text{ mt}$$

C scabrezza = 130 (cost)

Lunghezza equivalente (perdite di carico Hazen-Williams) = **2 mt / 100 mt**



**225 mt**

*L'area intorno al volume da svuotare  
è inaccessibile per i mezzi, oppure non  
raggiungibile a causa di alberi  
abbattuti o altri impedimenti*

1,0 mt

3,0 mt



# xylem

Let's Solve Water

FOLLOW US

