

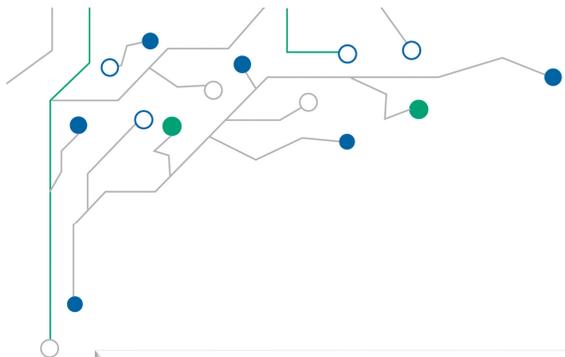
**ANIE**  
AUTOMAZIONE



**UN ESEMPIO CONCRETO DI COME LA TECNOLOGIA MPC PUO' CONTRIBUTIRE A MIGLIORARE E OTTIMIZZARE LA GESTIONE DI UNA RETE DI DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA POTABILE.**

**Rockwell**  
**Automation**

Alessandro Masiello – Rockwell Automation



**Mission**

**Overview generale**

**Descrizione dell'opportunità**

**Risultati**

**Conclusioni**



# WINDSOR UTILITIES COMMISSION

## Overview del Sistema di potabilizzazione

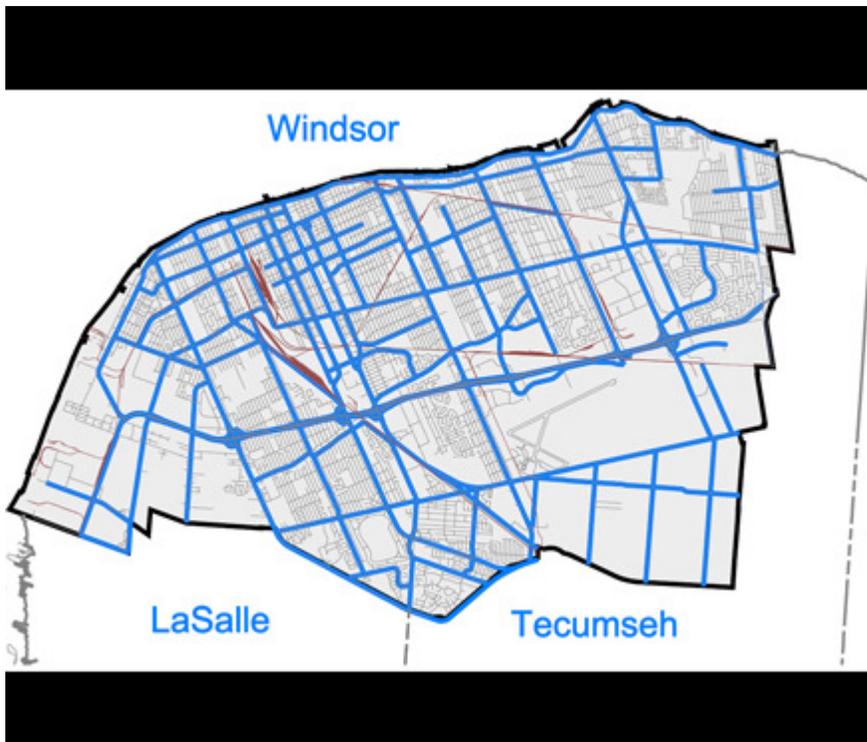


- Capacità totale giornaliera: 349 ML
- Capacità di stoccaggio: 118 ML
- N° impianti di trattamento: 2
- N° di stazioni di pompaggio: 3
- N° di impianti di sollevamento: 2
- Lunghezza rete: 1,100 km
- L'impianto di trattamento Albert H. Weeks fornisce ai residenti una media di 140 milioni di litri d'acqua al giorno.



# WINDSOR UTILITIES COMMISSION

## System Fast Facts



- 17% Non-Revenue Water
- 66 psi pressione media operativa (misurata alla stazione di pompaggio)
- Single pressure zone
- 17 Stazioni di pressione
- Sistema SCADA ridondante
- Comunicazione in fibra ottica lungo tutta l'area servita



# WINDSOR UTILITIES COMMISSION

## L'Opportunità

- 238 rotture all'anno (media)
- Età media delle condotte: 44 anni (una delle più vecchie in Ontario/Canada)
- Aumento dei costi energetici
- Pressione della rete non costante durante periodi di picchi/bassa richiesta



WINDSOR  
UTILITIES  
COMMISSION



# WINDSOR UTILITIES COMMISSION

## L'Opportunità



- Scoperta e valutazione della tecnologia di controllo predittivo per l'industria di processo
- Cos'è e potrebbe essere applicate al settore delle acque potabili?
- Cosa può fare la tecnologia di controllo predittivo per WUC?
- Inizio di un progetto in cooperazione con Rockwell Automation
- Inizio progetto per la strategia e modello di pompaggio



WINDSOR  
UTILITIES  
COMMISSION



# WINDSOR UTILITIES COMMISSION

L'Opportunità

**Variabilità del processo = inefficienza =  
aumento dei costi**



# WINDSOR UTILITIES COMMISSION

## L'Opportunità

- Origine della variabilità di processo
  - Inconsistenza operativa
  - Troppi parametri da monitorare simultaneamente
  - La variazione di una variabile agisce su molte altre
- Strategie di Controllo precedenti
  - Focus su Training?
  - Focus su Procedure?
  - Semplice controllo PID?



# WINDSOR UTILITIES COMMISSION

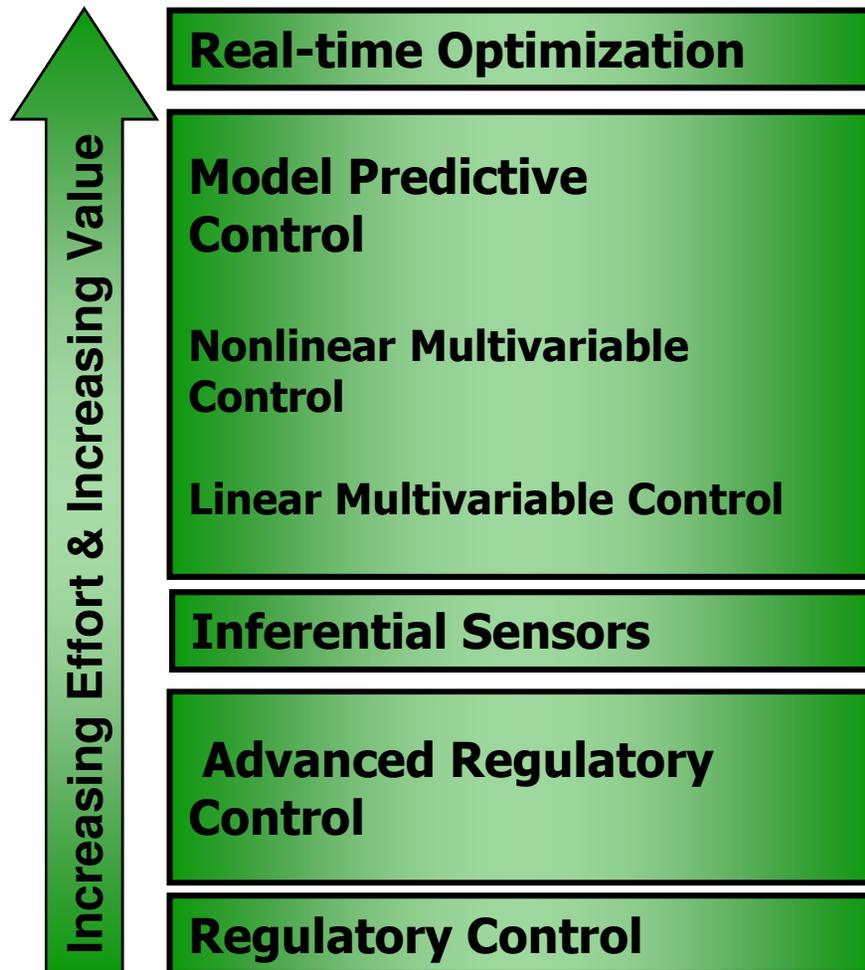
## La Soluzione

Come svilupperemo questa soluzione in modo efficace?

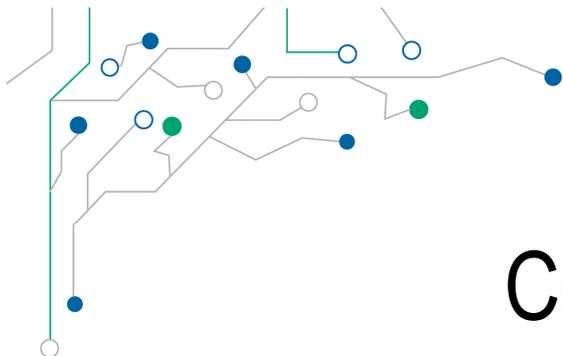
- Analisi dell'attuale strategia di controllo del processo.
- Focalizzarsi sull'ROI più alto.
- Sviluppare in più fasi per ridurre i rischi.



# Advanced Process Control



- Ottimizzazione Economica
- Massima capacità
- Massima resa
- Riduzione della variabilità
- Miglioramento delle transizioni
- Inferenziali
- Variazione del guadagno
- Controllo basato su regole
- Loop con lunghi tempi di ritardo
- Controllo PID semplice



# Cosa rende l'MPC Diverso?

## PID

### SINGOLO INGRESSO & SINGOLA USCITA

Setup di un target e il controllo di processo variable intorno al target.  
Quale sia il miglior SP è spesso sconosciuto

### CONTROLLO FEEDBACK

Il controllore non eseguirà nessuna azione a meno di un errore nella PV

### CONTROLLO DELLA QUALITA' INDIRETTO

Controllo della qualità attraverso di temperature, pressione o portata, etc.

### BASSA QUALITA' DI CONTROLLO

Durante estensivi tempi di ritardo o interazioni dinamiche complesse

### I SET POINT DEI CONTROLLORI PID NON SOLO OTTIMI

Con oggetto un'ottimizzazione di insieme

## MPC

### INGRESSO MULTIVARIABLE & USCITA MULTIVARIABLE

Strategia di controllo basata su una matrice di correlazioni delle principali variabili di processo.

### CONTROLLO PREDITTIVO

Modello dinamico del processo sviluppato attraverso step test  
Predizione del controllo future e controllo in feedback

### CONTROLLO DELLA QUALITA' DIRETTO

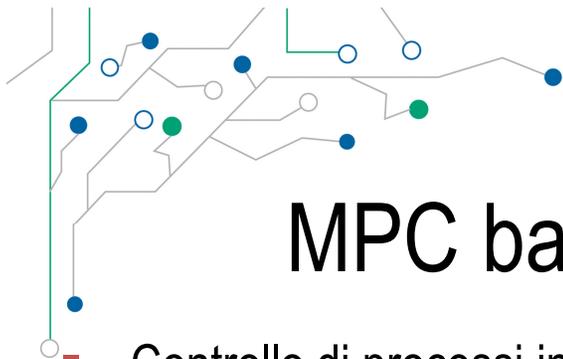
Le proprietà come qualità possono essere controllate direttamente

### MODELLI DINAMICI ESPLICITI

Utilizzare le capacità computazionali per calcolare l'impatto sui prodotti

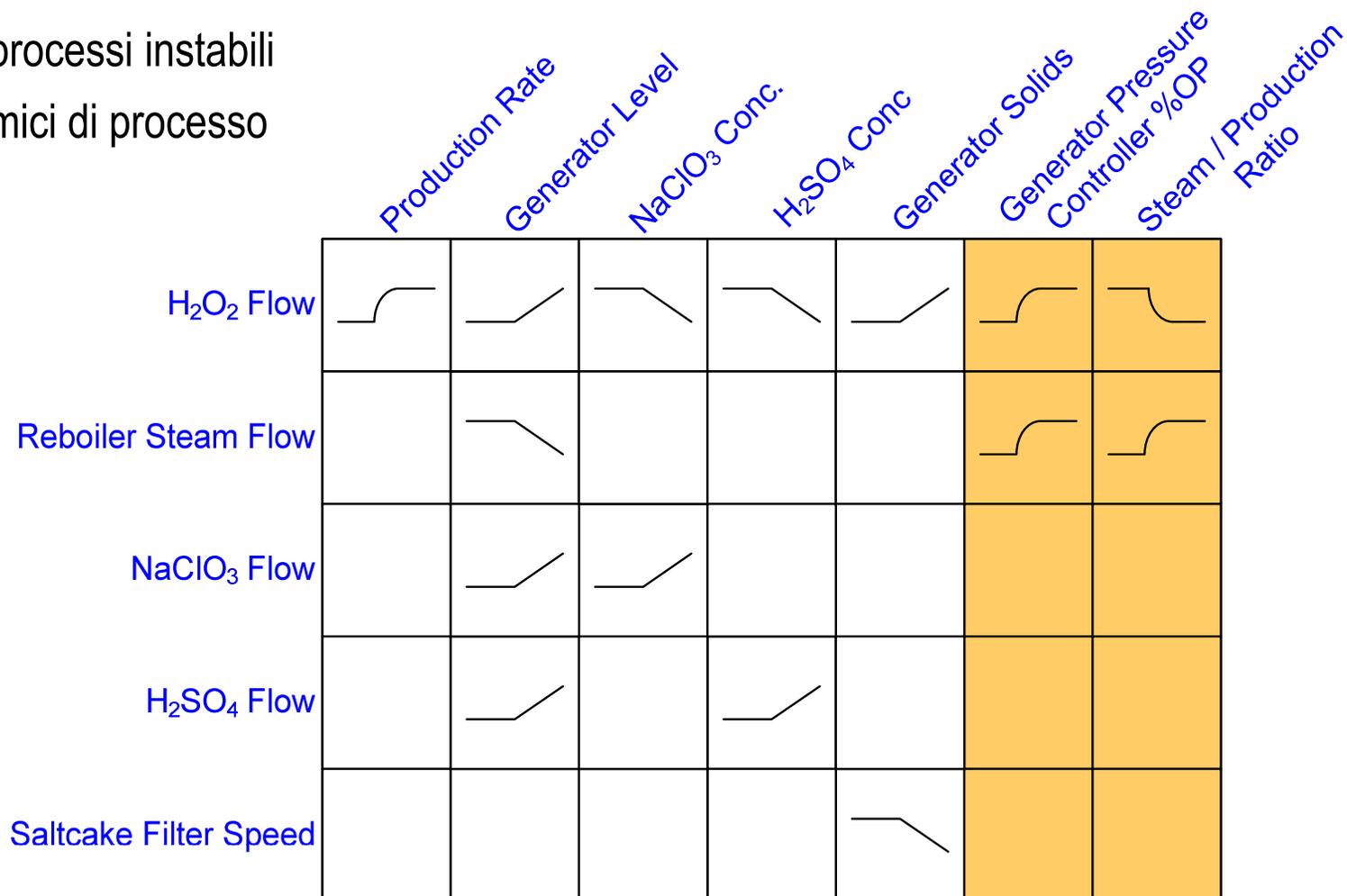
### TARGET DEI CONTROLLORI PID OTTIMALE

Calcolati, impostati e modificati continuamente



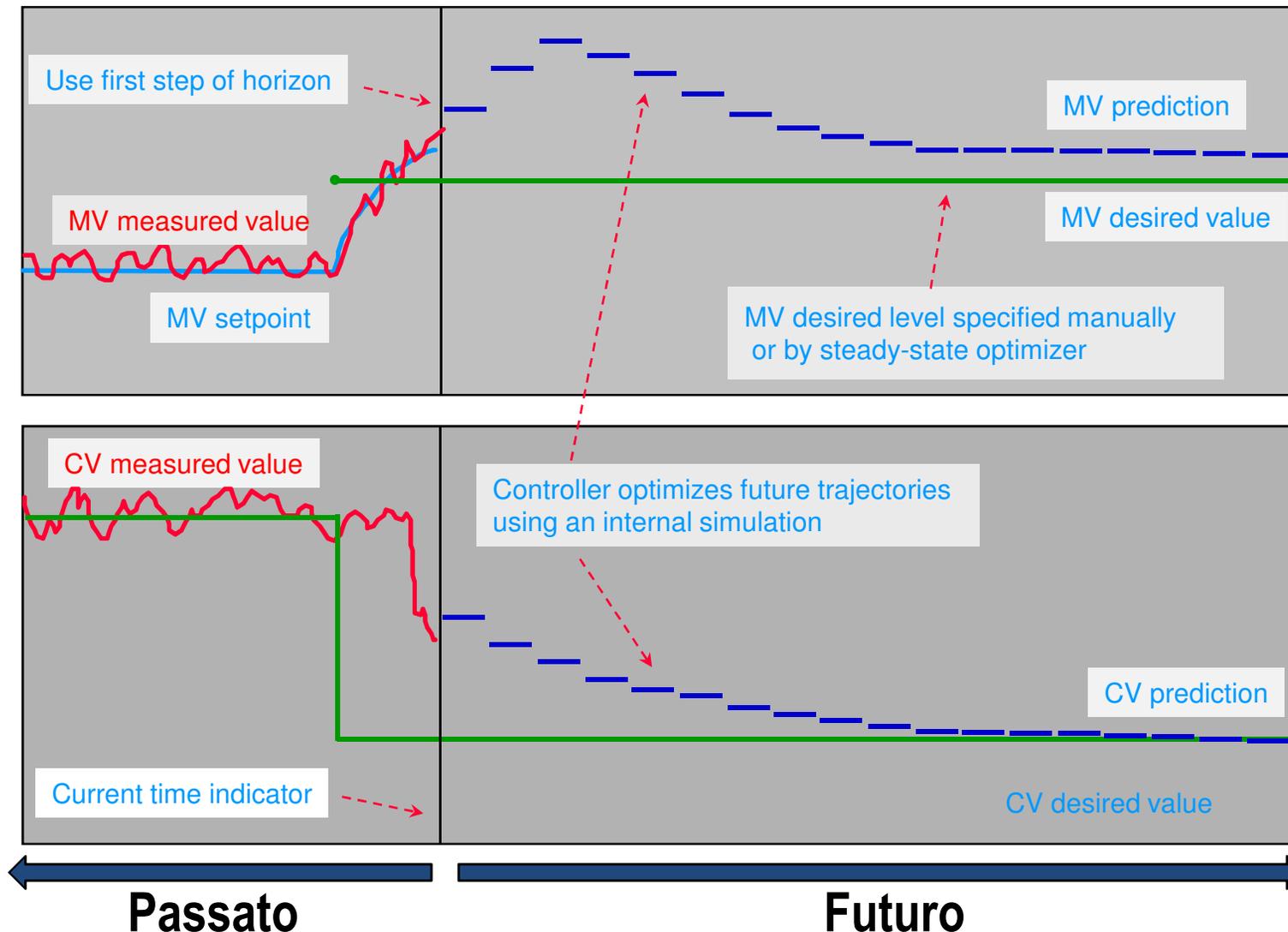
# MPC basato su Modello del Processo

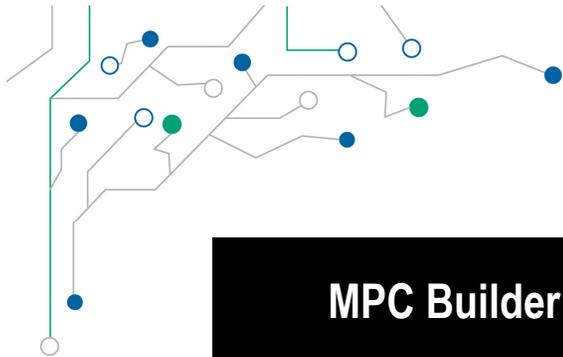
- Controllo di processi instabili
- Modelli dinamici di processo





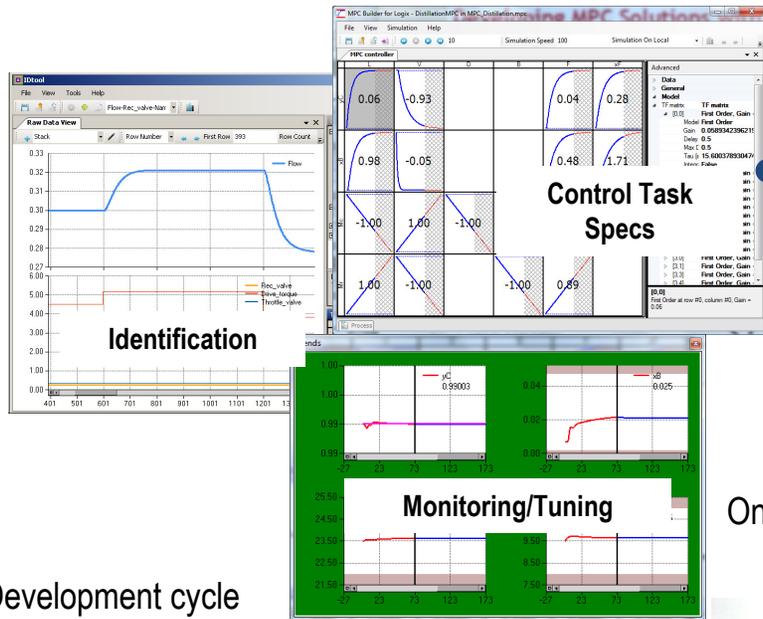
# Model Predictive Control (MPC)





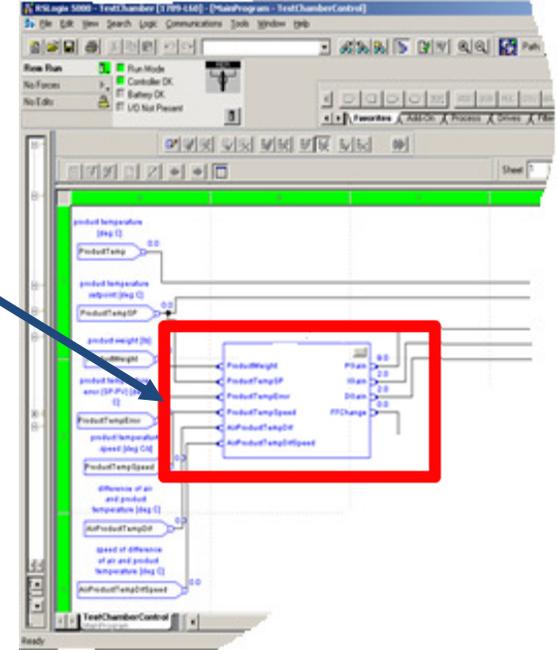
## MPC Builder

## Controller Programming environment



```

AOI (.L5X)
<Line
Number="67"><![CDATA[MV_B:=Data.Mvs[3].value;]]></Line>
<Line
Number="68"><![CDATA[status:=Controller.status;]]></Line>
<Line
Number="69"><![CDATA[if Data.HeartBeat<10 then]]></Line>
Number="70"><![CDATA[Data.HeartBeat:=Data.HeartBeat+1;]]></Line>
Number="71"><![CDATA[else]]></Line>
</Line>
  
```



Online change monitoring



### Development cycle

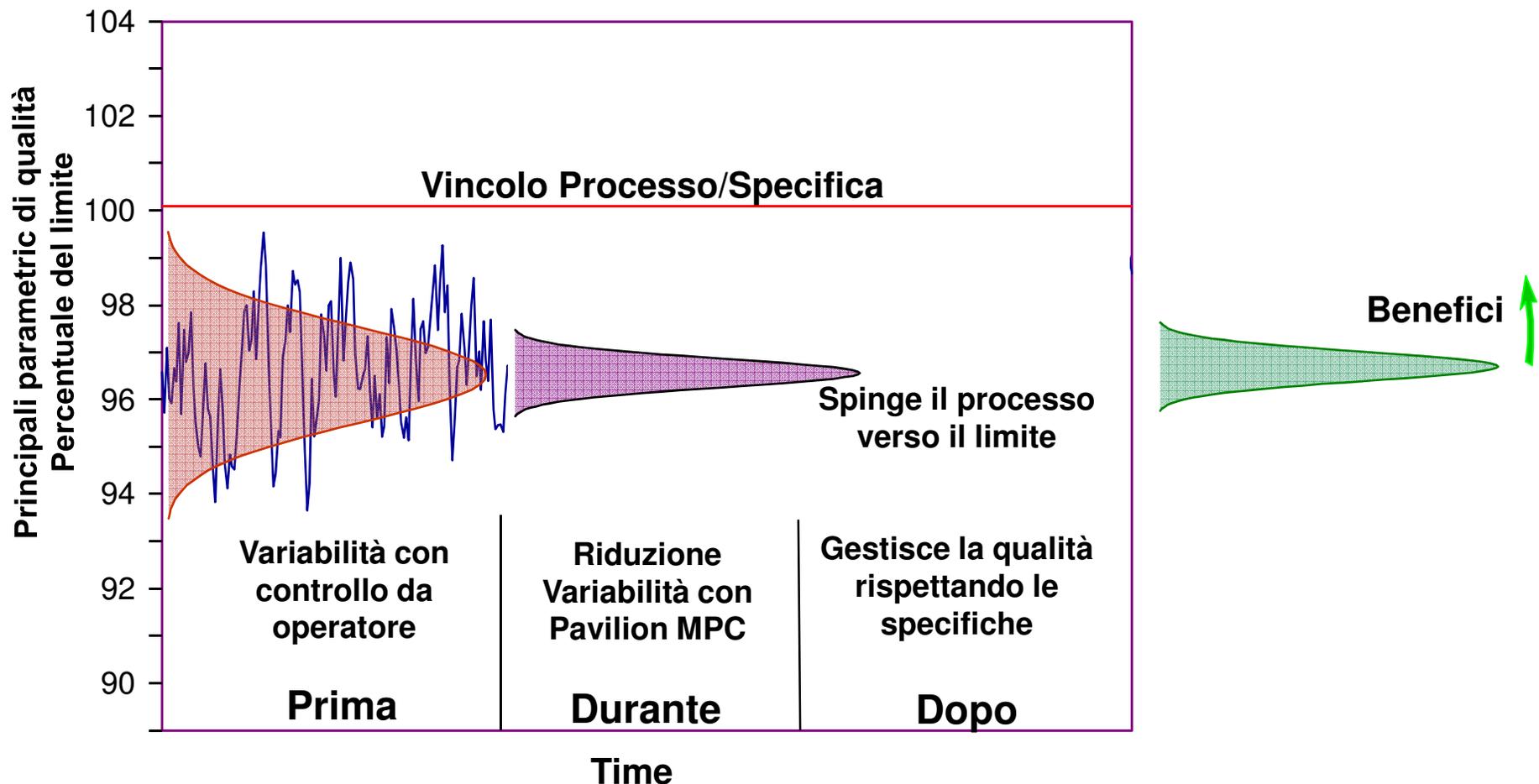
1. Identificare i parametri di processo
2. Specificare funzione obiettivo e vincoli
3. Generare l'MPC AOI
4. Importare e instanziare l'AOI
5. Download del progetto nel controllore
6. Monitorare e 'tunare'

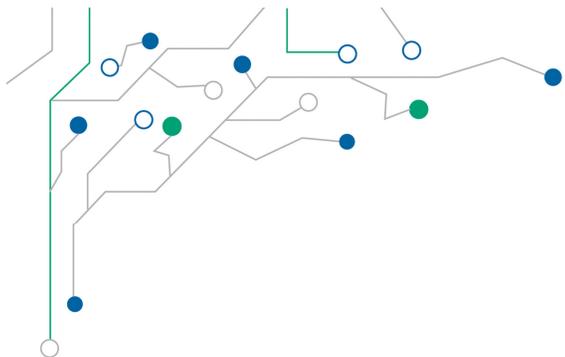
Program download



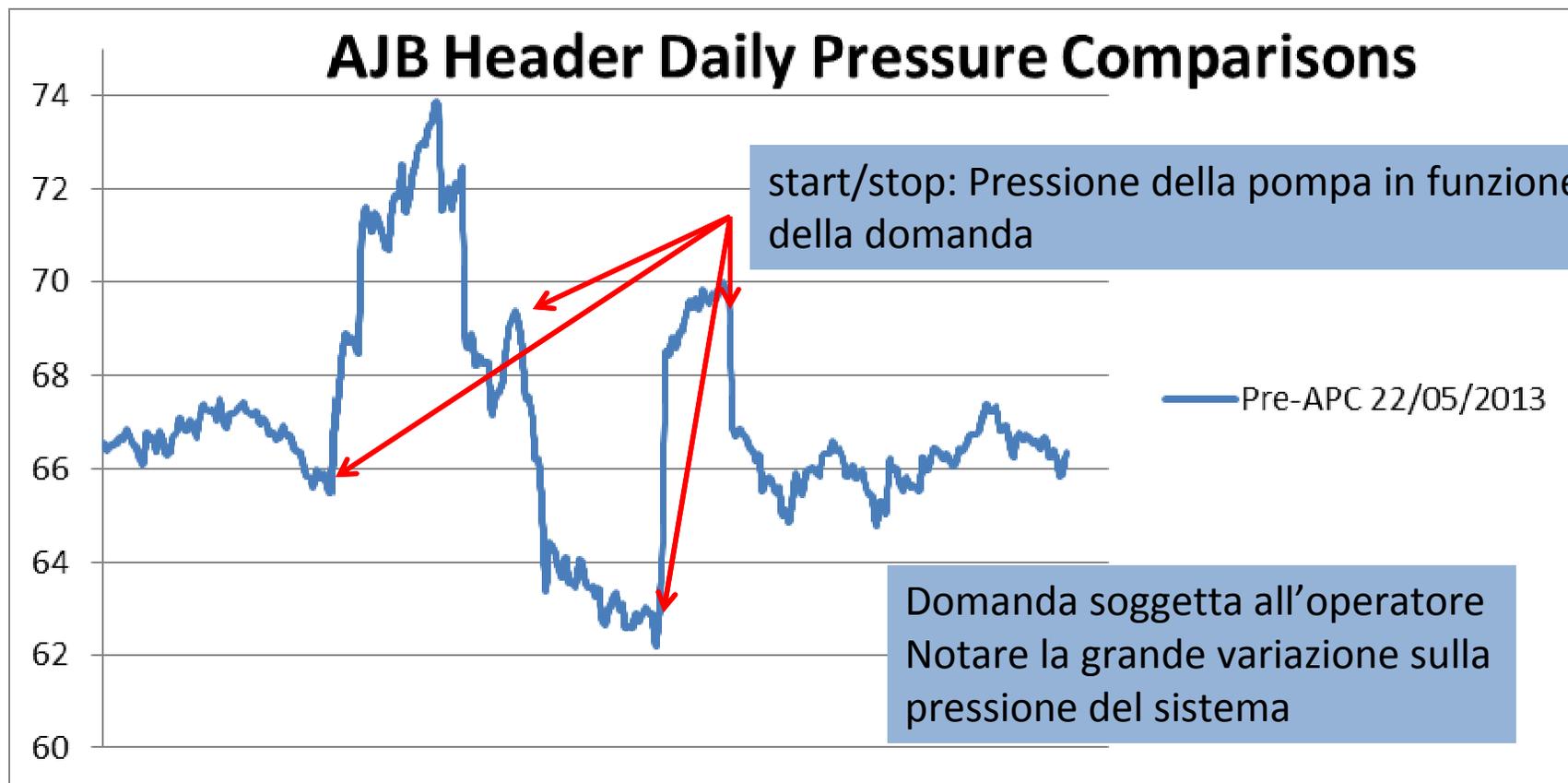
# Come l'MPC Genera Benefici

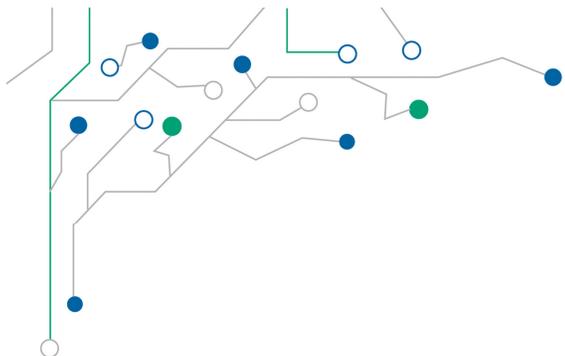
- Riduzione della variabilità
- Soddisfa la "Plant Obedience"
- Gestisce un processo e i suoi vincoli
- Raggiunge un "uplift" – opera più vicino alla reale specifica e ai limiti di prestazione rispettando i margini di sicurezza



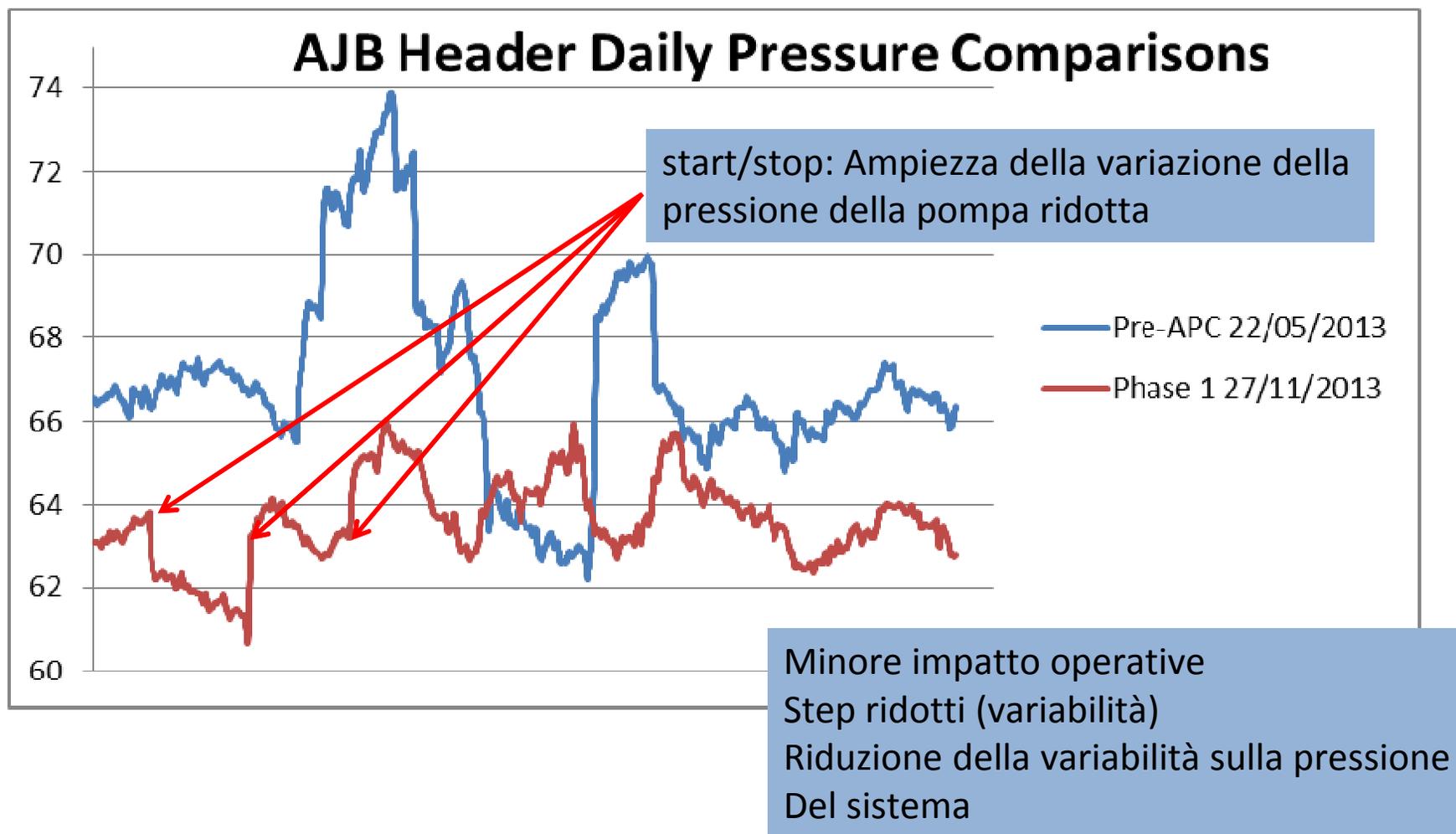


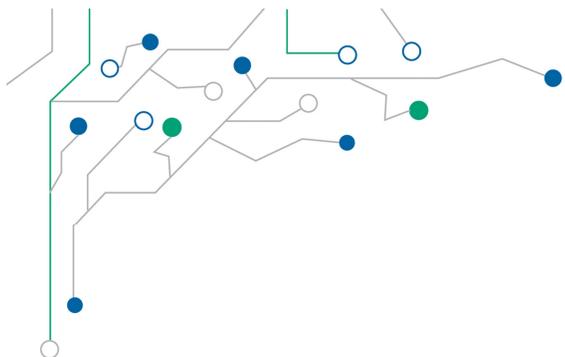
# I risultati



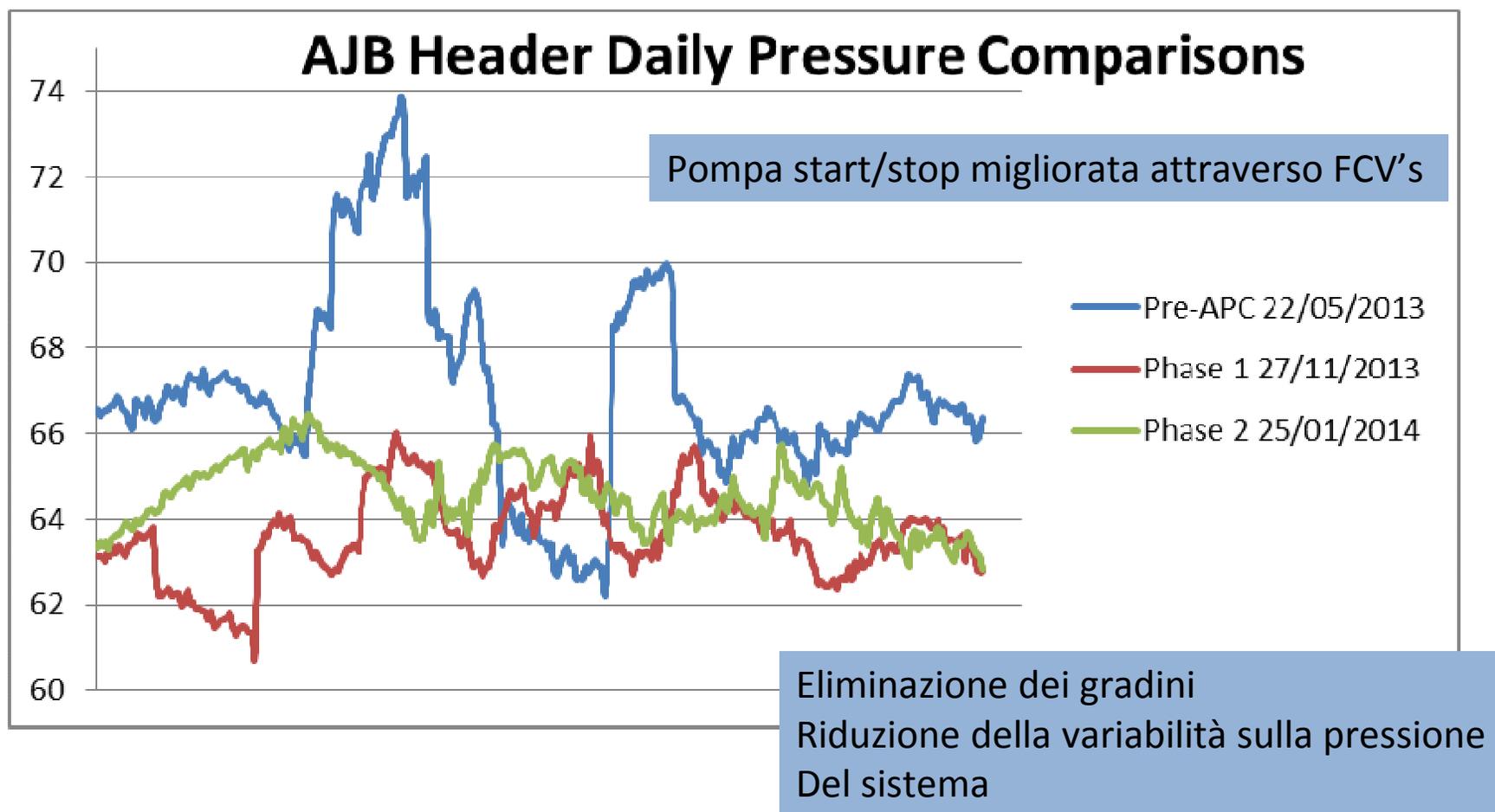


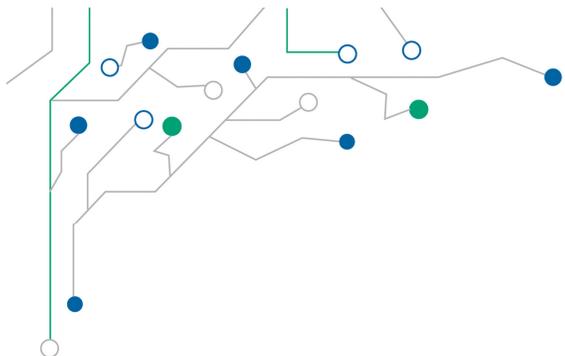
# I risultati



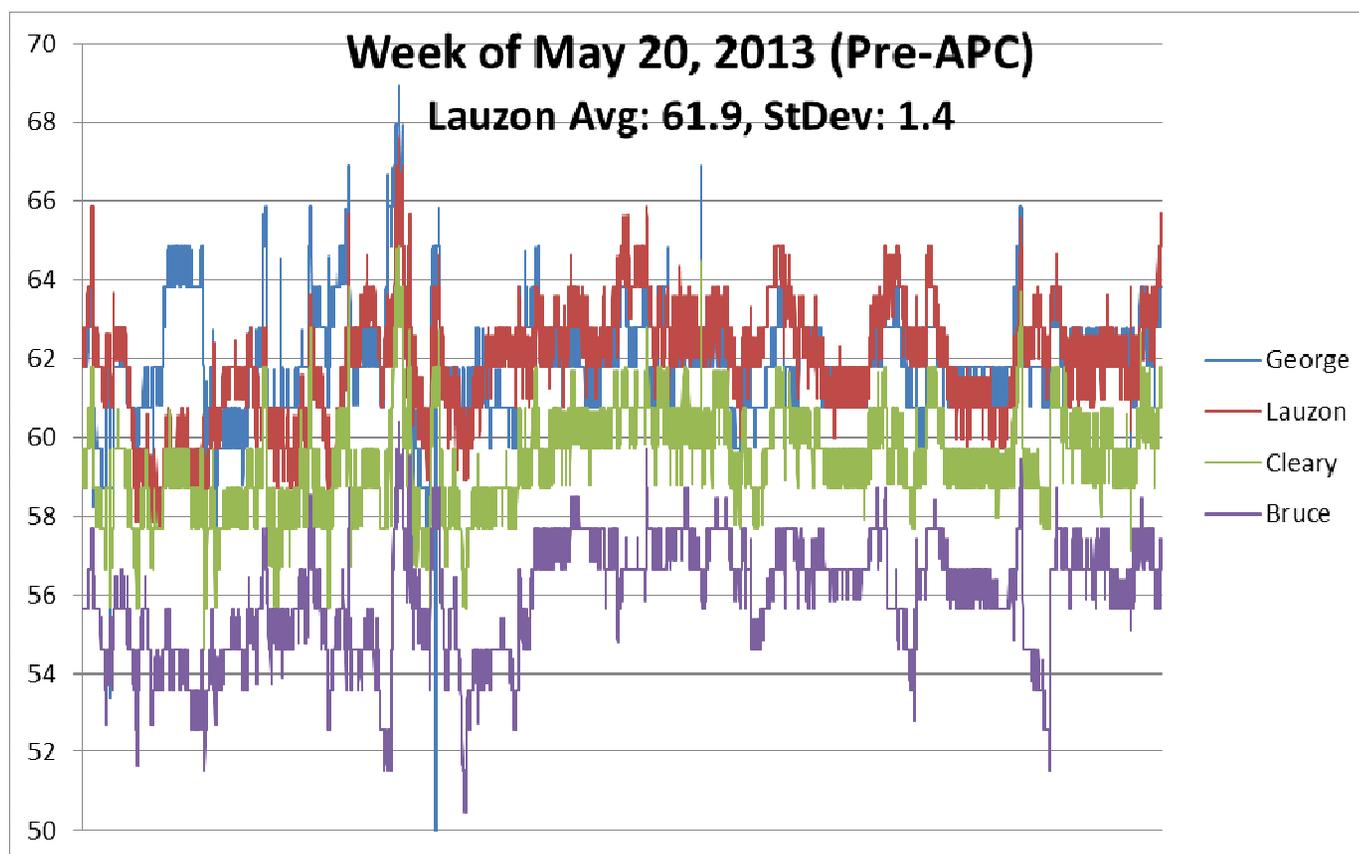


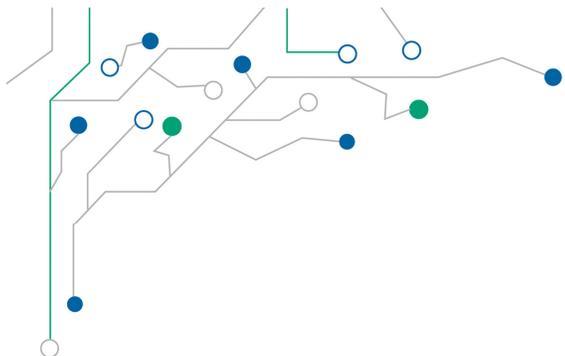
# I risultati



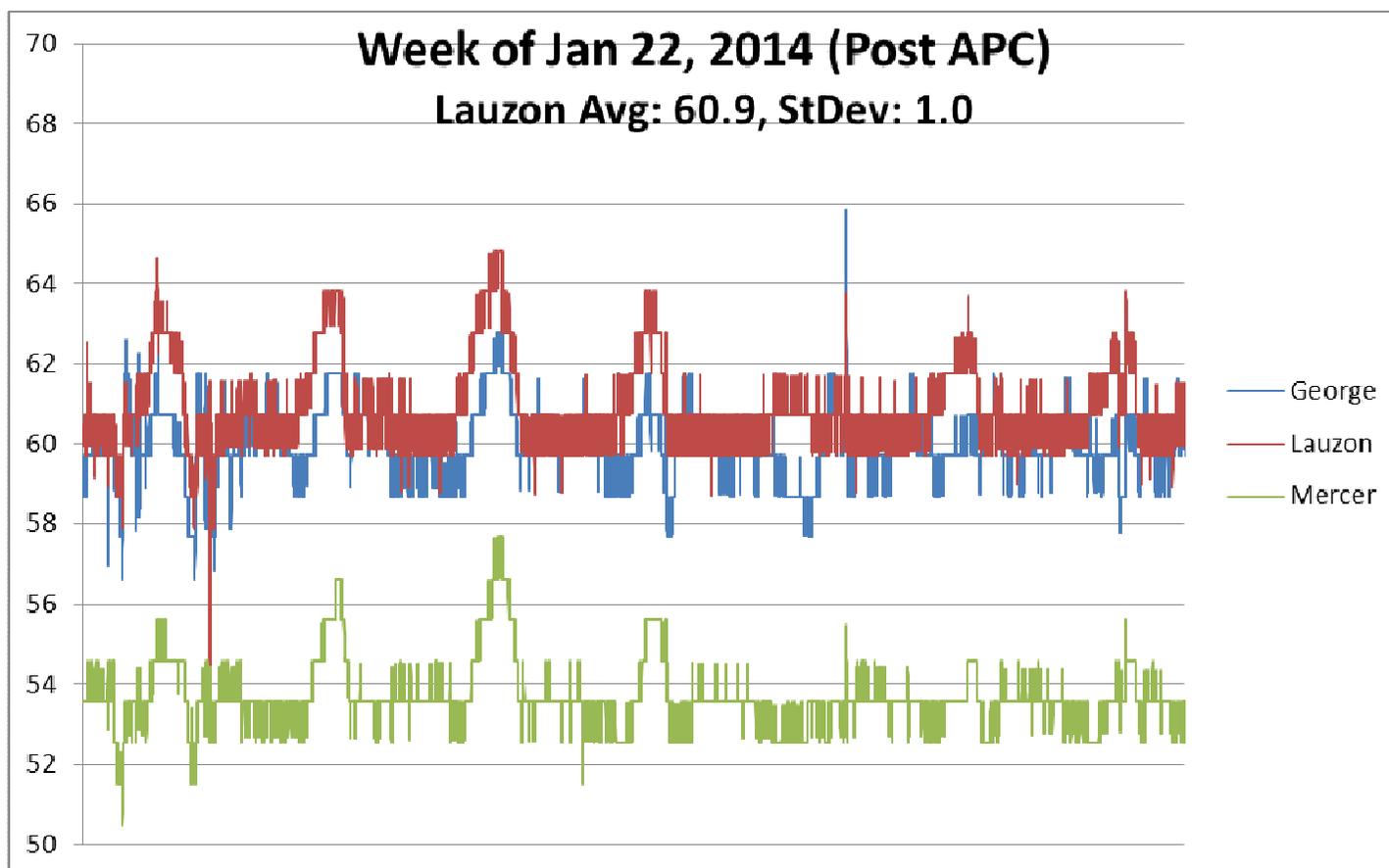


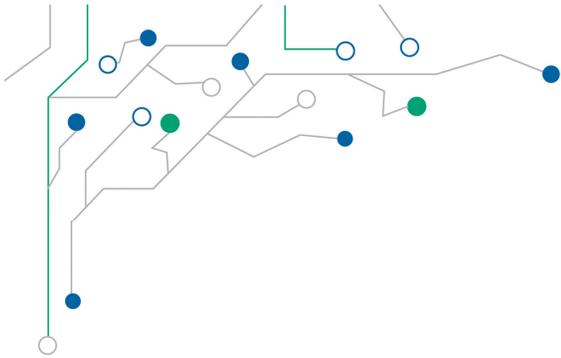
# I risultati



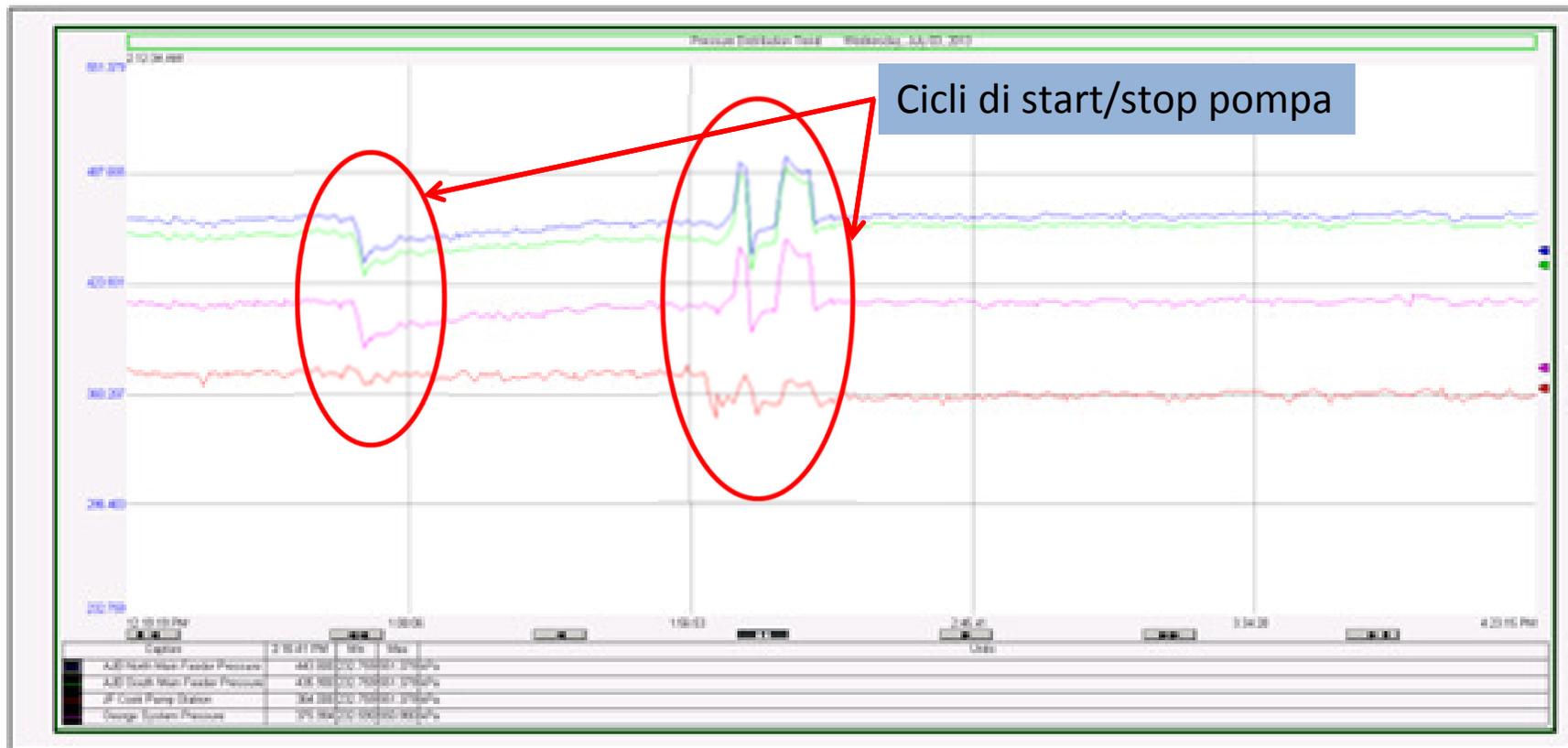


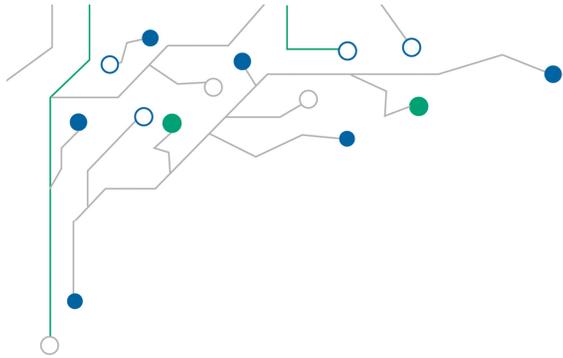
# I risultati





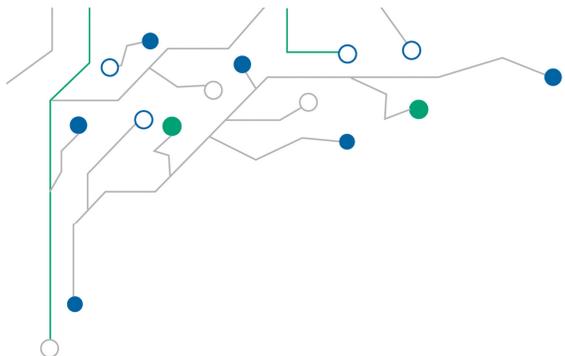
# I risultati





# I risultati

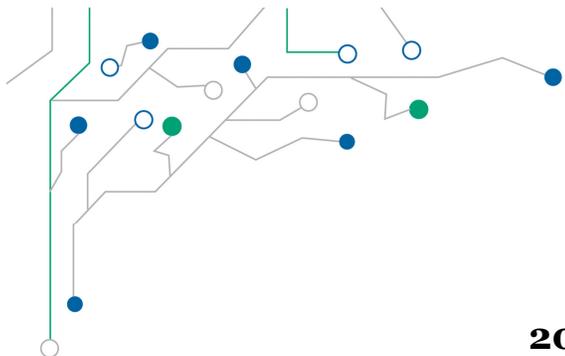




# I risultati

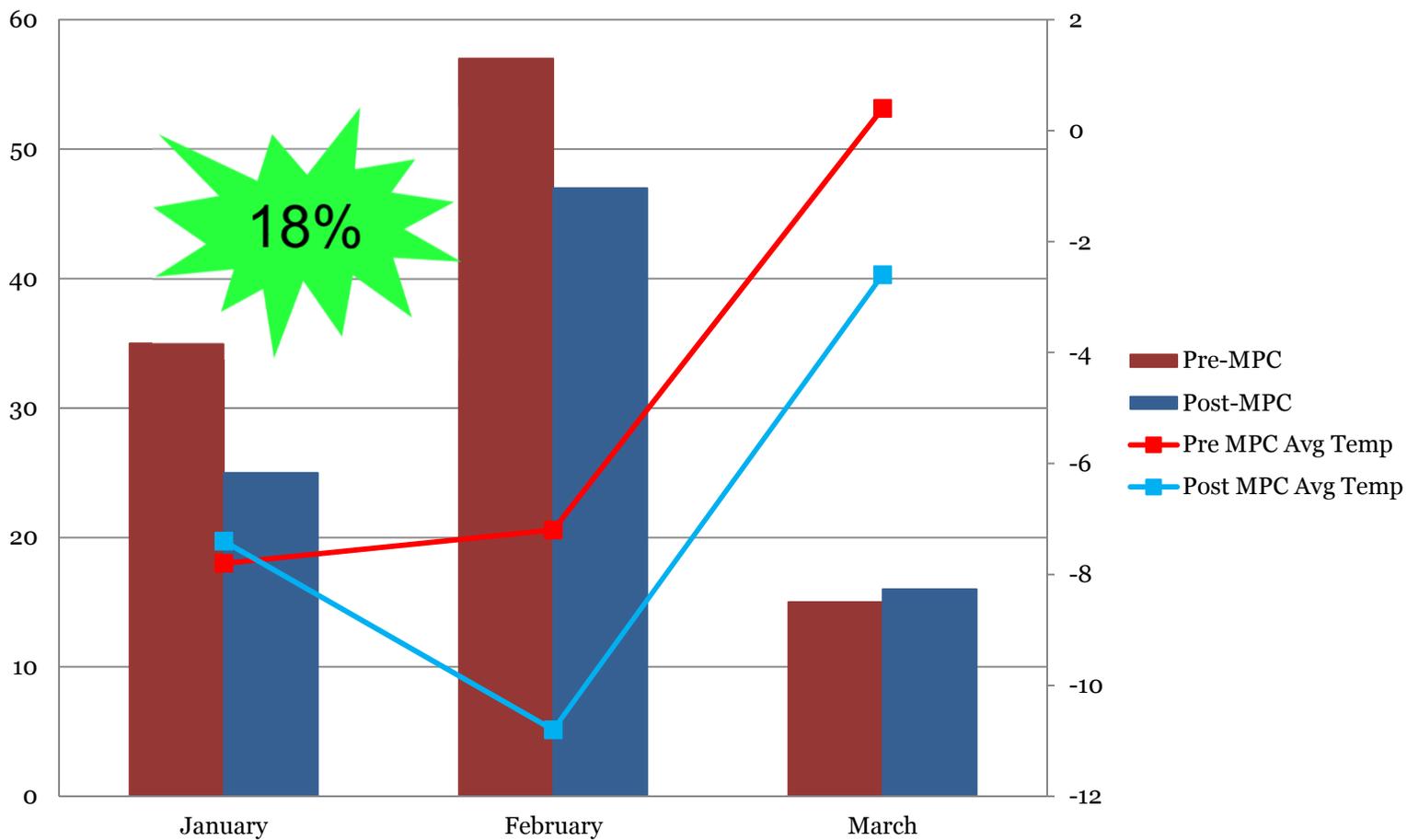
## 2012-2014 Rottura Condotte

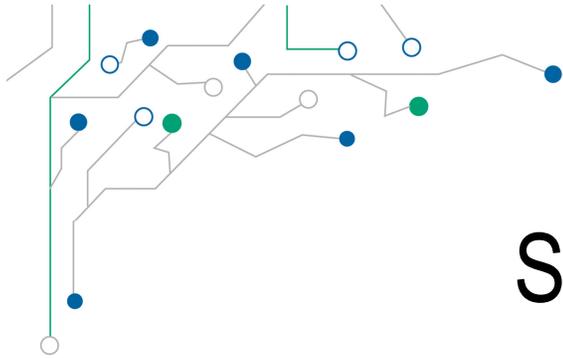




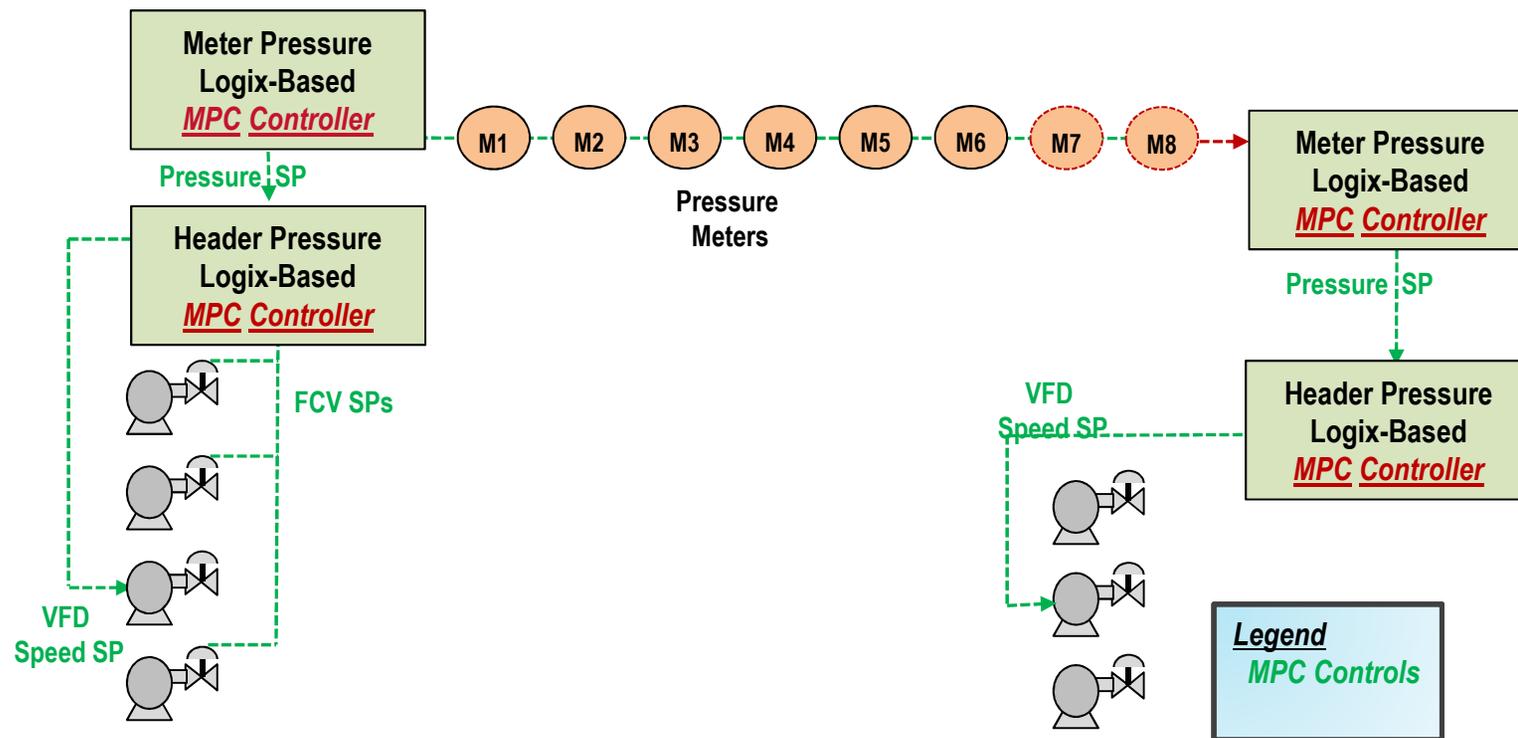
# I risultati

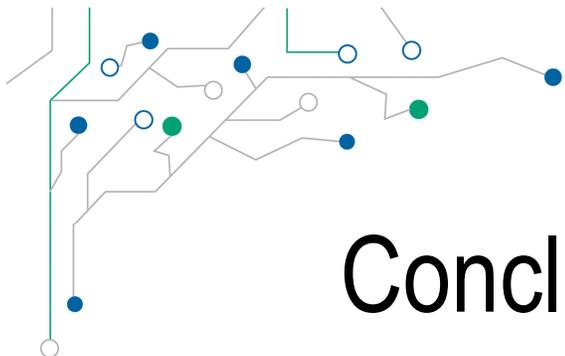
## 2014 vs Coldest Average Mean Temperature





# Sviluppo di un PlantPax MPC



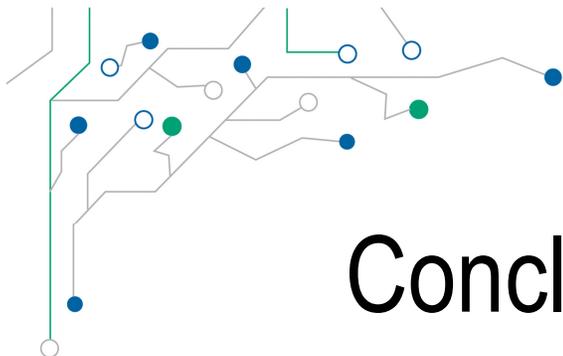


# Conclusioni – Benefici Ottenuti

## Benefici ottenuti

- Riduzione della pressione media del sistema del 2.8% equivalente a un beneficio di circa \$125K
- Riduzione della variabilità del 29%
- Aggiunta di controllo multi-zona per zone periferiche
- Eliminazione delle variazioni durante start/stop pompa
- Riduzione delle rotture in condotta del 21% equivalente a un beneficio di circa \$125k
- ROI < 1 anno



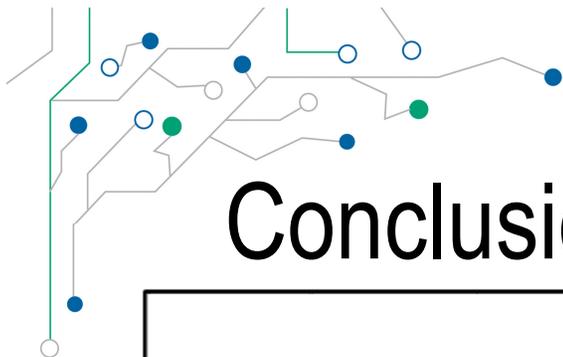


# Conclusioni – Fasi Successive

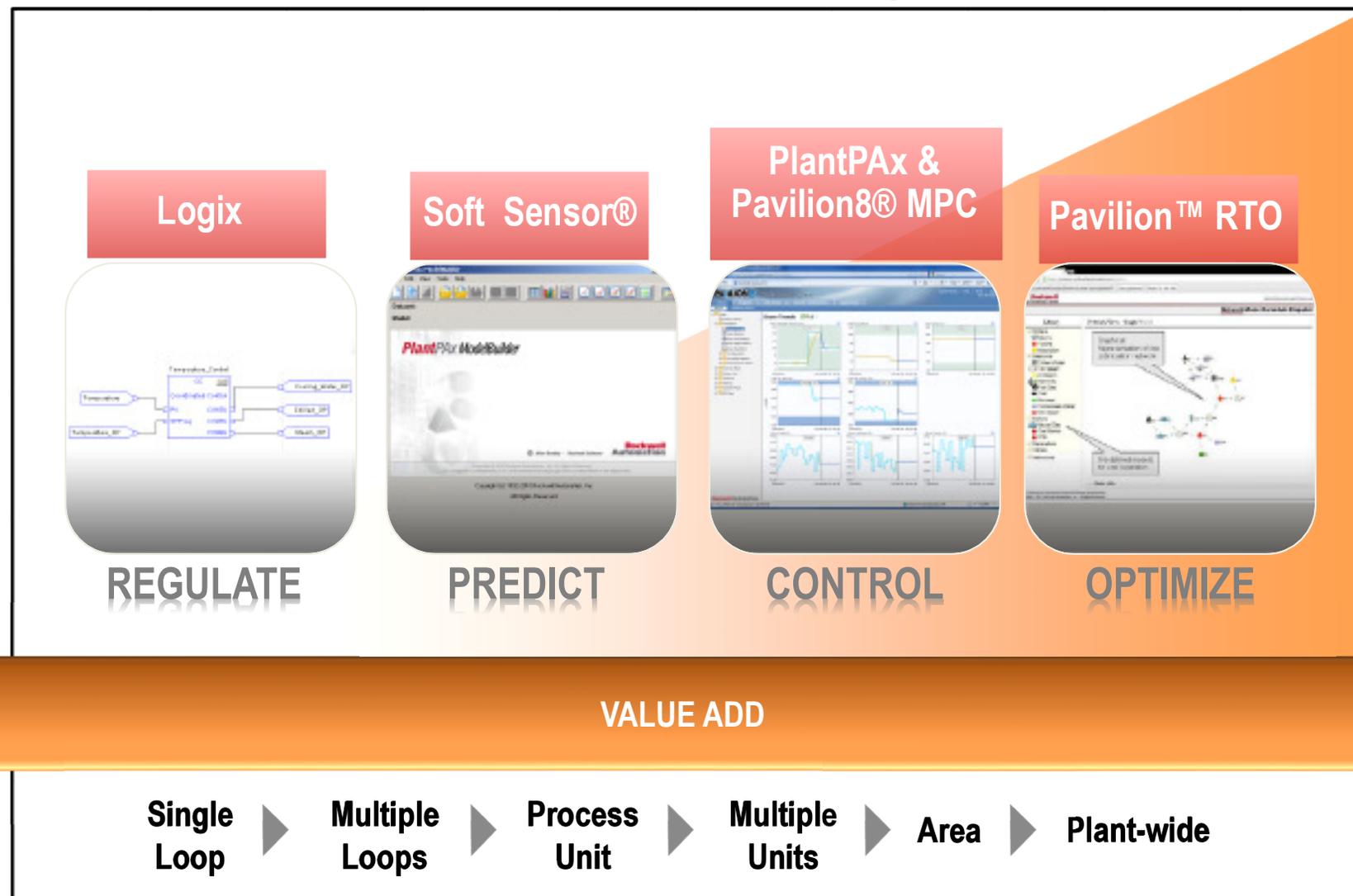


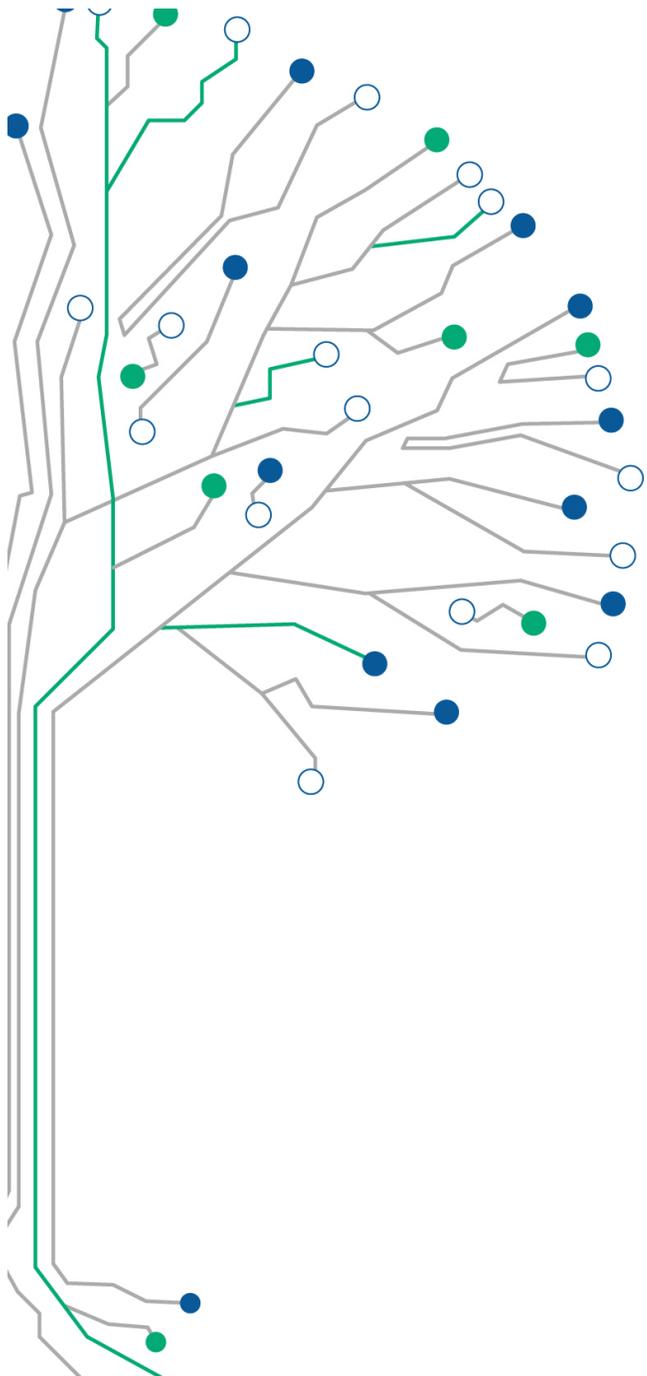
## Fasi successive

- Aggiungere controllo VFD alla stazione di sollevamento “George”
- Applicazione del nuovo VFD al modello
- Valutare l'utilizzo del controllo MPC in altre aree



# Conclusioni – La Tecnologia Rockwell





**ANIE**  
AUTOMAZIONE



Grazie

Alessandro Masiello – Rockwell Automation