



**UNIVERSITÀ  
DI PARMA**

# “Nuovi approcci alla progettazione di macchine impianti e processi”

**Prof. Ing. Roberto MONTANARI**

**[roberto.montanari@unipr.it](mailto:roberto.montanari@unipr.it)**

Dipartimento di Ingegneria ed Architettura  
Università degli Studi di Parma  
Viale Parco Area delle Scienze 181/A - Campus universitario 43124 Parma  
tel. **0521-905851**, cell **331 3352452** fax 0521-905705

# L'innovazione industriale

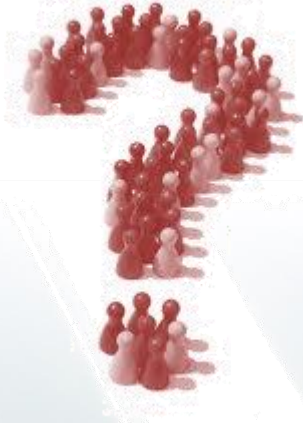
## Alcuni obiettivi dell'innovazione:

- aumentare la **qualità** di un prodotto preesistente;
- ridurre i **costi**;
- sviluppare un **prodotto innovativo** che risulti strategico;
- aumentare la **competitività** aziendale.



## Fattori limitanti della ricerca innovativa:

- utilizzo di risorse dal **ritorno** strategico ed economico incerto;
- utilizzo di risorse interne con **conoscenze** consolidate ma esclusivamente orientate al settore di riferimento dell'azienda;
- il dover ricorrere internamente a **prove sul campo** e/o in laboratorio, diminuendo le risorse dedicate al processo produttivo;
- se necessario, dover ricorrere all'utilizzo di un **software** nuovo per l'azienda, impegnando risorse in formazione al fine di conseguire una buona conoscenza del nuovo strumento.



# La simulazione a supporto dell'innovazione

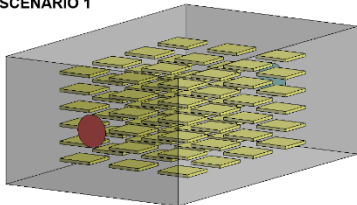
## I risultati ottenibili:



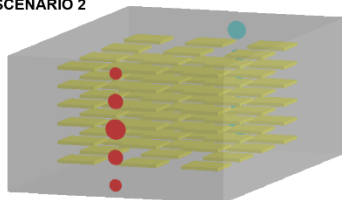
# Case studies di successo

## Processo di essiccazione

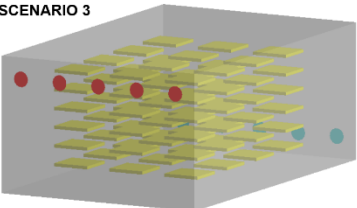
SCENARIO 1



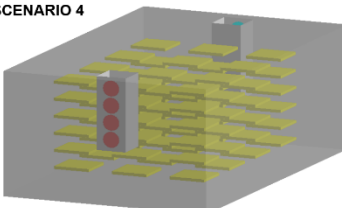
SCENARIO 2



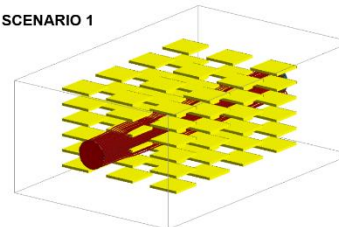
SCENARIO 3



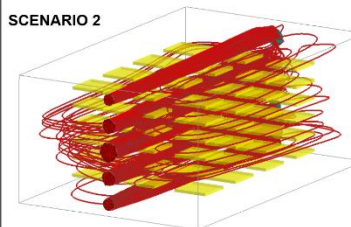
SCENARIO 4



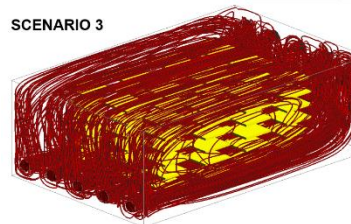
SCENARIO 1



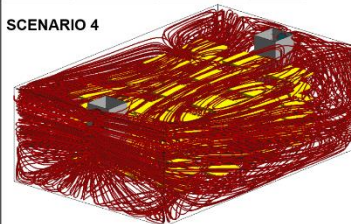
SCENARIO 2



SCENARIO 3

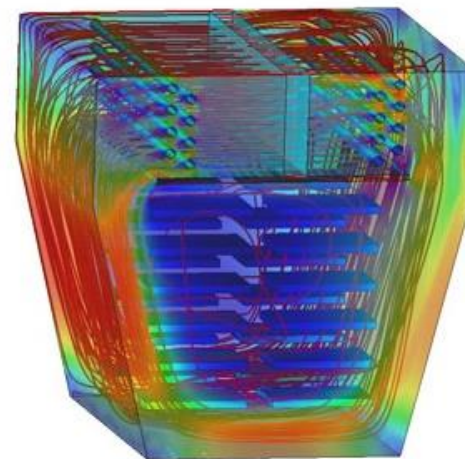
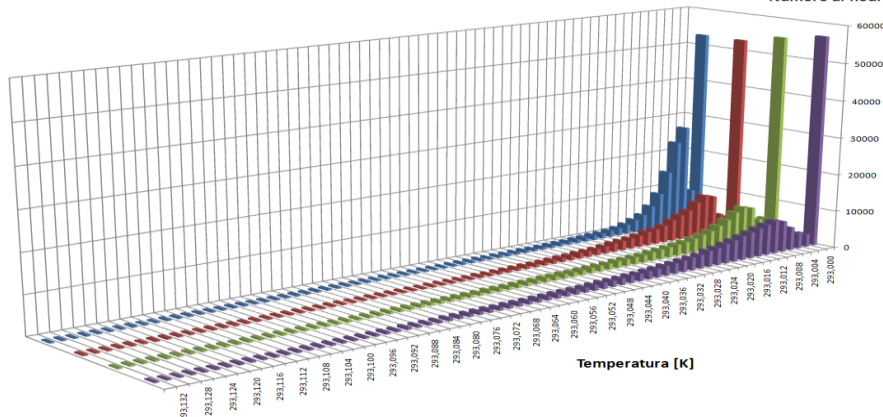


SCENARIO 4



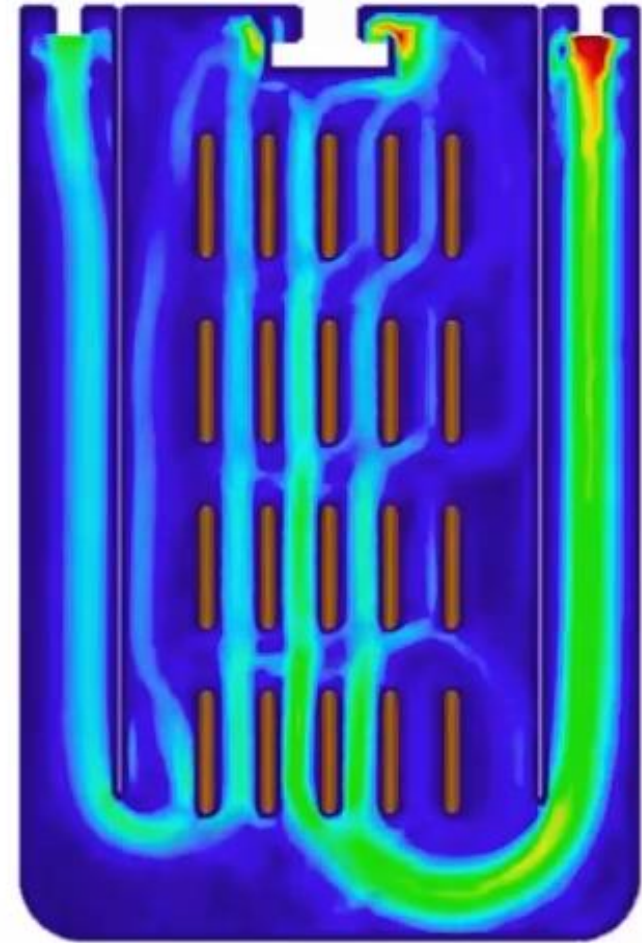
Confronto tra le distribuzioni

Numero di nodi



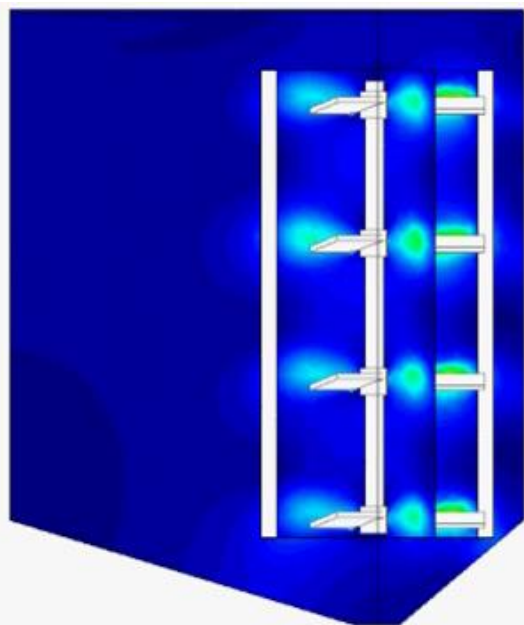
# Case studies di successo

## Processo di essiccazione

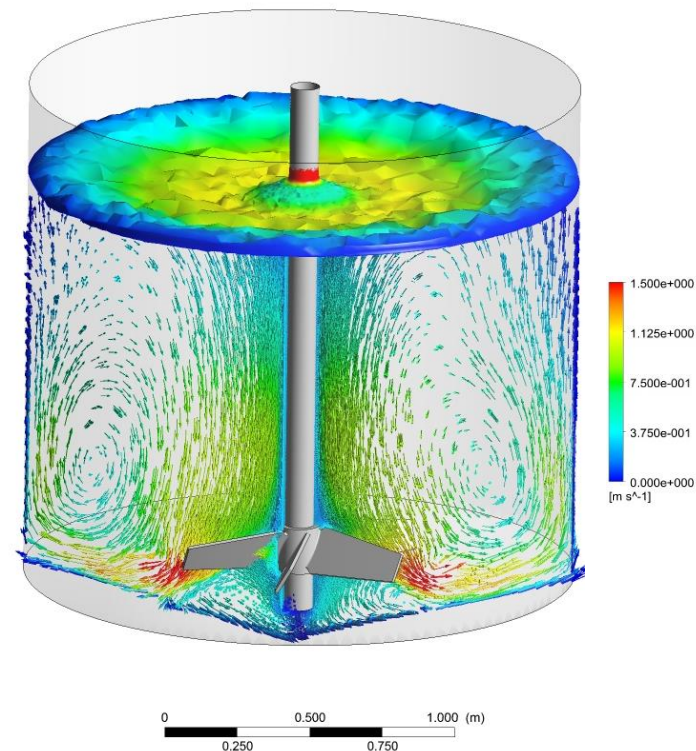
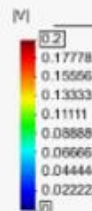


# Case studies di successo

## Sistemi di miscelazione



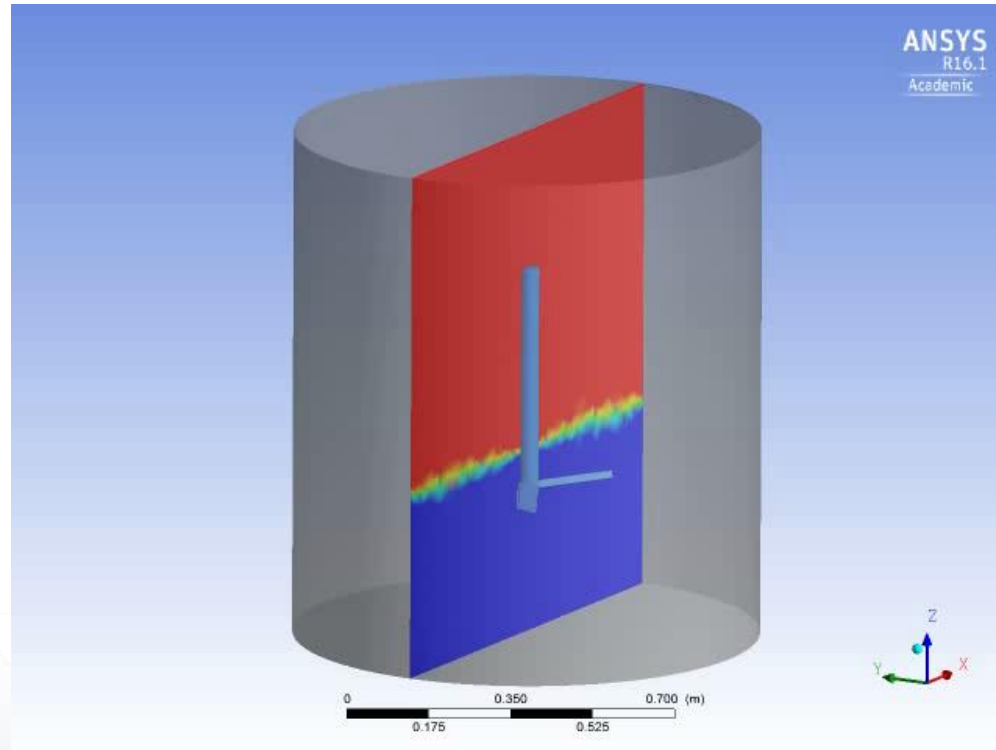
RANSOL, step 1  
Contour Fill of Velocity (m/s), [V]  
Deformation (x1): Mesh Deformation (mm) of ALEMESH, step 1.



# Case studies di successo

## Sistemi di miscelazione multifase

1. Fluidi newtoniani e non newtoniani
2. Ottimizzazione della geometria delle giranti;
3. Ottimizzazione della geometria del serbatoio;
4. Contenimento degli assorbimenti energetici;
5. Riduzione dei tempi di processo.

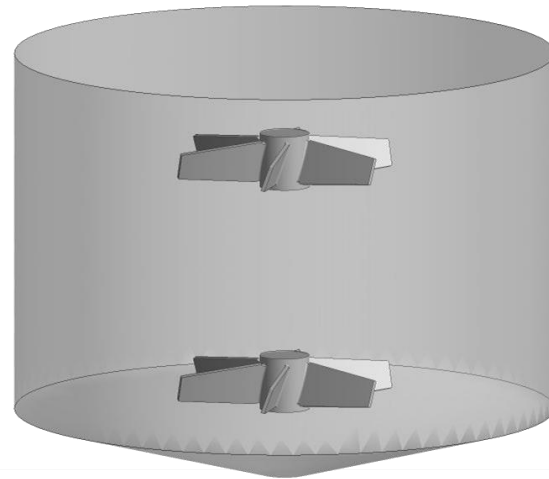
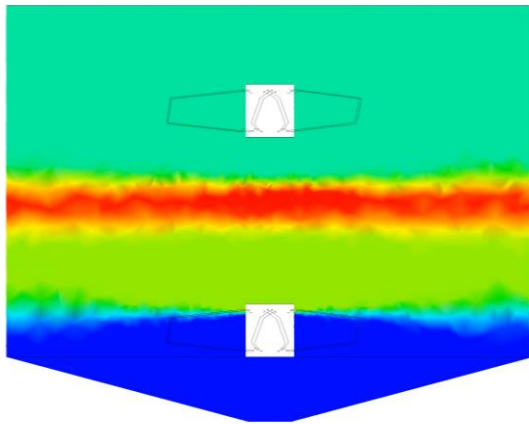


Analisi multi-  
specie e  
multifase



# Case studies di successo

## Sistemi di miscelazione multifase



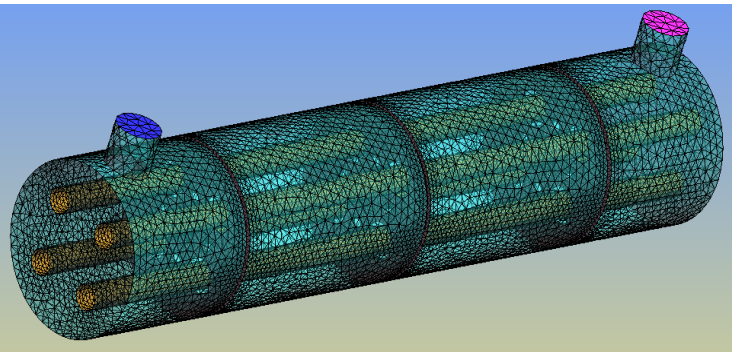


# Case studies di successo

## Progettazione di impianti di sterilizzazione ai raggi UV



FASE 1



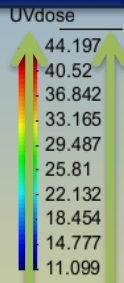
Intensità UV

Approccio metodologico nella realtà industriale



CFD  
Analisi numerica

Nuovo tool di progettazione avanzata



Esperienza Aziendale

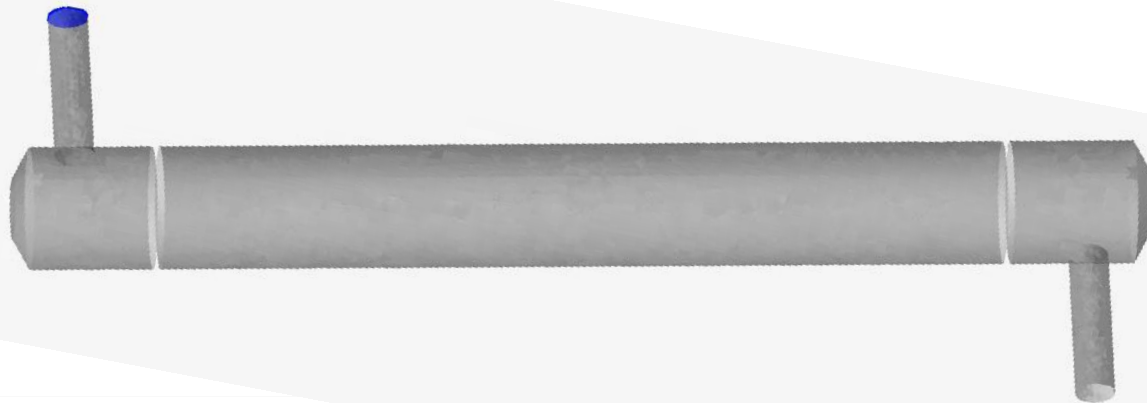


# Case studies di successo

## Progettazione di impianti di sterilizzazione ai raggi UV

FASE 2

Determinazione traiettorie particellari

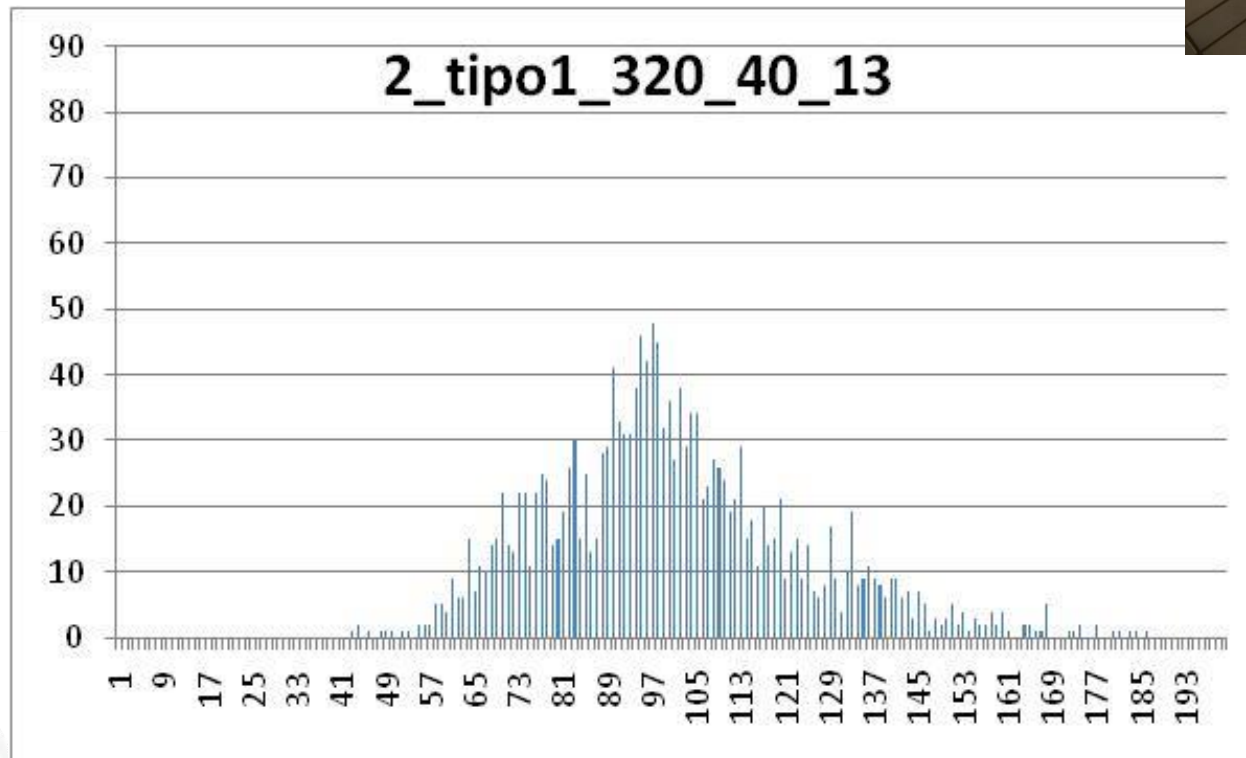


# Case studies di successo

## Progettazione di impianti di sterilizzazione ai raggi UV

FASE 3

Calcolo DOSE



# Case studies di successo

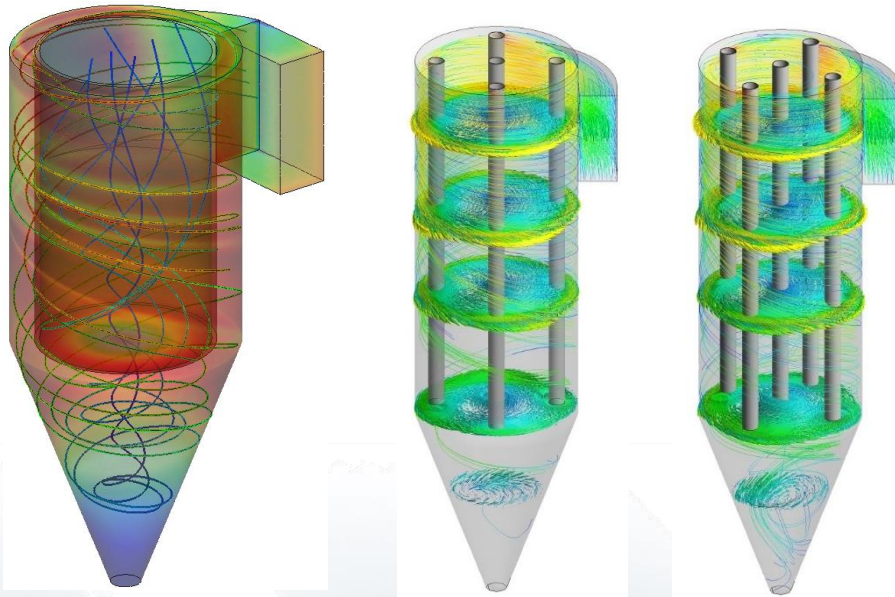
## Progettazione di impianti di sterilizzazione ai raggi UV



# Case studies di successo

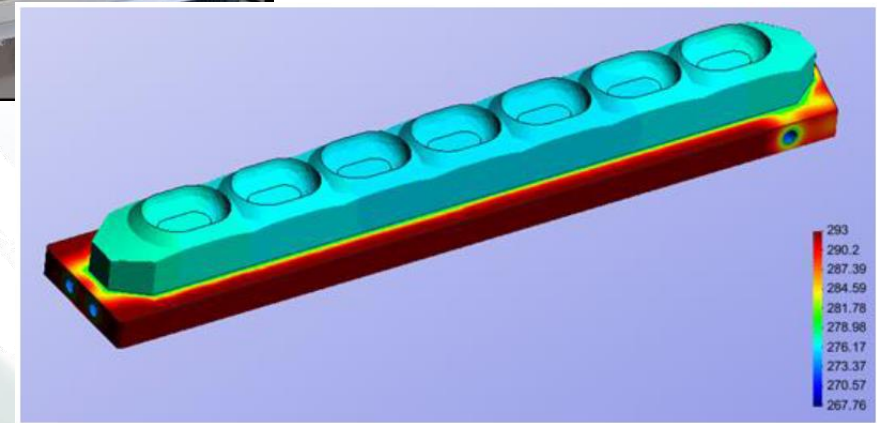
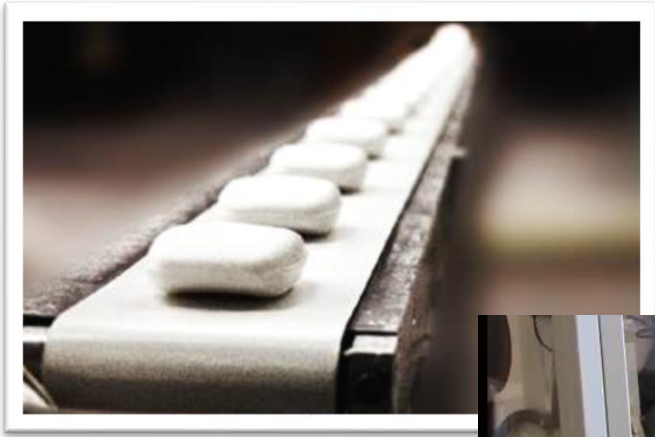
## Filtrazione e trasporto pneumatico

Pilota trasporto pneumatico



# Case studies di successo

## Stampi raffreddati per la produzione di sapone

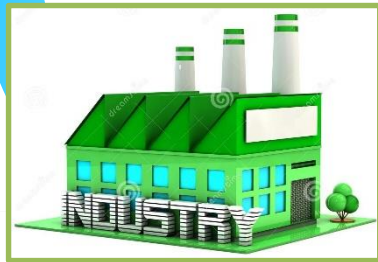




# Case studies di successo

## Controllo qualità in distribuzione: Mantenimento catena del freddo

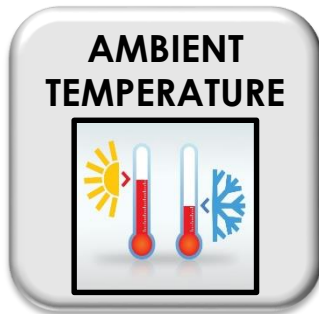
### COLD CHAIN





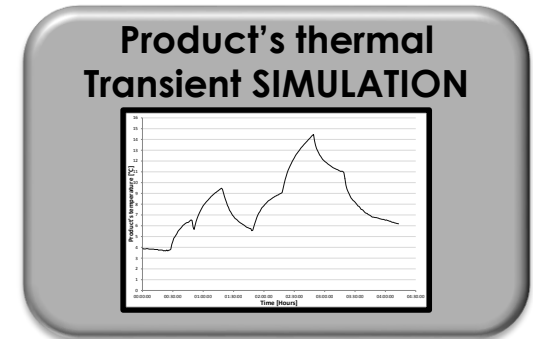
# Case studies di successo

## Controllo qualità in distribuzione: Mantenimento catena del freddo



Finite element Modelling

$$T_{xyz}^{\tau+\Delta\tau} = T_{xyz}^{\tau} \cdot \left[ 1 - \frac{\lambda \cdot \Delta\tau}{\rho \cdot c_p} \cdot \left( \frac{1}{\Delta x^2} + \frac{2}{\Delta y^2} + \frac{2}{\Delta z^2} \right) - \frac{h \cdot S \cdot \Delta\tau}{\rho \cdot c_p} \right] + \frac{\lambda \cdot \Delta\tau}{\rho \cdot c_p} \cdot \left( \frac{T_{(x+\Delta x)y z}^{\tau}}{\Delta x^2} + \frac{T_{x(y+\Delta y)z}^{\tau}}{\Delta y^2} + \frac{T_{x(y-\Delta y)z}^{\tau}}{\Delta y^2} + \frac{T_{xy(z+\Delta z)}^{\tau}}{\Delta z^2} + \frac{T_{xy(z-\Delta z)}^{\tau}}{\Delta z^2} \right) - \frac{T_{\infty} \cdot h \cdot S \cdot \Delta\tau}{\rho \cdot c_p}$$



Some history cases analysed

- FOOD -

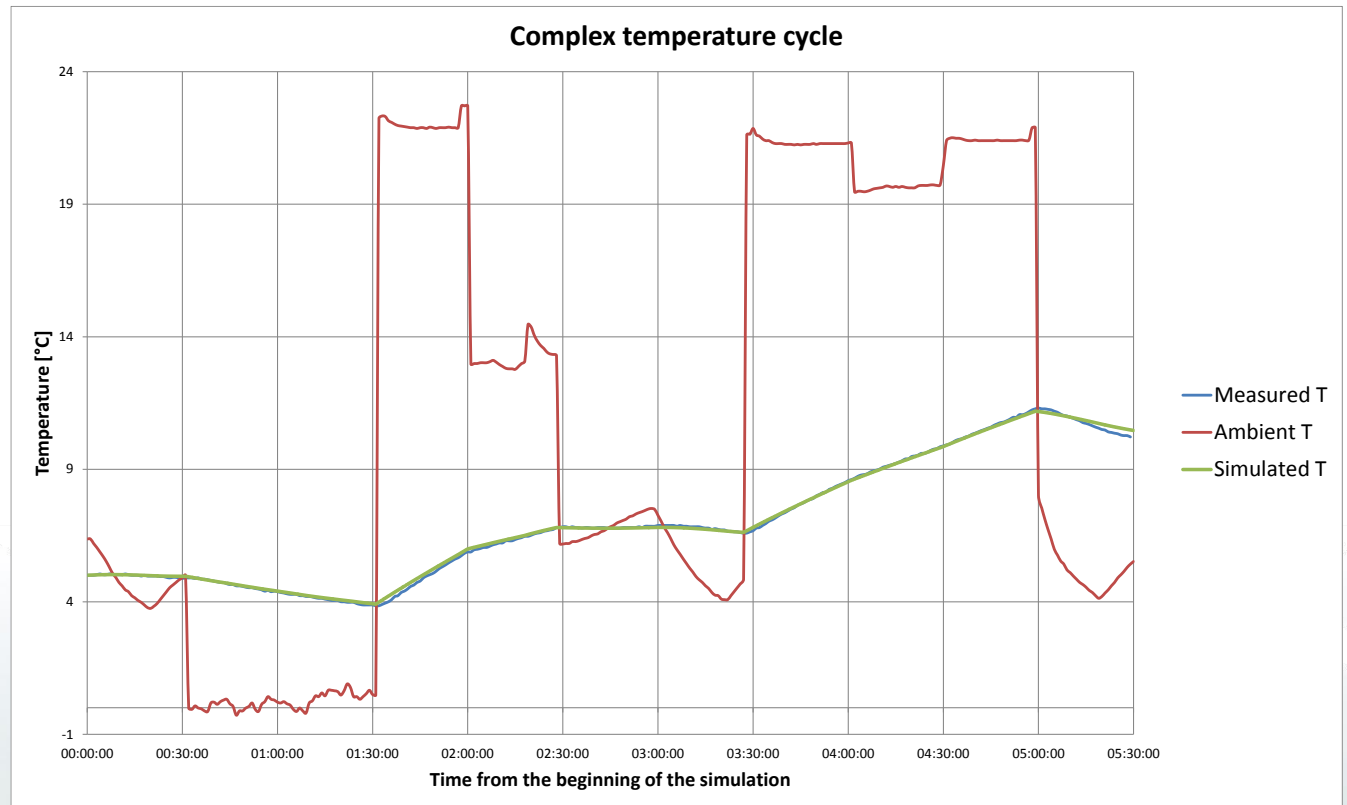


- PHARMA -



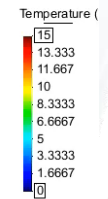
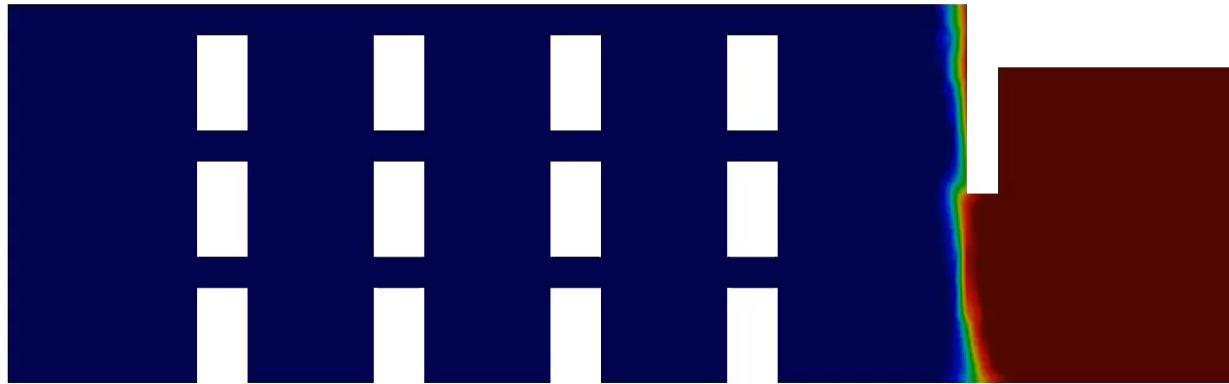
# Case studies di successo

## Controllo qualità in distribuzione: Mantenimento catena del freddo



# Case studies di successo

## Celle refrigerate



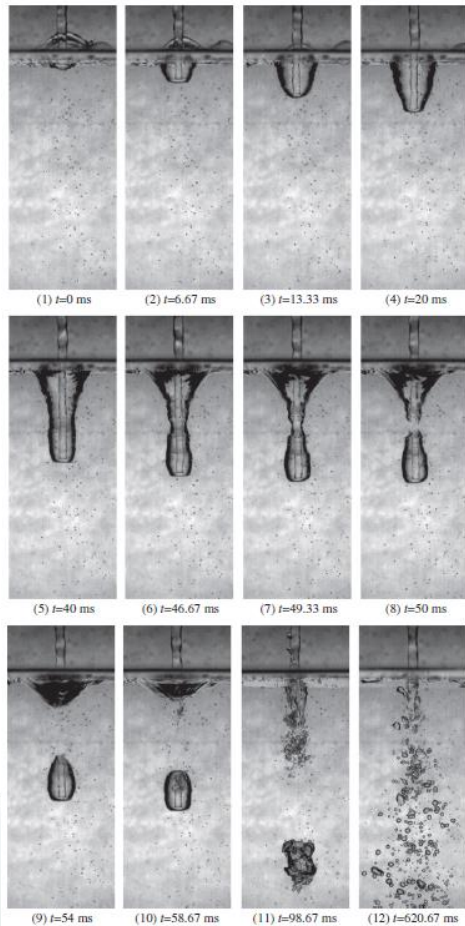
HEATRANS, step 1  
Contour Fill of Temperature (K).



# Case studies di successo

## Studio fenomeno di formazione di schiuma

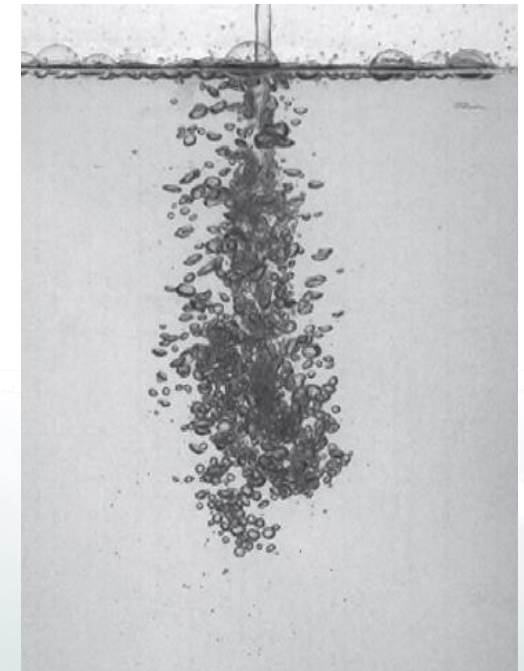
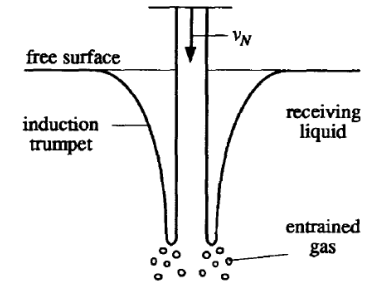
MODELLO MATEMATICO: Plunging Liquid Jet



### PROCESSO DI RIEMPIMENTO

La penetrazione di un getto di liquido è definita come una colonna di liquido che attraversa uno spazio di testa gassoso prima di colpire la superficie orizzontale libera del ricevente (liquido).

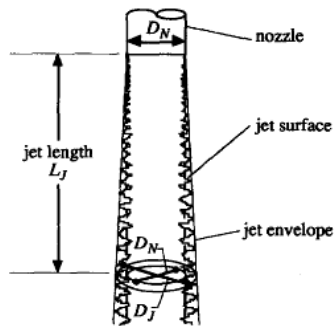
L'azione d'immersione del getto genera un intenso ricircolo ed alta energia di dissipazione, con conseguente generazione e trascinamento di bollicine



# Case studies di successo

## Studio fenomeno di formazione di schiuma

### MODELLO TEORICO



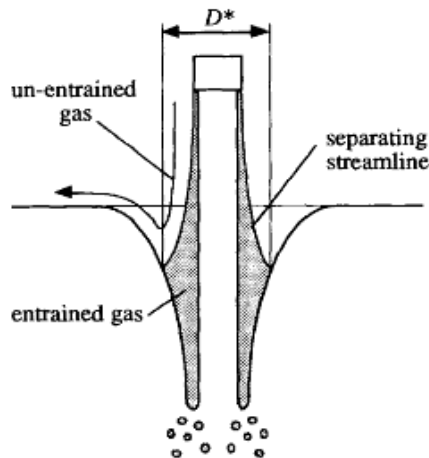
$Q_E$ : Portata di gas trascinata dal fluido

Componente FILMWISE

Gas inglobato dal getto

$$Q_E = Q_F + Q_T$$

**Confine componente FILMWISE:** definito da una streamline mediata nel tempo, con diametro  $D^*$ , crescente in funzione della distanza dall'ugello.



3 REGIONI: transizione tra loro in funzione della distanza dall'ugello e dunque della lunghezza di sviluppo del flusso libero

# Case studies di successo

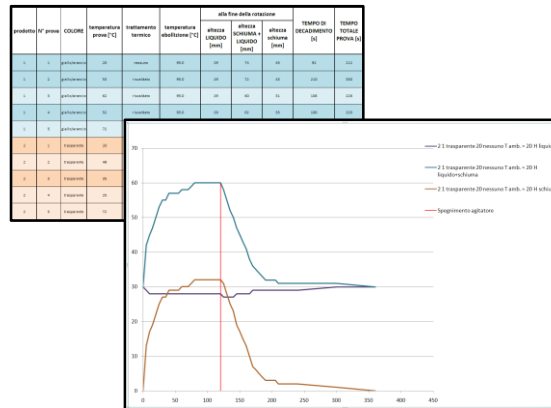
## Studio fenomeno di formazione di schiuma

Classificazione prodotti alimentari in base alla schiumosità

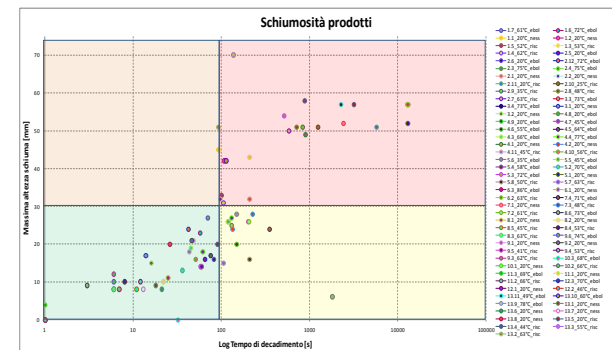
STEP 1



STEP 2



STEP 3



Prove sperimentali per  
formazione forzata di  
schiuma

Raccolta dati - Analisi risultati  
- Calcolo curve formazione e  
decadimento schiuma

Costruzione database storico  
Clusterizzazione prodotti  
Individuazione a priori  
prodotti a più critici



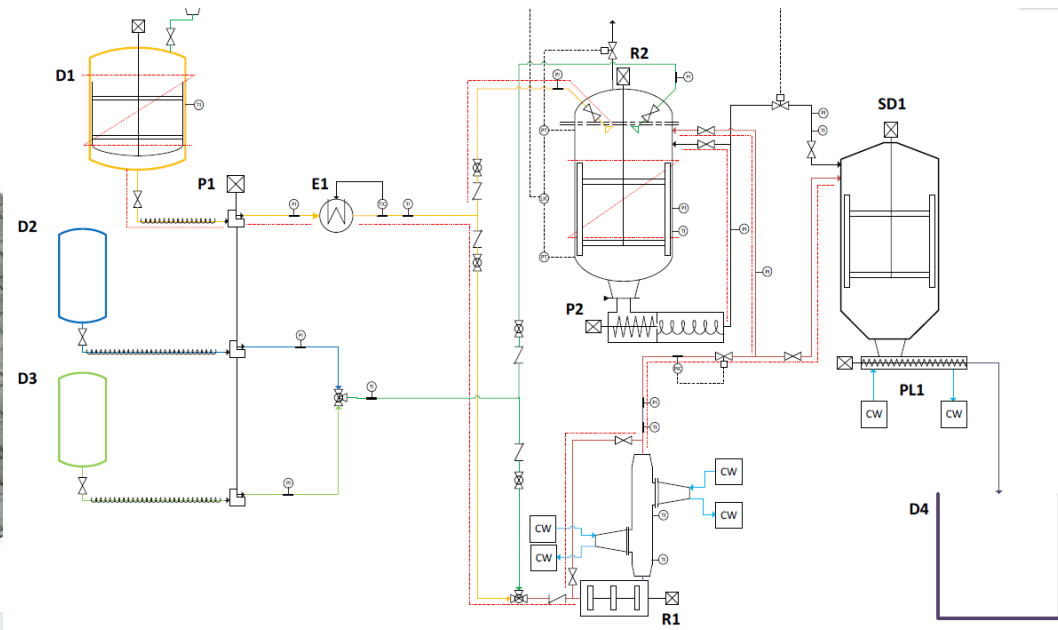
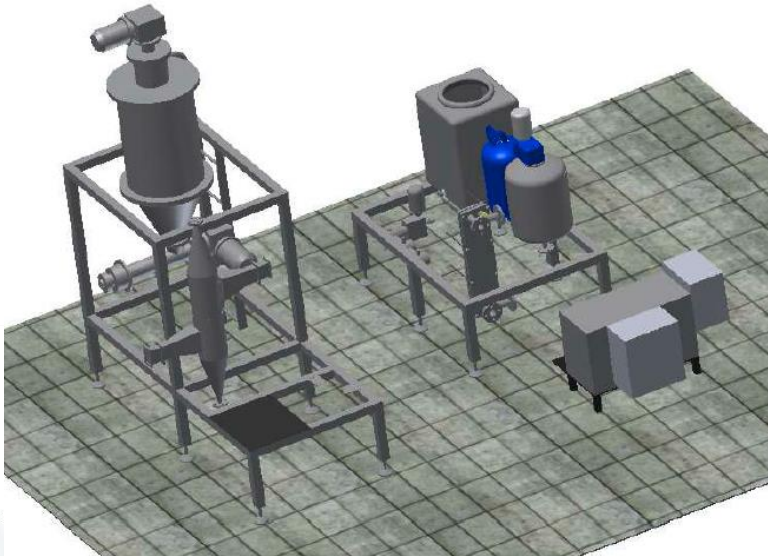
# Plant design and optimization

## Innovative process developing – Pilot Plants design

INNOVATION  
DRIVER

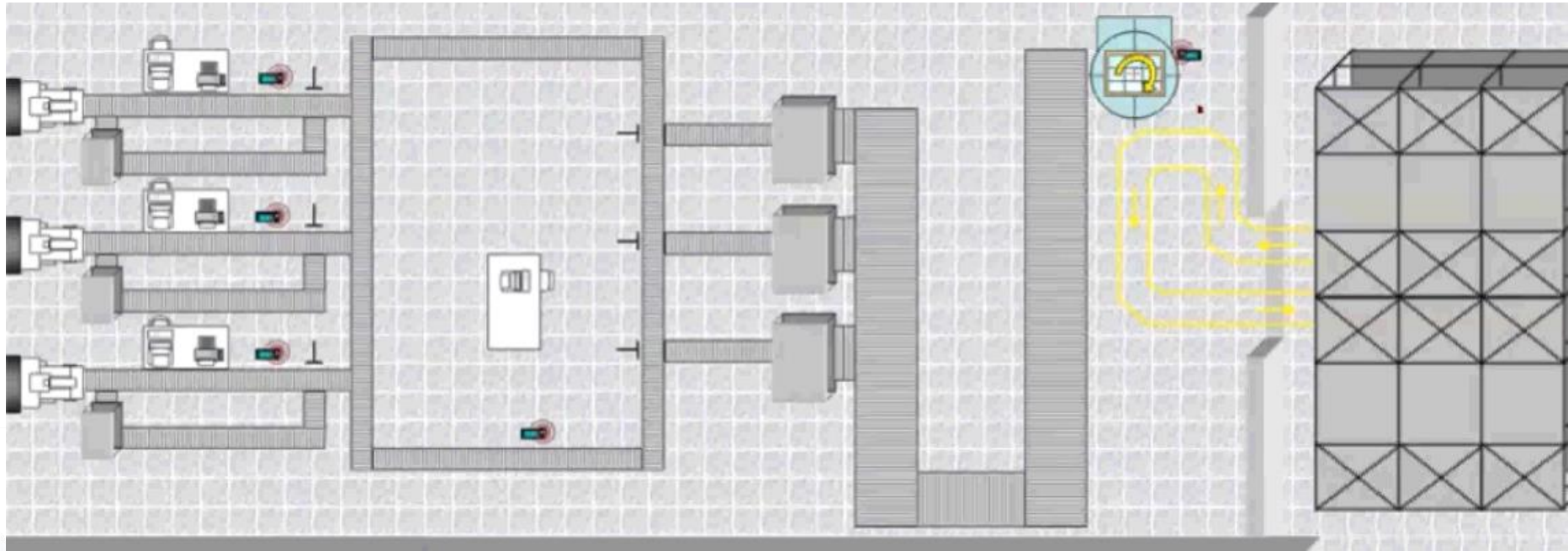
- New process / technology
  - Plant optimization
  - New approach
  - Design redefinition
- Pilot Plants
  - Exp. campaign
  - Industrial scale-up

Strategic  
advantage for  
the company



# Case studies di successo

## Simulazione ad eventi discreti





# Case studies di successo

## Simulazione ad eventi discreti

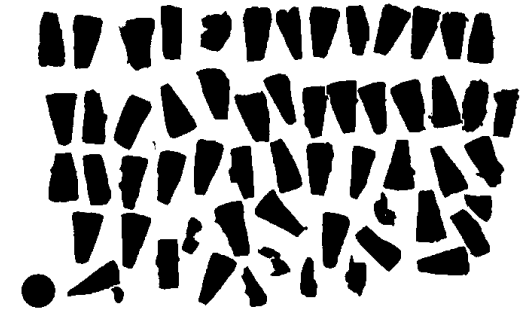


# Case studies di successo

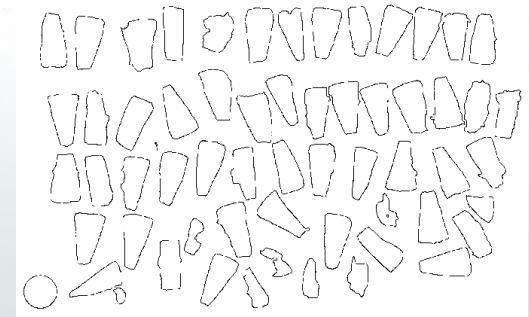
## Valutazione dell'integrità di prodotto: image analysis



<u>Area</u>	N° pezzi	59	
(area>10 mm <sup>2</sup> )	Area Medi	196.22	mm <sup>2</sup>
	Dev.std.	49.04	mm <sup>2</sup>

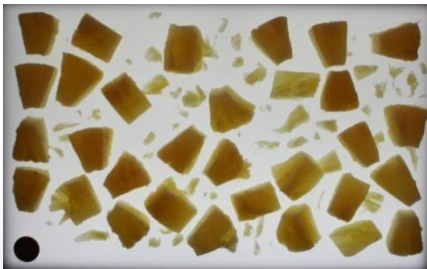
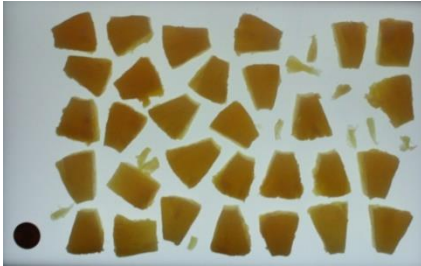


<u>2p</u>	N° pezzi	59	
(area>10 mm <sup>2</sup> )	2P Medio	46.27	mm
	Dev.std.	6.48	mm



# Case studies di successo

## Valutazione dell'integrità di prodotto: image analysis



74.14%



51.72%



22.41%

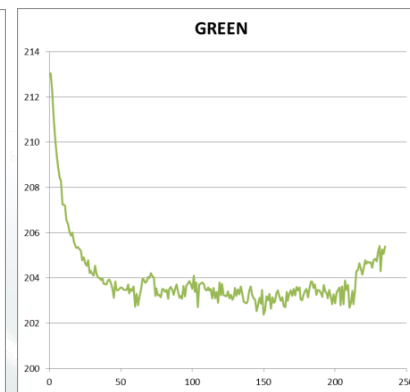
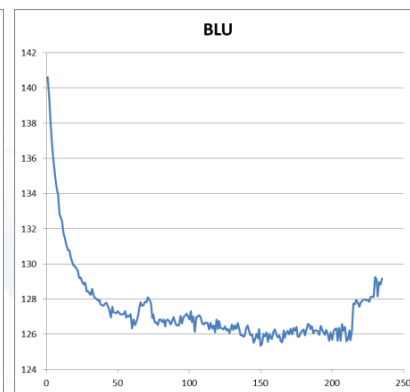
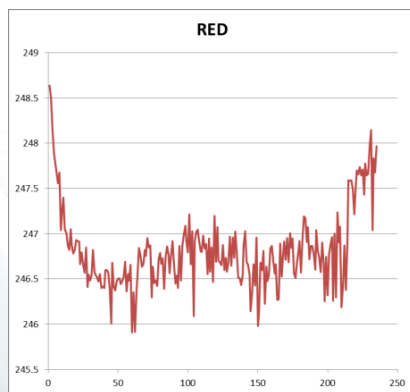
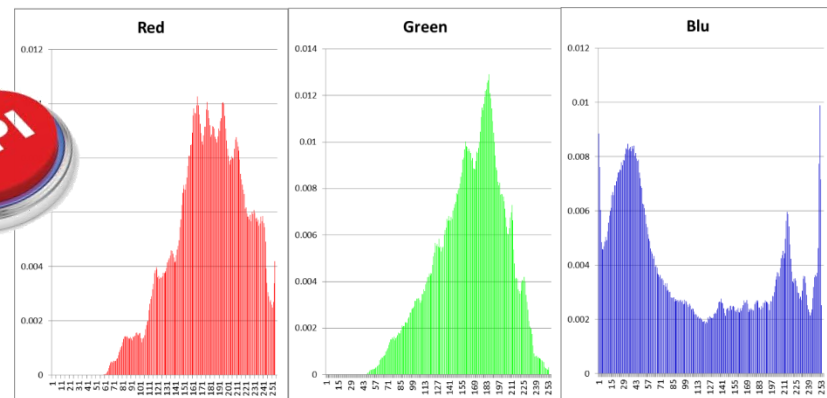


# Case studies di successo

## RGB - image analysis



Mean values		
RED	GREEN	BLU
179.50	164.73	108.28



# Case studies di successo

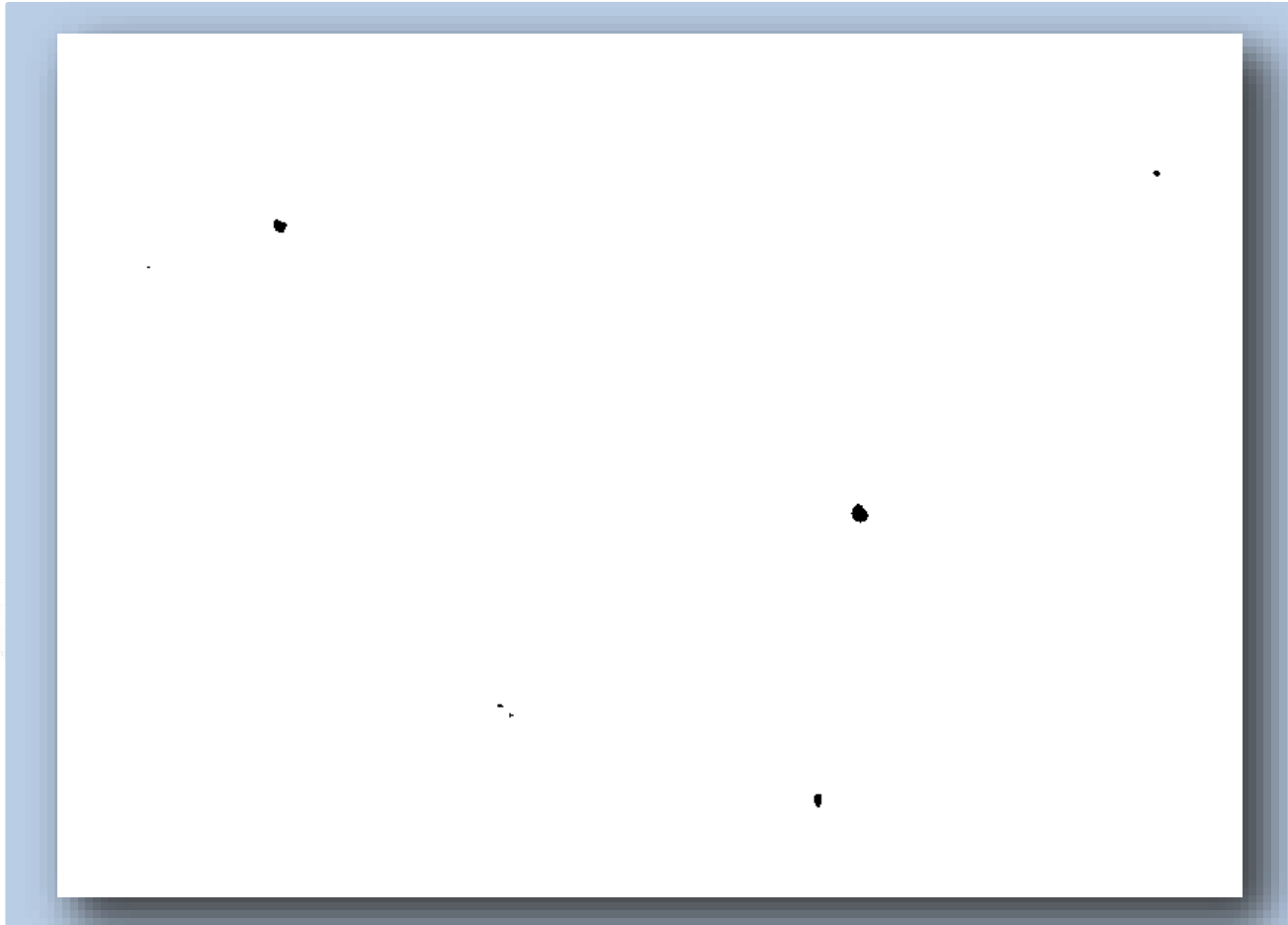
## RGB - image analysis



# Case studies di successo

## RGB - image analysis

Analysis:

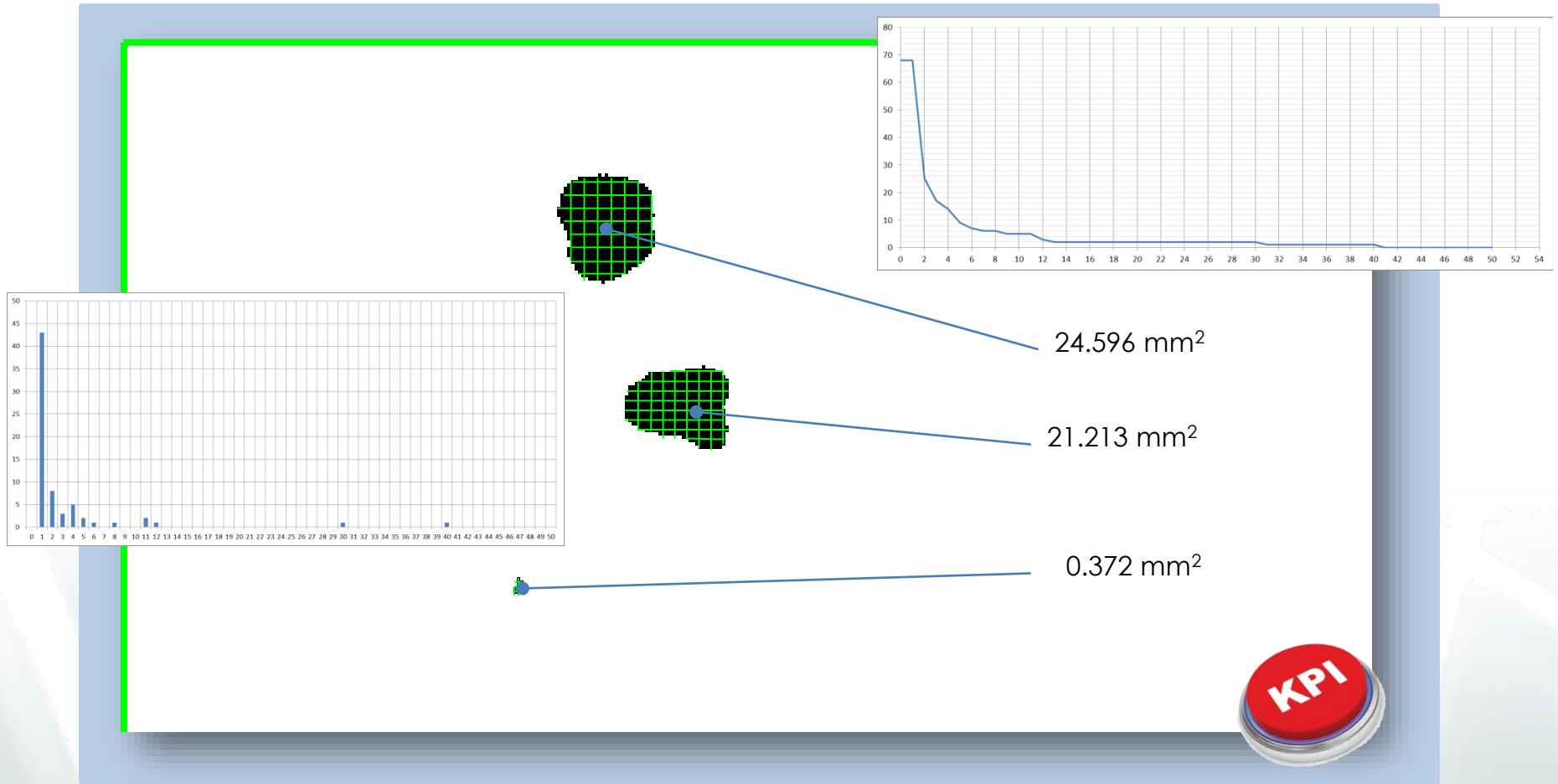


# Case studies di successo

## RGB - image analysis

### KPI definition:

- Number of impurities
- Statistical distribution of the number of impurities
- Statistical distribution of the dimension of impurities



# Grazie per l'attenzione



Prof. Ing. Roberto MONTANARI

[roberto.montanari@unipr.it](mailto:roberto.montanari@unipr.it)

Dipartimento di Ingegneria ed Architettura  
Università degli Studi di Parma  
Viale Parco Area delle Scienze 181/A - Campus universitario 43124 Parma  
tel. **0521-905851**, cell **331 3352452** fax 0521-905705

