

# ACQUISIZIONE E ANALISI DATI PER IL MONITORAGGIO DEL PROCESSO DI ESSICCAZIONE A RAGGI IR

**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

*DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE*

# INDICE

1. Introduzione
2. Che cos'è l'essiccazione
3. Modellazione
4. Acquisizione e analisi dei dati
5. Risultati Corradini Sas
6. Risultati Gastreghini Srl
7. Conclusioni

# INDICE

1. **Introduzione**
2. Che cos'è l'essiccazione
3. Modellazione
4. Acquisizione e analisi dei dati
5. Risultati Corradini Sas
6. Risultati Gastreghini Srl
7. Conclusioni

**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

*DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE*

# INTRODUZIONE

- L'**essiccazione** (essiccamento o disidratazione) è, per definizione, la rimozione di un liquido da un solido che lo contiene in quantità variabile (di solito ridotta); normalmente il liquido a cui ci si riferisce è l'acqua.
- Scopo dell'essiccazione è, principalmente, quello di ottenere un prodotto solido che abbia un contenuto di liquido (acqua) sufficientemente basso.
- L'eliminazione dell'acqua è pratica antichissima, e oggi le tecniche di essiccamento presentano un elevato contenuto tecnologico, con i seguenti vantaggi:
  - riduzione volume/peso di materiale, minori costi di confezionamento e stoccaggio;
  - stabilizzazione del materiale: per detersivi, fertilizzanti, farmaci, **alimenti**, polimeri, pelli, tessuti, **legno**, carta, eccetera.
- L'essiccamento termico è la metodica più utilizzata in quanto non prevede l'introduzione di sostanze estranee.

# INTRODUZIONE

- Nei processi di essiccamento il calore può essere trasferito in tre modi:
  - **Conduzione**: trasferimento di calore da un corpo ad un altro per contatto diretto (es. materiale umido messo su una superficie metallica calda)
  - **Convezione**: si ha quando il calore viene trasferito da un punto all'altro di un fluido attraverso miscelazione di porzioni dello stesso fluido a differente temperatura (es. aria calda che rimpiazza aria fredda)
  - **Irraggiamento**: trasferimento di calore tra due corpi non in contatto mediante radiazioni elettromagnetiche (es. microonde)



# INTRODUZIONE

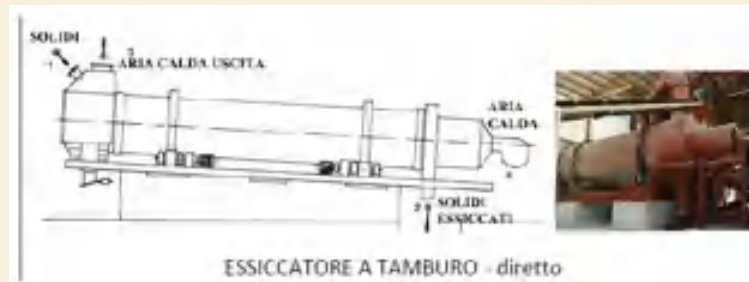
- L'essiccazione è tra le attività più diversificate dell'ingegneria, alla quale è associata un **elevato consumo di energia**.
- Il consumo di energia per l'essiccazione di diversi materiali dipende dal tipo di processo di essiccazione utilizzato: nel progetto si è scelto il **riscaldamento a infrarossi (IR)**, che da solo o in combinazione con altri, offre molti vantaggi rispetto all'essiccazione tradizionale in condizioni di essiccazione simili.
- Il gruppo di lavoro del DII ha fornito supporto nelle azioni relative ai prototipi di essiccatori IR per il nocciolino (azienda Corradini) e per i prodotti da forno (azienda Gastreghini):
  - **Sensoristica**
  - **Automazione**
  - **Test**
  - **Analisi dati per caratterizzare prestazioni e consumi**

# INDICE

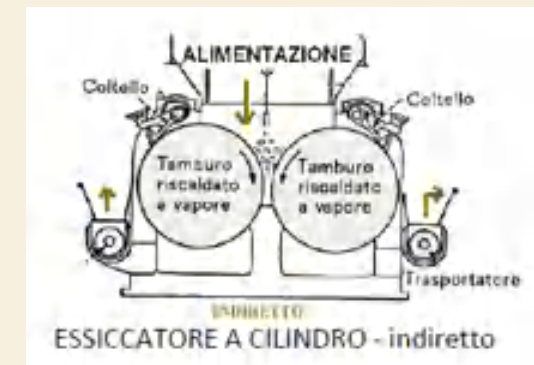
1. Introduzione
2. Che cos'è l'essiccazione
3. Modellazione
4. Acquisizione e analisi dei dati
5. Risultati Corradini Sas
6. Risultati Gastreghini Srl
7. Conclusioni

# TEORIA DELL'ESSICCAZIONE

ESSICCAMENTO A CALORE DIRETTO:  
il calore viene trasmesso al solido per **convezione** in cui si usa aria calda a basso contenuto di umidità (essiccativa), a contatto diretto con il solido da essiccare.



ESSICCAMENTO A CALORE INDIRETTO:  
il calore viene trasmesso al solido per **conduzione** attraverso una superficie di separazione calda.



ESSICCAMENTO A CALORE RADIANTE:

il calore viene fornito senza contatto per **irraggiamento**, ovvero mediante radiazioni elettromagnetiche

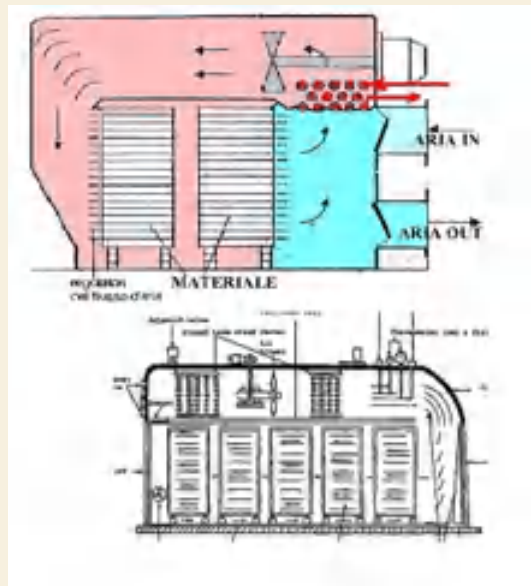
**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

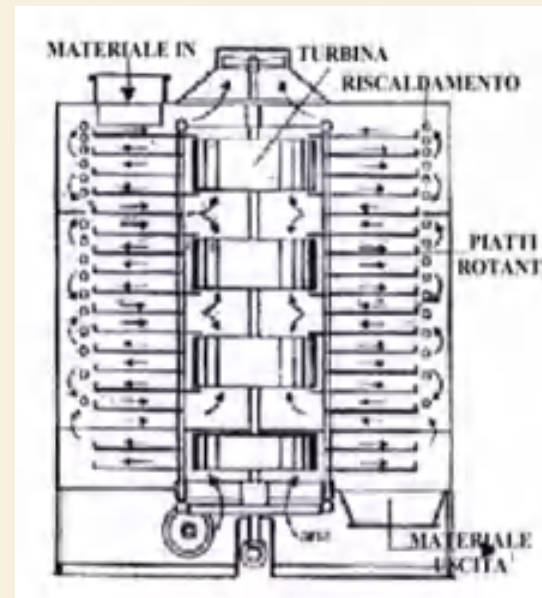


# TECNOLOGIE DELL'ESSICCAZIONE

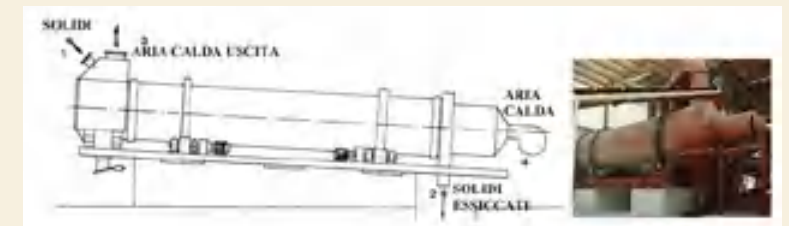
ARMADIO/RIPIANI/TUNNEL -  
A VENTILAZIONE FORZATA



A TURBINA



A TAMBURO ROTANTE

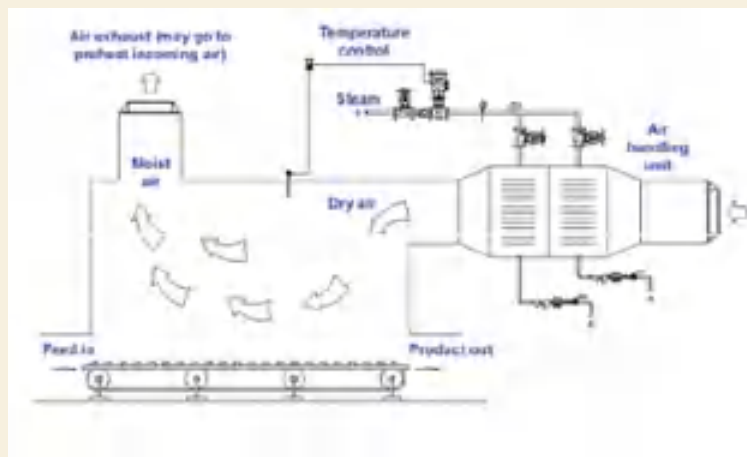


**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

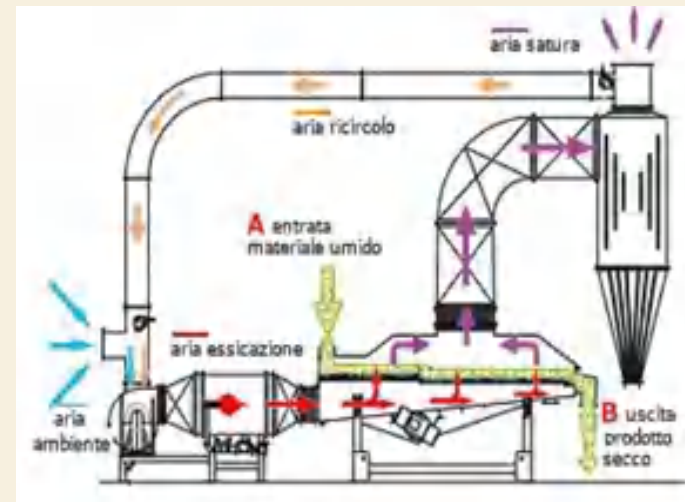
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

# TECNOLOGIE DELL'ESSICCAZIONE

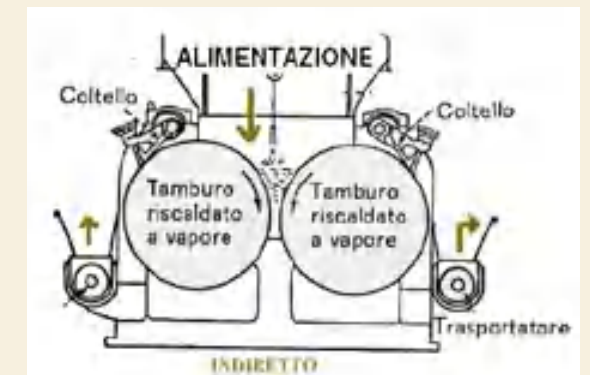
A NASTRO



A LETTO FLUIDO  
ORIZZONTALE



A CILINDRI  
ROTANTI

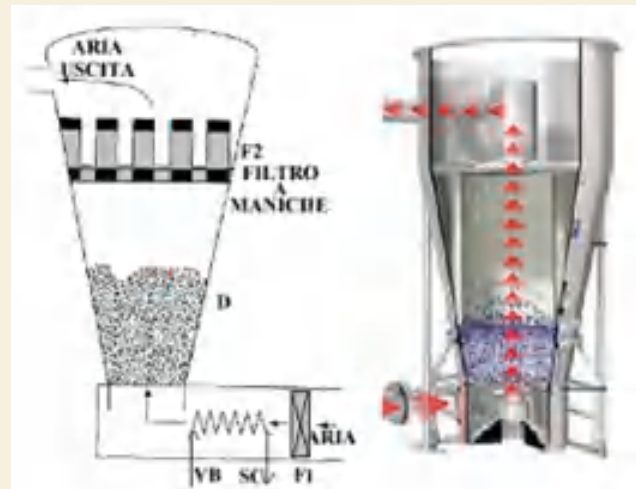


**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

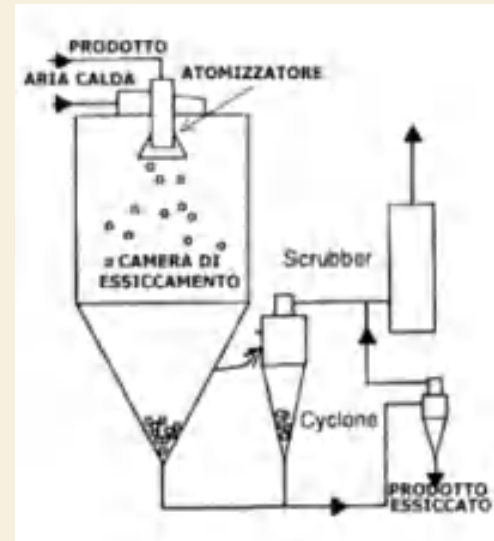
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

# TECNOLOGIE DELL'ESSICCAZIONE

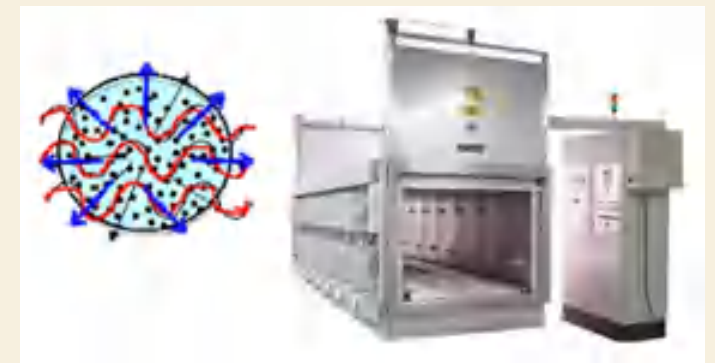
A LETTO FLUIDO VERTICALE



A POLVERIZZAZIONE



A MICROONDE

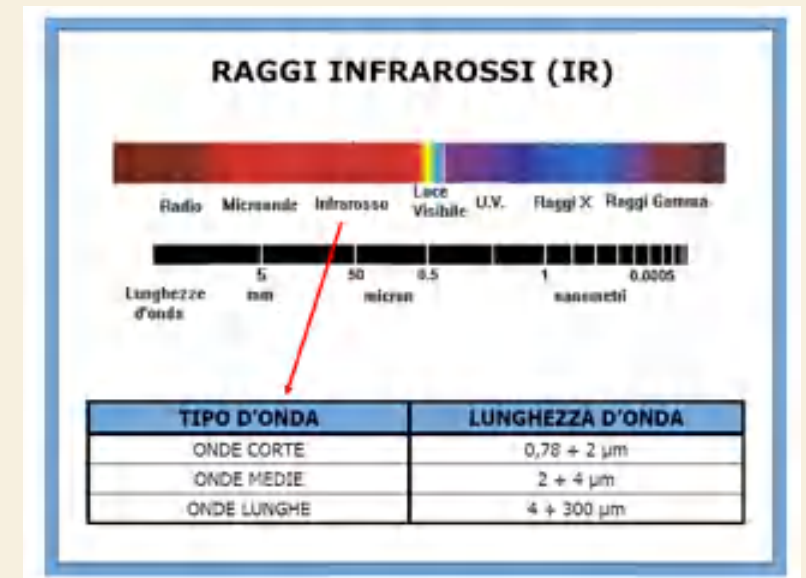
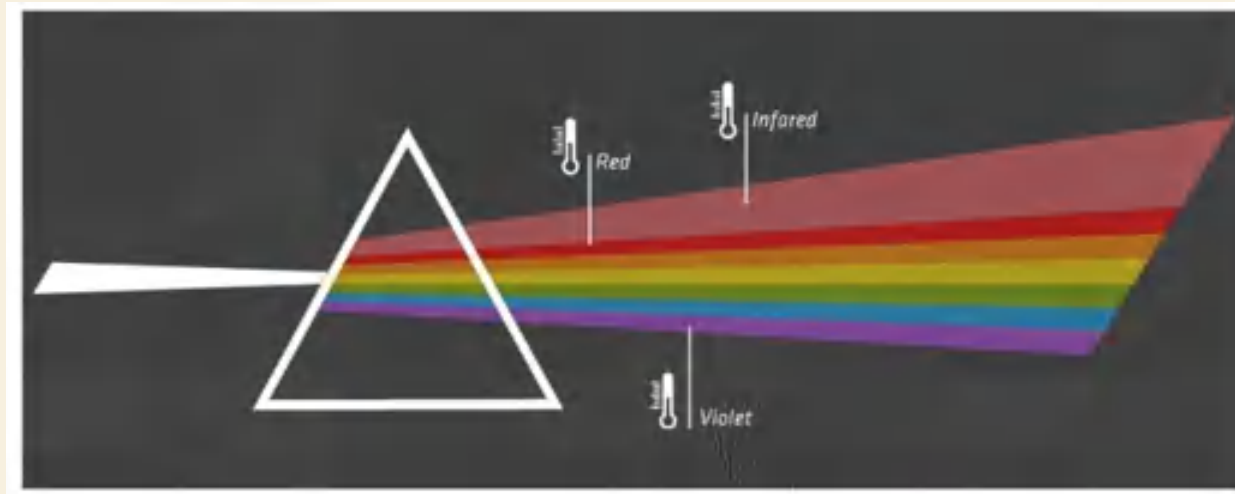


**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

# RADIAZIONE INFRAROSSA (IR)

- La radiazione infrarossa è una radiazione elettromagnetica non visibile nello spettro luminoso (il nostro occhio, infatti, percepisce solo i colori dal rosso al violetto).
- La **radiazione infrarossa** è termica per oggetti la cui temperatura è superiore a 10 K e rilascia la sua energia per riscaldare i materiali quando viene assorbita.



A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

# RADIAZIONE IR: VANTAGGI

- Non è richiesto il contatto diretto con il materiale, a differenza dell'essiccazione per conduzione.
- La radiazione IR, simile alla radiazione visibile (luce), può essere focalizzata per aumentare l'intensità del riscaldamento, fornire trattamenti rapidi o mirare a un'area particolare.
- Altissime velocità di trasferimento del calore sono ottenibili con riscaldatori compatti.
- Tempi di risposta rapidi (bassa inerzia termica) consentono un controllo semplificato del processo.
- Poiché l'aria è trasparente alle radiazioni IR, il processo può essere fatto a temperatura ambiente.
- Nessun inquinamento dell'ambiente rispetto ai combustibili fossili, che sono anche non rinnovabili.

# INDICE

1. Introduzione
2. Che cos'è l'essiccazione
3. **Modellazione**
4. Acquisizione e analisi dei dati
5. Risultati Corradini Sas
6. Risultati Gastreghini Srl
7. Conclusioni

**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

*DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE*

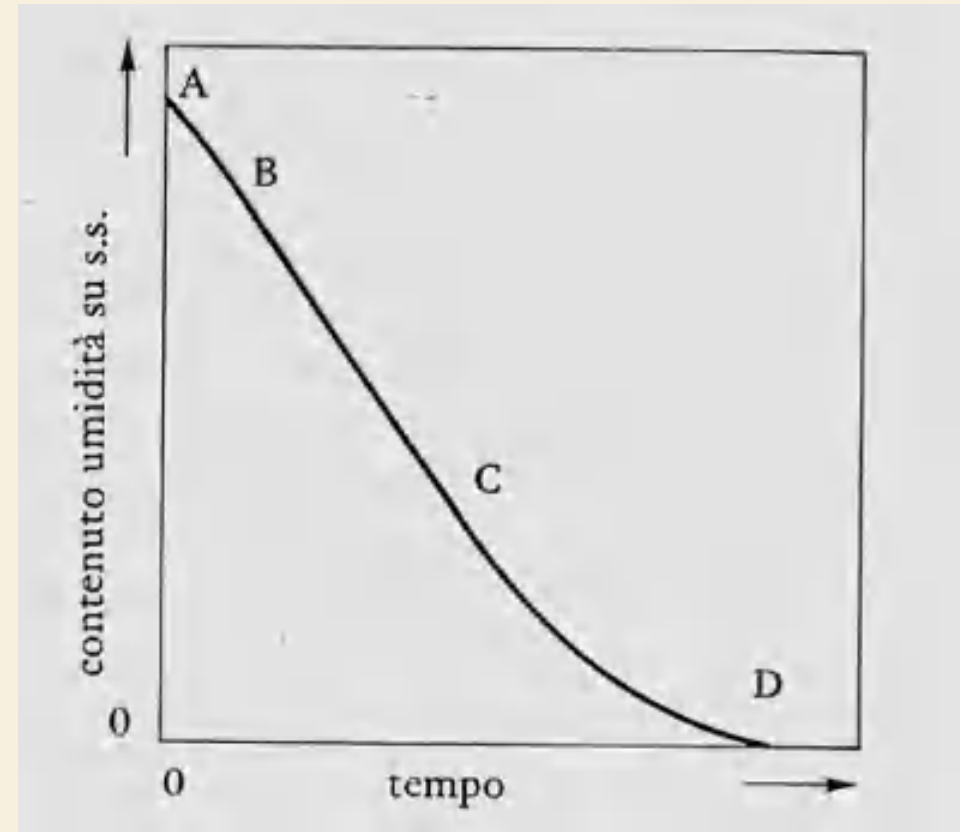
# VELOCITÀ E CONSUMO ENERGETICO

- Durante l'essiccamento di un solido si sviluppano simultaneamente due processi fondamentali:
  1. **trasferimento di calore** dal mezzo riscaldante al liquido (acqua) presente nel materiale da essiccare;
  2. **trasferimento di massa**, passaggio del liquido (acqua) attraverso il materiale da essiccare verso la superficie di evaporazione, successiva evaporazione del liquido (acqua), allontanamento del vapore dal materiale.
- I fattori che governano le velocità di questi due processi determinano:
  - **la velocità dell'essiccamento;**
  - **il consumo energetico.**
- Per ottimizzare velocità e consumo energetico è necessario "modellare" il funzionamento dell'essiccatore.

# MODELLO DI ESSICCAZIONE

## ANDAMENTO DEL PROCESSO

Un processo di essiccamento viene seguito riportando su di un diagramma il cambiamento del contenuto in acqua ( $W$ ) rispetto al tempo.



**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE



# MODELLO DI ESSICCAZIONE

(A-B) Perdita di acqua per evaporazione da una superficie umida (come se fosse acqua pura).

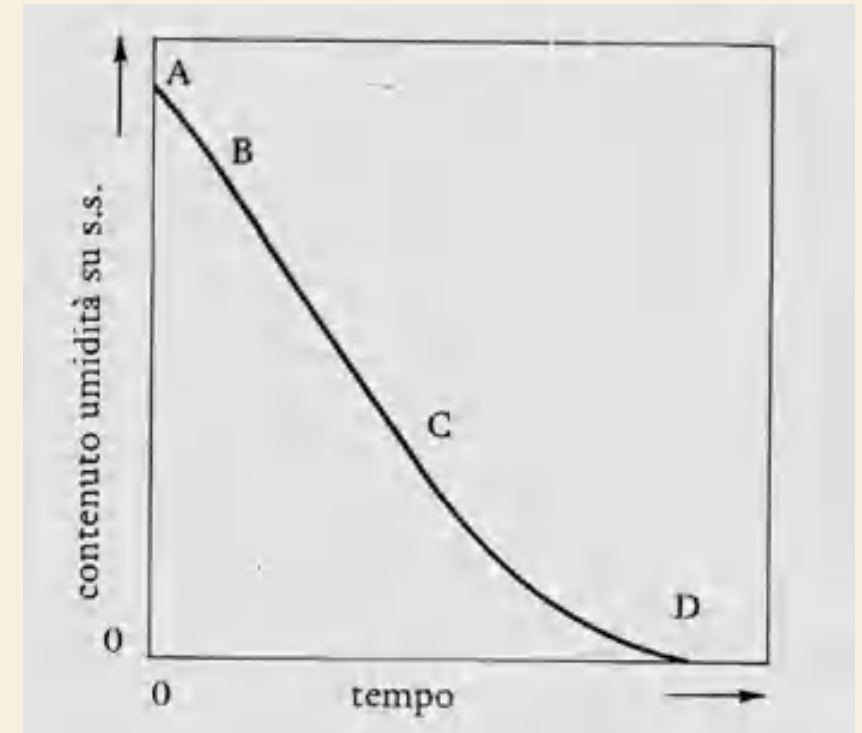
(B-C) L'acqua si allontana da una superficie satura.

(C-D) L'acqua evapora all'interno del solido.

La velocità di essiccamento subisce profonde variazioni.



Questo può essere messo in luce determinando la velocità istantanea costruendo il grafico velocità istantanea « $dW/d\theta$ » - tempo « $\theta$ »

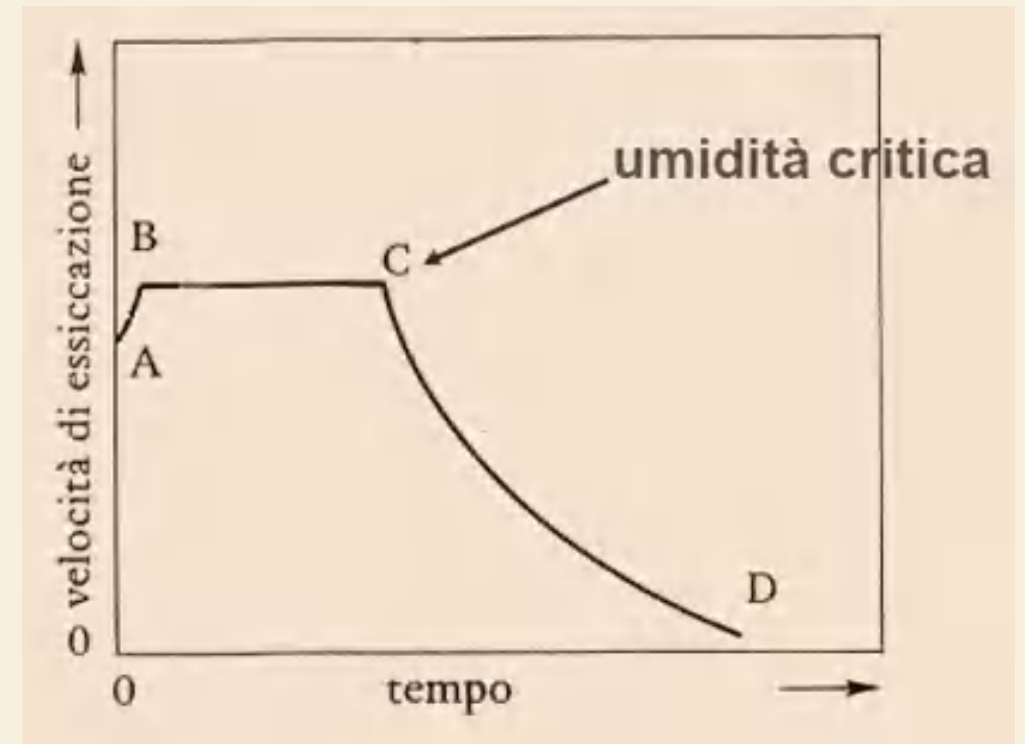


# MODELLO DI ESSICCAZIONE

Il valore di velocità  $dW/d\theta$  può essere ottenuto dalla curva precedente misurando nei diversi punti il coefficiente angolare delle rette tangenti alla curva.

Si identificano due periodi in cui l'essiccamento procede con andamento nettamente diverso:

- **B-C**: Essiccamento a velocità costante;
  - **C-D**: Essiccamento a velocità decrescente.
- A-B**: inizio del processo, non riveste molta importanza essendo relativo alle condizioni esterne adottate. Il punto **C** corrisponde al valore di **umidità critica**.



**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

# MODELLO EMPIRICO

- La modellazione matematica del processo di essiccazione (es. sia del nocciolino sia dei prodotti da forno con patè di olive) risulta onerosa, in quanto il processo è composto da blocchi e un'eccessiva semplificazione porterebbe ad un modello poco realistico.
- Perciò è possibile utilizzare una **modellazione empirica** basata sui test diretti sul processo, ovvero modellare il sistema a partire dalla misura delle variabili di processo in ingresso e uscita, es. :
  - temperatura dell'aria (o intensità di irraggiamento)
  - umidità
  - flusso del fluido essiccante (ad esempio, aria)
  - disposizione del solido (superficie esposta rispetto al volume del materiale da essiccare)
  - tipo di contatto (diretto/indiretto) fra superficie del solido umido e mezzo essiccante

# INDICE

1. Introduzione
2. Che cos'è l'essiccazione
3. Modellazione
4. **Acquisizione e analisi dei dati**
5. Risultati Corradini Sas
6. Risultati Gastreghini Srl
7. Conclusioni

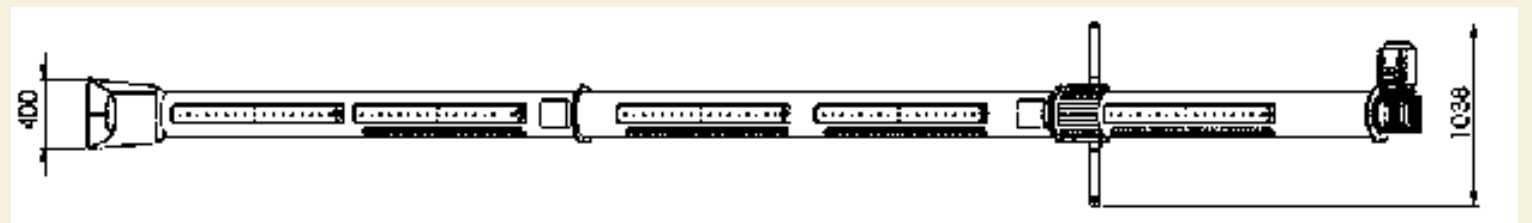
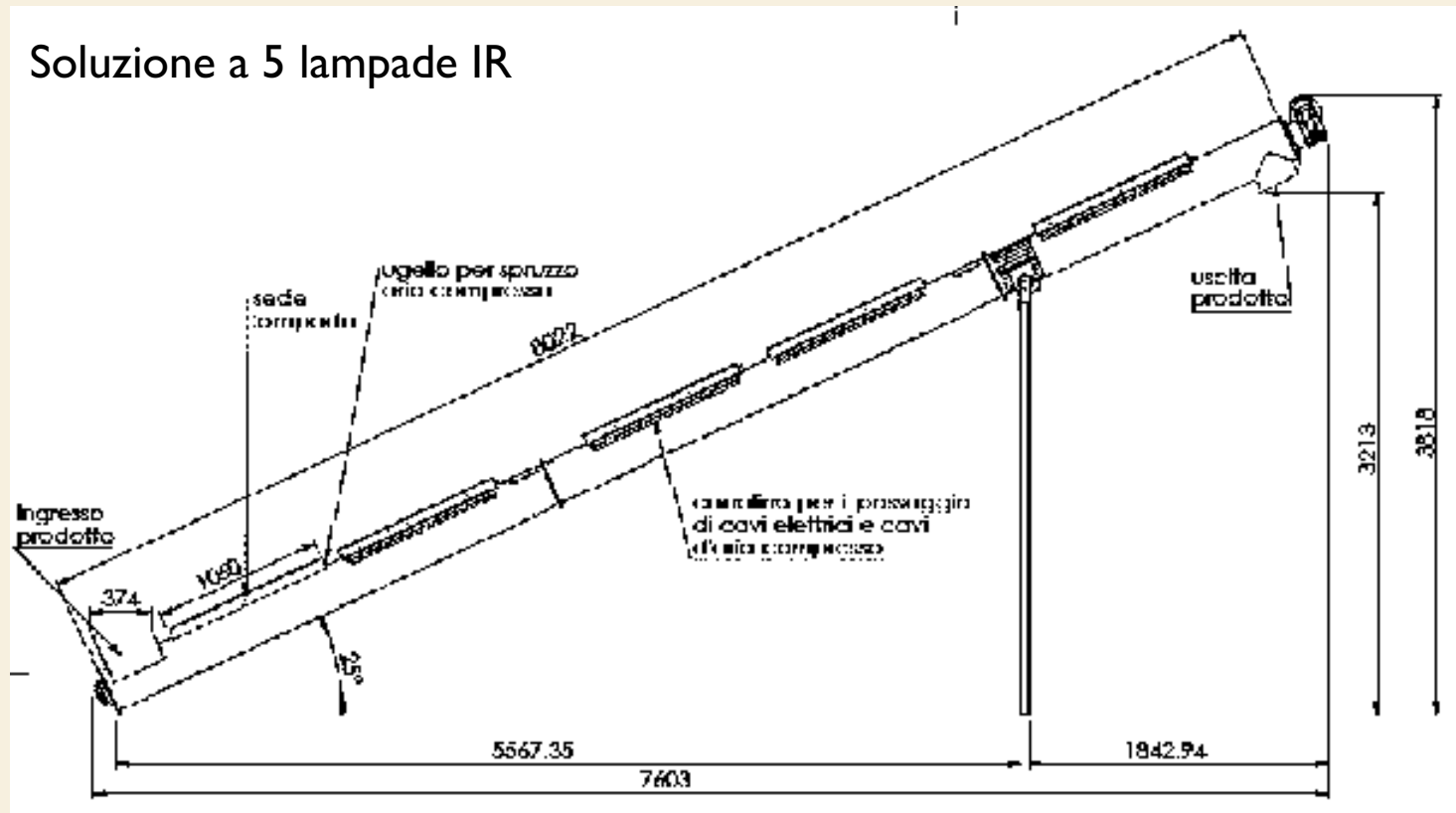
# SISTEMA DI ACQUISIZIONE - CORRADINI

- In questo contesto è stato predisposto un sistema di acquisizione dati che permette
  - di **acquisire in tempo reale** tutti i parametri e le variabili di interesse;
  - di **trasferirli su Cloud** con relativa visualizzazione e storicizzazione.
- Il sistema può essere concettualmente identificato attraverso tre blocchi funzionali:
  1. prototipo dell'impianto di essiccazione (coclea + lampade IR + **PLC + sensori**)
  2. **modulo intelligente su cui gira un software sviluppato ad hoc**
  3. **il Cloud**



# PROTOTIPO - COCLEA

Soluzione a 5 lampade IR



A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

# PROTOTIPO - COCLEA

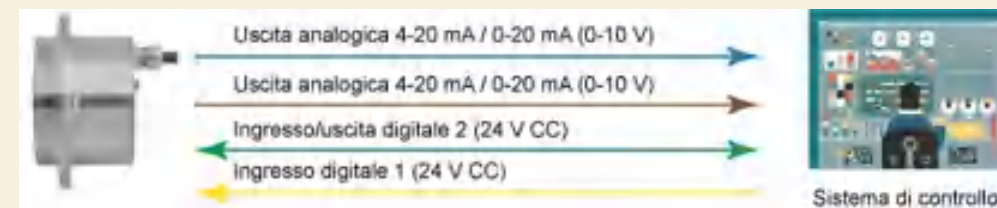
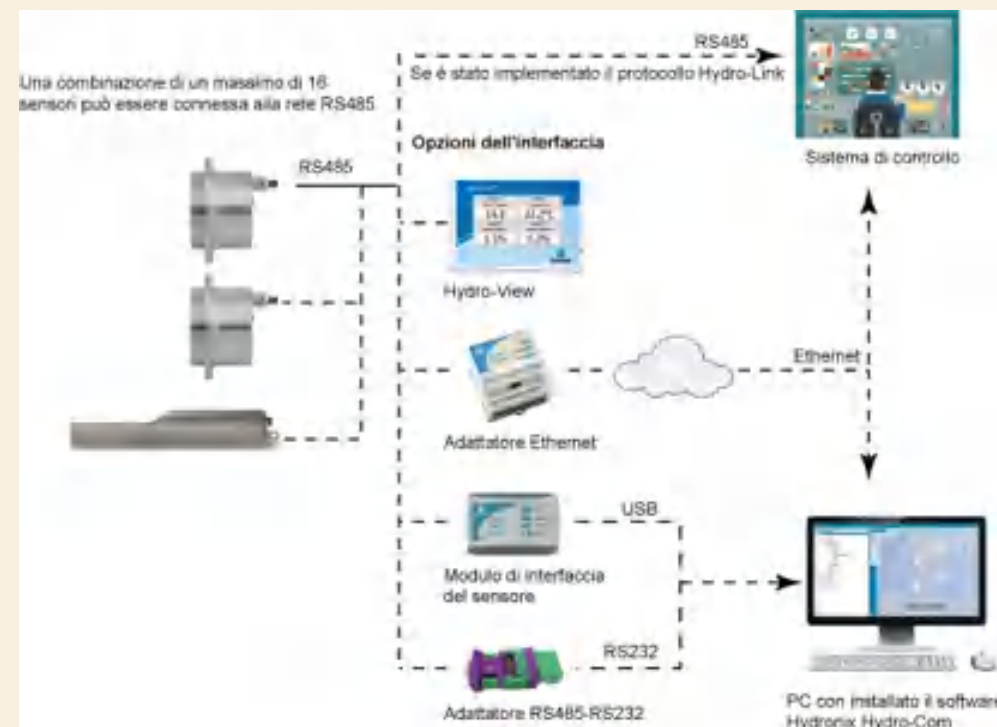


**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

*DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE*

# PROTOTIPO – PLC E SENSORI

- E' stato concordato con la Clemente Srl, che si occupa della costruzione dell'impianto, l'utilizzo di un **controllore logico programmabile (PLC)**, modulo intelligente che gestisce l'automazione dell'impianto, con predisposizione all'interconnessione e all'integrazione con sistemi esterni per scambiare i dati e le variabili di interesse.
- Hydro-Mix XT è un  **sensore di umidità** digitale, progettato per installazione a filo del fondo di mescolatori o trasportatori. Misura accuratamente il tenore di umidità del materiale effettuando 25 rilievi al secondo al passaggio del materiale sulla superficie in ceramica.



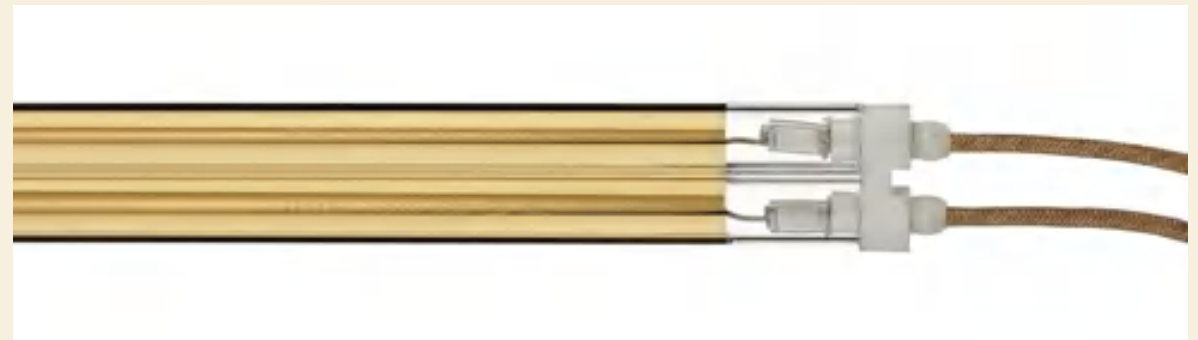
**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE



# PROTOTIPO – LAMPADINE IR

- Le **lampade IR in quarzo a Onda Media** sono particolarmente indicate per il riscaldamento rapido di parti superficiali e di materiali di piccolo spessore.
- Caratteristiche principali delle lampade IR in quarzo a onda media:
  - dimensioni dei tubi bifilari che ospitano la resistenza: 18 x 9 mm – 22 x 10 mm – 33 x 16 mm;
  - picco di radiazione posizionato nel range 2,2 – 3,2  $\mu\text{m}$ ;
  - 35 W/cm densità di potenza nominale massima (da verificare in fase di prototipazione);
  - 60 kW/m<sup>2</sup> massima densità di potenza per unità di superficie;
  - tempi di accensione del filamento nel range tra 30 e 70 secondi;
  - possibilità di applicare sul quarzo qualsiasi riflettore per meglio direzionare la radiazione verso il prodotto da riscaldare e aumentarne l'effetto.

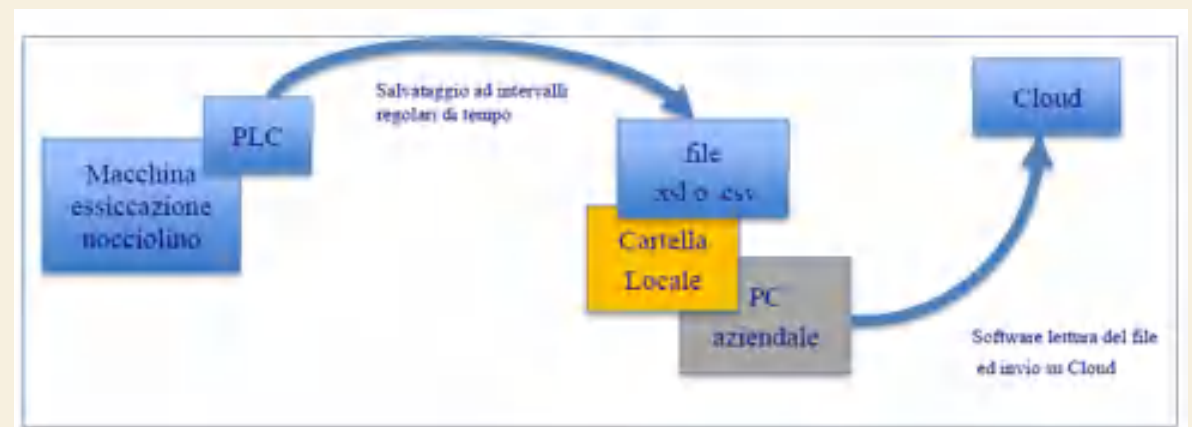


**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

# PC DEDICATO

- Un PC dedicato all'impianto su cui girano due software:
  - uno per interconnettersi via ethernet al PLC ed acquisire i dati;
  - l'altro per connettersi in rete al Cloud per inviare i dati precedentemente acquisiti.
- La macchina è connessa alla rete, via ethernet, per poter scambiare i dati di processo.
- Il controllore della macchina (PLC) salva su di un file .xml o .csv, all'interno di una cartella in rete locale aziendale (PC Windows), ad intervalli regolari di tempo impostabili da sinottico, **le variabili di interesse**.



**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

# VARIABILI DI INTERESSE

- Temperatura del nocciolino all'ingresso del macchinario;
- temperatura del nocciolino all'uscita del macchinario;
- temperatura ambientale;
- umidità del nocciolino all'ingresso del macchinario;
- umidità del nocciolino all'uscita del macchinario;
- umidità ambientale;
- velocità della coclea (non del motore - possibili motoriduttori);
- consumo energetico del motore;
- stato di on/off motore;
- stato on/off lampada 1, 2, 3, 4 e 5;
- consumo energetico lampada 1, 2, 3, 4 e 5;
- consumo energetico totale macchina;
- ore funzionamento macchina assolute (dalla prima accensione);
- ore funzionamento macchina relativa a attività giornaliera;
- macchina generale on/off;
- macchina *in run* on/off;
- allarme (byte - possibilità di definire diversi tipi di allarme);
- altri dati provenienti da sensori di sicurezza (es. incendio, etc.).

**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

# CLOUD

**CORRADINI** Home

0 > 1024 dati (20 pagine) 03-11-2020 Esporta

Timestamp	RUN	Ore parz.	Ore tot.	Allarmi	V. Coclea	KW Coclea	KW I1	KW I2	KW I3	KW I4
2020-11-04 0...	1	74	74	0	100.4619	27.54166	68.75284	2.879614	2.809163	2.845631
2020-11-04 0...	1	74	74	0	100.4769	27.53513	68.72125	2.879614	2.809163	2.845631
2020-11-04 0...	1	74	74	0	100.4754	27.52849	68.69024	2.879614	2.809163	2.845631
2020-11-04 0...	1	74	74	0	100.5099	27.52197	68.65927	2.879614	2.809163	2.845631
2020-11-04 0...	1	74	74	0	100.4601	27.51549	68.62769	2.879614	2.809163	2.845631
2020-11-04 0...	1	74	74	0	100.4668	27.50891	68.59663	2.879614	2.809163	2.845631
2020-11-04 0...	1	74	74	0	100.454	27.50246	68.56557	2.879614	2.809163	2.845631

**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

# MODALITA' DI CONTROLLO

## AUTOMATICO

- L'impianto gestisce in maniera autonoma il numero di lampade accese e le relative potenze nonché la velocità di rotazione della coclea in maniera tale che l'umidità del nocciolino all'uscita dell'impianto raggiunga il valore desiderato all'interno di un intervallo di tempo che non sia bloccante per la produzione, ovvero di quella di 150 kg/h.
- Dal pannello operatore si deve poter gestire il Set-point di controllo, ovvero il livello di umidità in uscita dalla coclea (pagina protetta da password).

## MANUALE

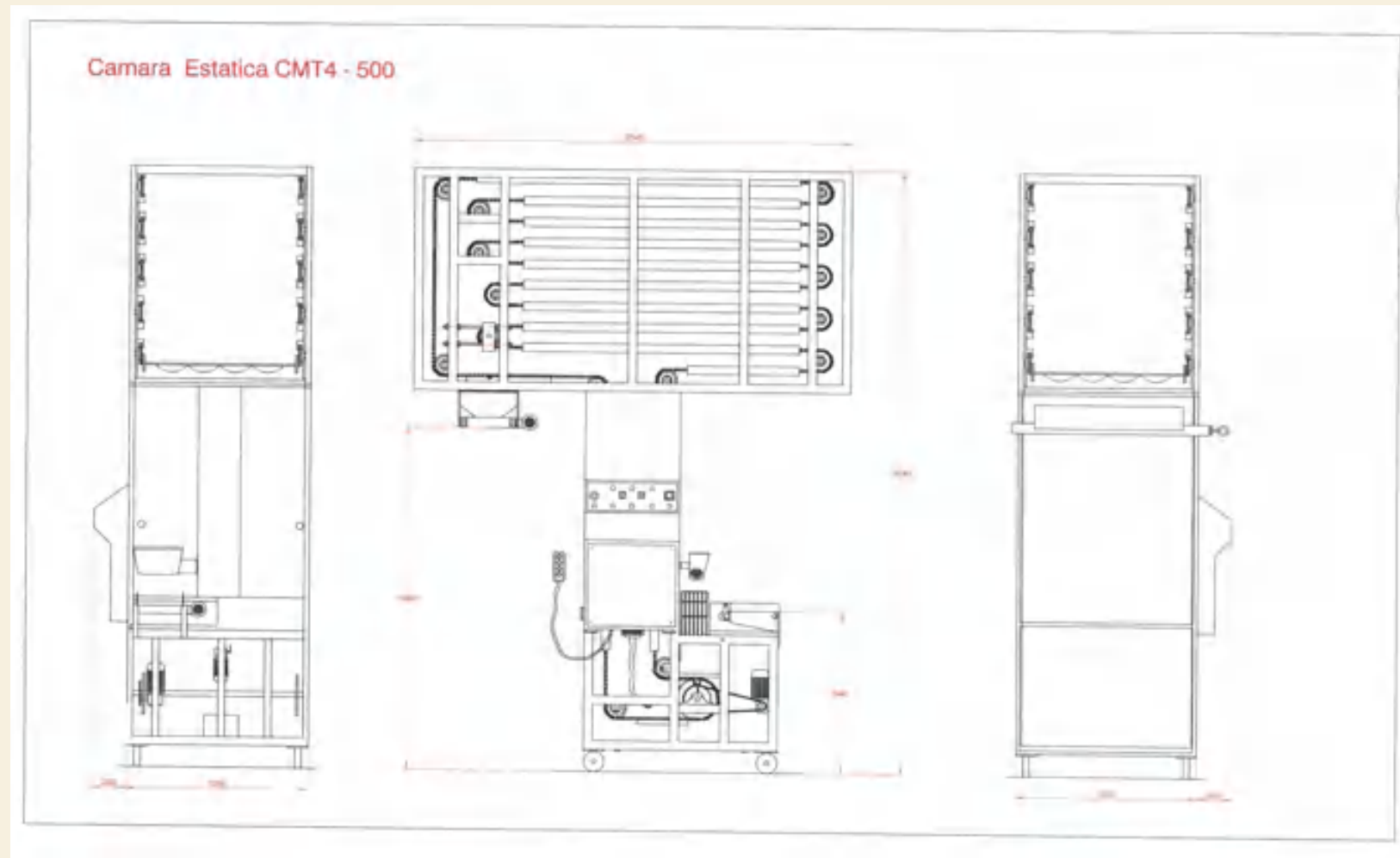
- L'utente deve poter effettuare le prove di essiccazione del nocciolino variando i seguenti parametri:
  - velocità coclea;
  - potenza di ogni singola lampada da sinottico;
  - accensione e spegnimento di ogni singola lampada.
- La pagina di controllo sarà protetta da password.
- Il sinottico avrà una pagina di visualizzazione delle variabili scambiate via Cloud.

# SISTEMA DI ACQUISIZIONE - GASTREGHINI

- In questo contesto è stato predisposto un sistema di acquisizione dati che permette
  - di **acquisire in tempo reale** tutti i parametri e le variabili di interesse dei consumi energetici;
  - di **trasferirli su Cloud** con relativa visualizzazione e storicizzazione.
- Il sistema può essere concettualmente identificato attraverso tre blocchi funzionali:
  1. prototipo dell'impianto di essiccazione (cella + lampade IR + **modulo consumo**)
  2. **modulo intelligente su cui gira un software sviluppato ad hoc**
  3. **il Cloud**



# PROTOTIPO – CELLA PUNTATURA

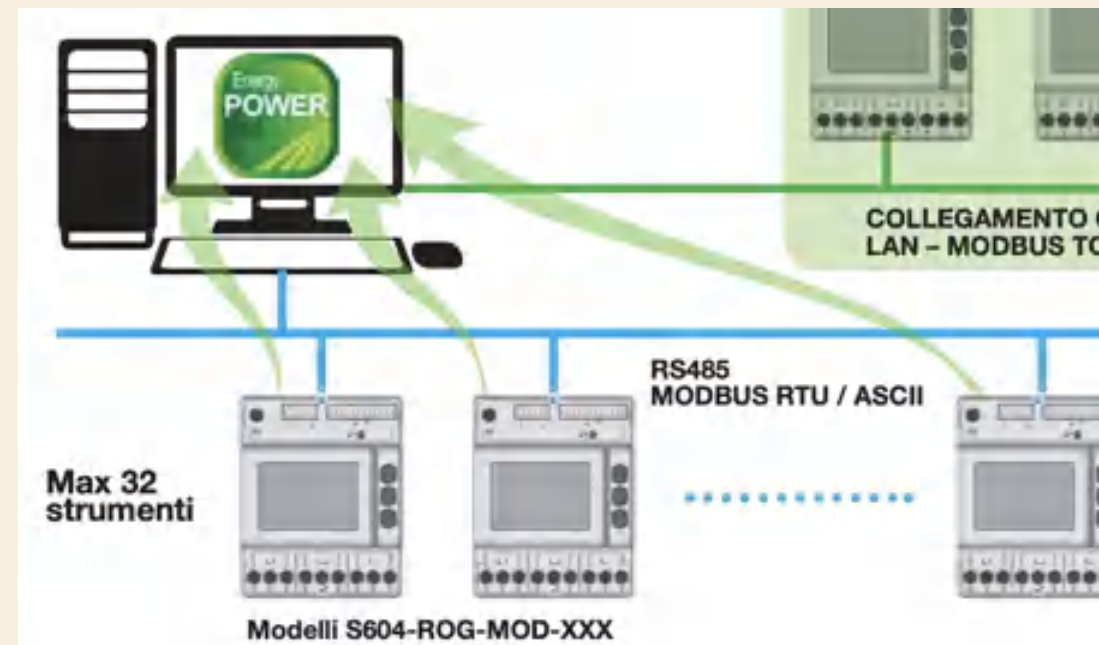


**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

*DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE*

# PROTOTIPO – MODULI SENSORIALI

- E' stato concordato con la Gastreghini Srl, considerando che la cella di puntatura non è predisposta con un PLC per interconnessione, l'utilizzo di un modulo intelligente che permette di acquisire le variabili di stato dei consumi energetici dell'impianto, e di scambiarli con sistemi esterni attraverso il protocollo Modbus-TCP.
- L'analizzatori di rete Seneca S604B è uno strumento trifase multifunzione in versione per TA standard da 5A, per inserzione diretta fino a 80A senza sensori Rogowski. Lo strumento sostituisce sia misuratori analogici singoli sia misuratori multifunzione quali: voltmetri, amperometri, wattometri, varmetri, frequenzimetri, fasometri, misuratori di energia, ecc.



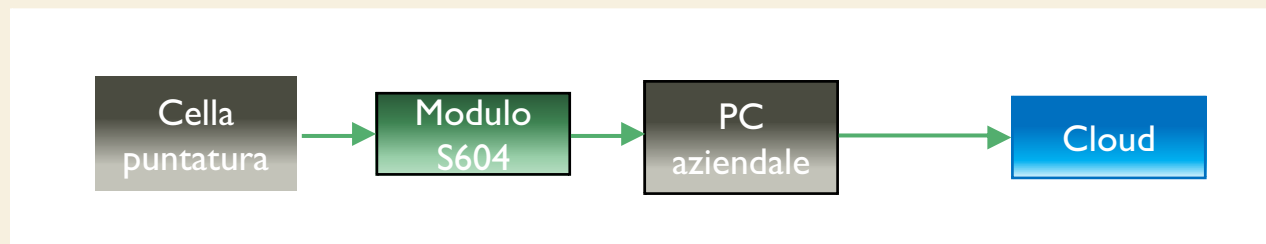
**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE



# PC DEDICATO

- Un PC dedicato all'impianto su cui girano due software:
  - uno per interconnettersi via ethernet al modulo ed acquisire i dati;
  - l'altro per connettersi in rete al Cloud per inviare i dati precedentemente acquisiti.
- Il dispositivo è connesso al computer, via ethernet, per poter scambiare i dati di processo utilizzando il protocollo Modbus-TCP.
- Il modulo per il monitoraggio dei consumi energetici salva i dati in tempo reale su apposite locazioni di memoria, ed ad intervalli regolari di tempo impostabili da software, il programma basato su PC va a leggere **le variabili di interesse**.



# VARIABILI DI INTERESSE

- Energia attiva fasi
- Energia reattiva induttiva fasi
- Energia attiva sistema
- Bilancio energia attiva di sistema
- Energia reattiva induttiva sistema
- Energia apparente sistema
- Contatore di installazione
- Contatore di misura
- Corrente fasi
- Tensione fasi
- Fattore di potenza fasi
- Thd corrente fasi
- Dpf fasi
- Armoniche corrente fasi
- Armoniche tensioni fasi

# CLOUD

Gastreqhini Home → Machines → 6be8ea41-965 → Details → Rawdata. MP

Realtime Rawdata Charts

155 dati (4 pagine) 19-04-2023 Esporta

Numero seriale	Potenza attiva di sistema	Potenza attiva fase 1	Potenza attiva fase 2	Potenza attiva fase 3	Tensione
K542TC0025	124.4530029296875	38.479000091552734	51.10599899291992	47.65399932861328	398.777
K542TC0025	152.26199340820312	50.33700180053711	65.13300323486328	55.42599868774414	391.893
K542TC0025	142.65199279785156	50.65599822998047	53.45800018310547	50.167999267578125	414.164
K542TC0025	146.6300048828125	47.27000045776367	62.38600158691406	56.202999114990234	384.985
K542TC0025	223.19700622558594	10.75	16.993000030517578	20.829999923706055	387.411
K542TC0025	190.56100463867188	61.01100158691406	66.87300109863281	62.67499923706055	386.145
K542TC0025	193.1699981689453	21.636999130249023	29.968000411987305	66.4000015258789	390.941

A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

# INDICE

1. Introduzione
2. Che cos'è l'essiccazione
3. Modellazione
4. Acquisizione e analisi dei dati
5. Risultati Corradini Sas
6. Risultati Gastreghini Srl
7. Conclusioni

# IMPIANTO COCLEA – QUADRO ELETTRICO

Impianto realizzato dalla Clemente Srl

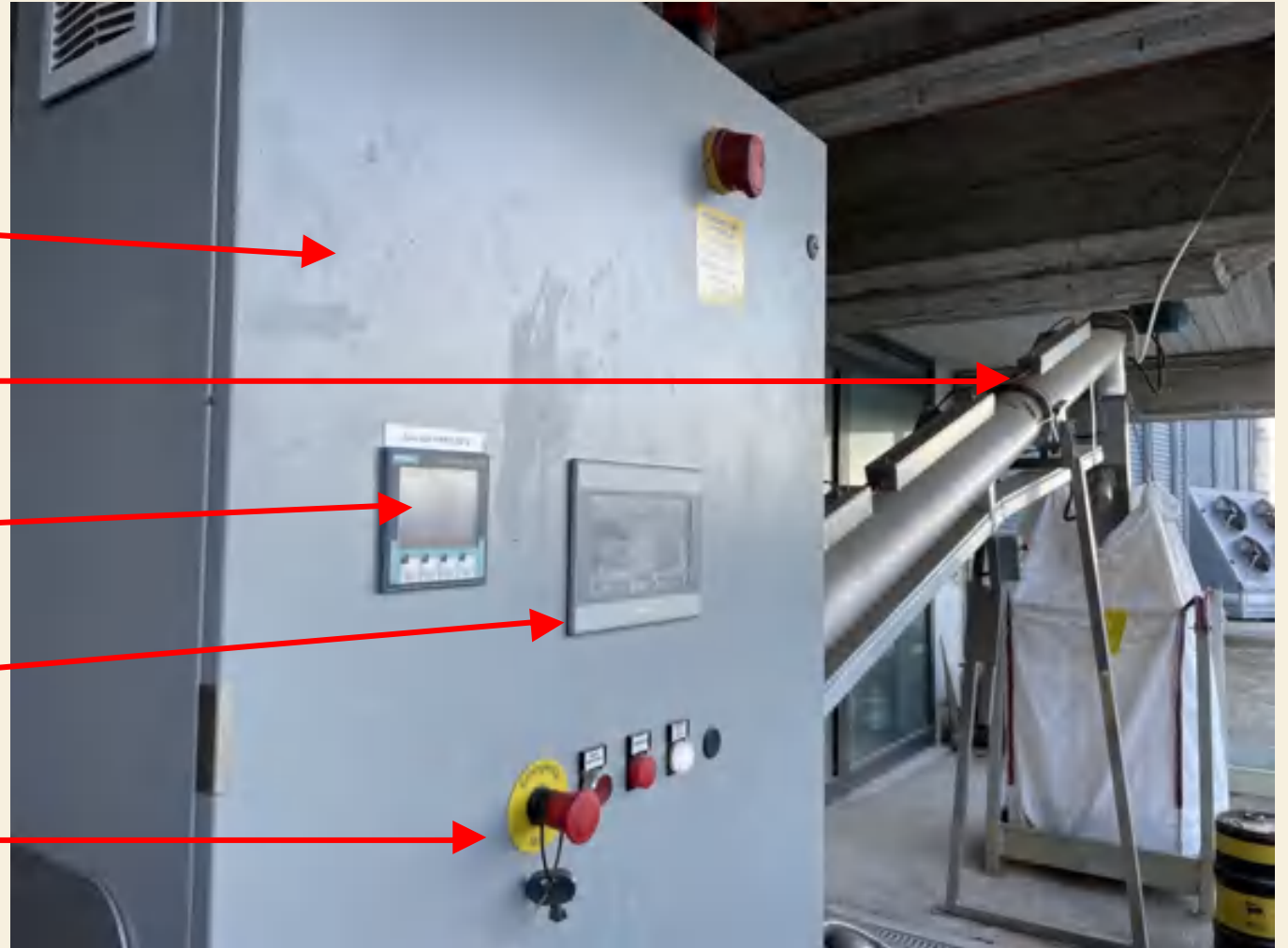
Quadro principale  
automazione impianto

Coclea con cinque  
lampade IR

Monitoraggio consumi  
energetici

Sinottico operatore

Pulsanti emergenza e  
reset impianto



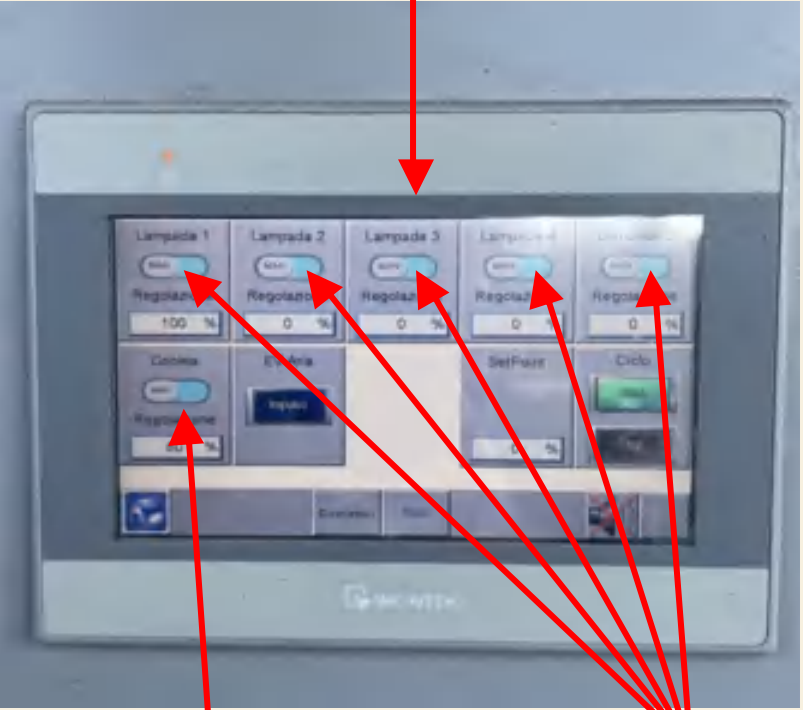
**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

*DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE*

# IMPIANTO COCLEA - SINOTTICO



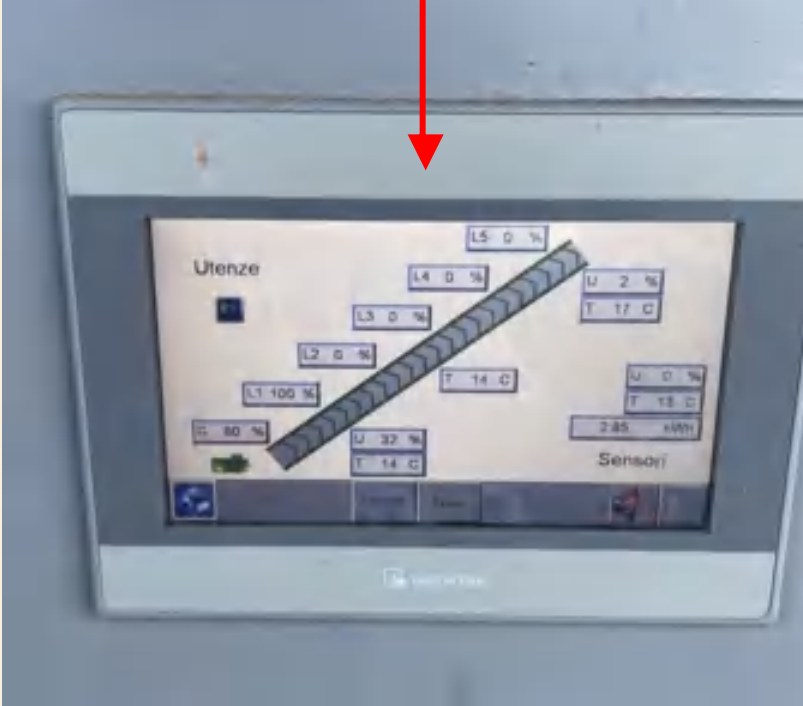
Controllo manuale lampade e velocità coclea



On/Off coclea

On/Off lampada

Cruscotto stato potenza lampade, temperatura, umidità e velocità coclea



A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

# IMPIANTO COCLEA - LAMPADADE

Coclea

Lampade



**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

*DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE*

# IMPIANTO COCLEA – SENSORE UMIDITÀ



Sensore umidità  
uscita coclea



**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

*DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE*



# IMPIANTO COCLEA – SENSORE UMIDITÀ



Sensore umidità  
ingresso coclea



**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

*DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE*

# CLOUD - DASHBOARD

MP

15-10-2021 Esporta

U. in	U. out	Utenze
34.58872	1.918837	36
34.6245	2.057798	36
34.74569	1.886068	36
34.74873	2.051686	36
34.84701	1.921152	36
34.9566	1.970738	36
34.96022	1.98828	36
34.96105	2.005786	36
35.07172	2.023293	36

Consumo di  
potenza coclea

Consumo di  
potenza lampade

Umidità uscita

Umidità ingresso

Aggiornamento ogni  
10 minuti con lettura  
ogni minuto

Corradini Home

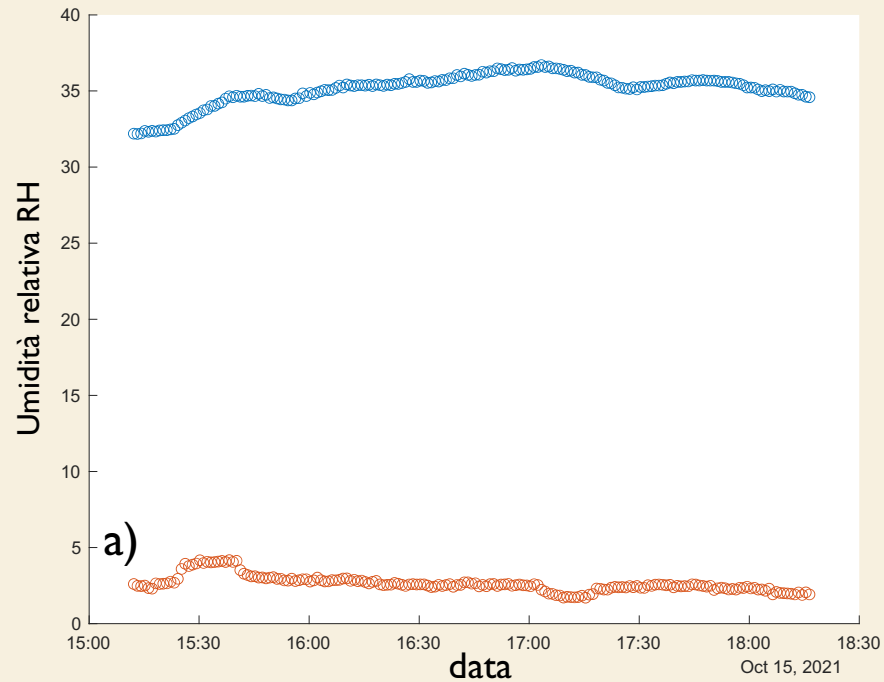
← 1 → 185 dati (4 pagine)

	KW Coclea	KW 11	KW12	KW13	KW 14	KW 15
108.2386	422.6341	2.914715	7.943926	2.848446	2.235616	
108.2336	422.6341	2.914715	7.913134	2.848446	2.335616	
108.2287	422.6341	2.914715	7.882297	2.848446	2.235616	
108.2238	422.6341	2.914715	7.850454	2.848446	2.235616	
108.2187	422.6341	2.914715	7.818347	2.848446	2.235616	
108.2137	422.6341	2.914715	7.787084	2.848446	2.235616	
108.2087	422.6341	2.914715	7.755826	2.848446	2.235616	
108.2037	422.6341	2.914715	7.724788	2.848446	2.235616	
108.1987	422.6341	2.914715	7.693092	2.848446	2.335616	

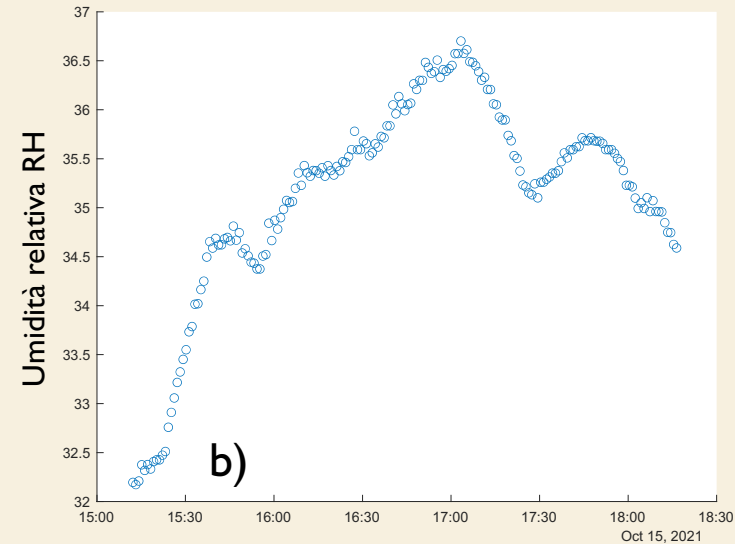
A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

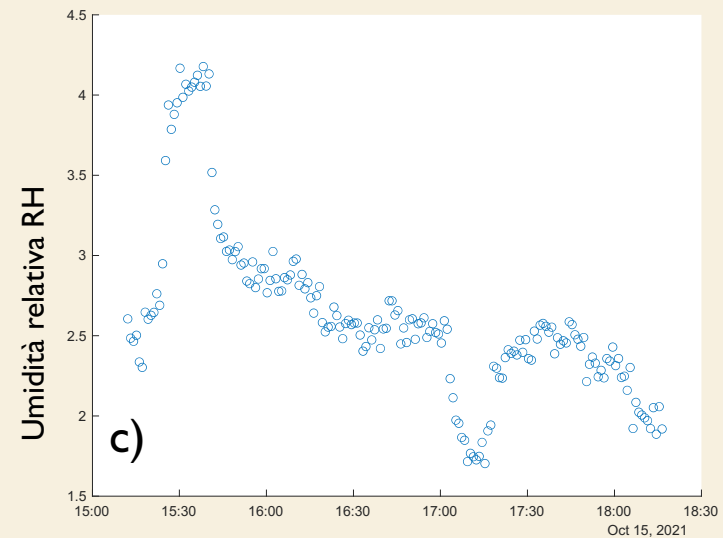
# MODELLO - IR



Lettura umidità relativa in ingresso e in uscita

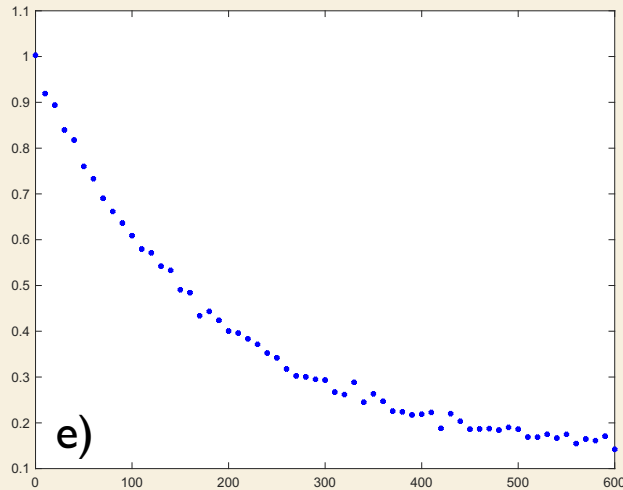


Umidità relativa in ingresso



Umidità relativa in uscita

# MODELLO - IR



Ipotesi modello  
matematico

Midilli et al.

$$MR = a \exp(-kt^n) + bt$$

40% Umidità iniziale max

Media RH\_out = 2.62%

Media RH\_in = 35.13%

$$MR = Y = b * X + a * \exp(-(X.^n) * kp)$$

a = 0.997

b = 0.00015;

kp = 0.0071;

n = 0.93;

Come validato dalla Gestreghini Srl tale configurazione permette di ottenere un output (nocciolino) con una umidità media residua al 3%, ovvero il parametro finale desiderato.

Purtroppo un'anomalia del sensore digitale Hydro-MixXT ha impedito una completa raccolta dei dati relativi all'umidità lungo tutto il corso della campagna olivicola.

Test effettuati con termobilancia, sempre dalla Gestreghini Srl, hanno comunque confermato l'effettiva essiccazione del nocciolino

**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

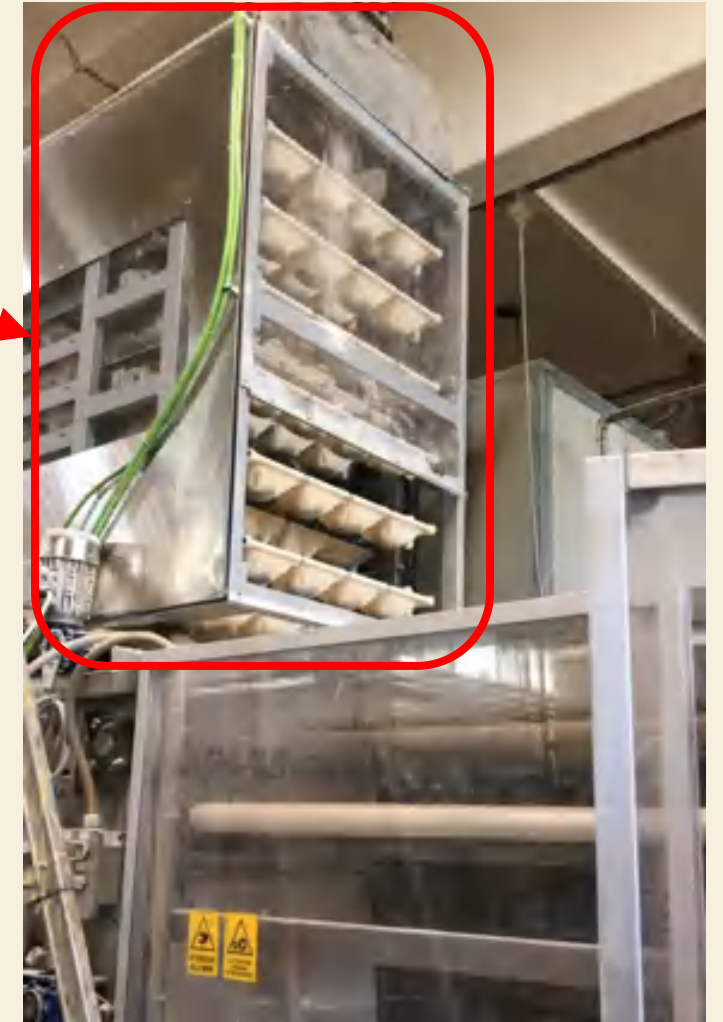
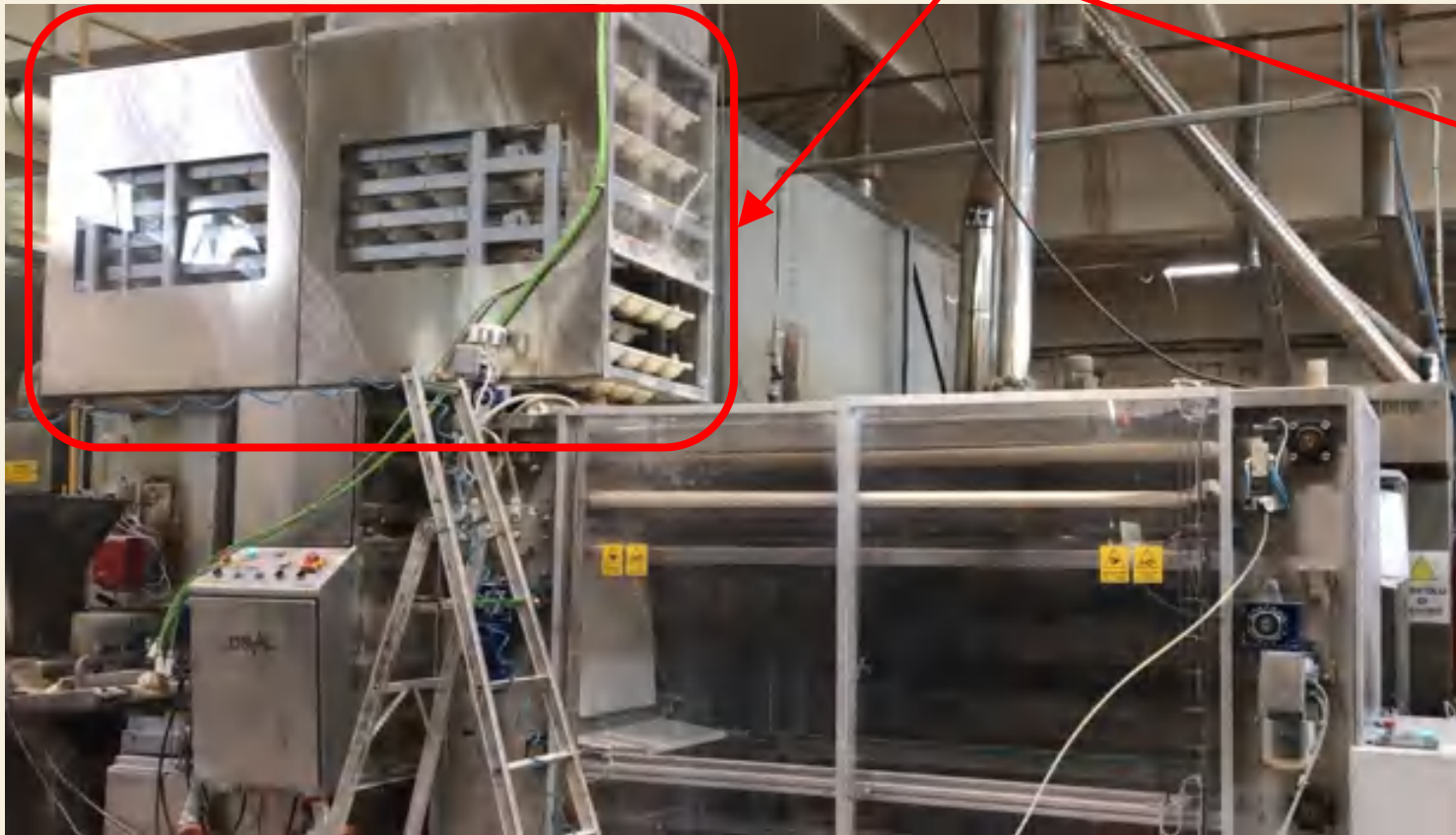
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

# INDICE

1. Introduzione
2. Che cos'è l'essiccazione
3. Modellazione
4. Acquisizione e analisi dei dati
5. Risultati Corradini Sas
6. Risultati Corradini Gastreghini Srl
7. Conclusioni

# IMPIANTO CELLA PUNTATURA - IR

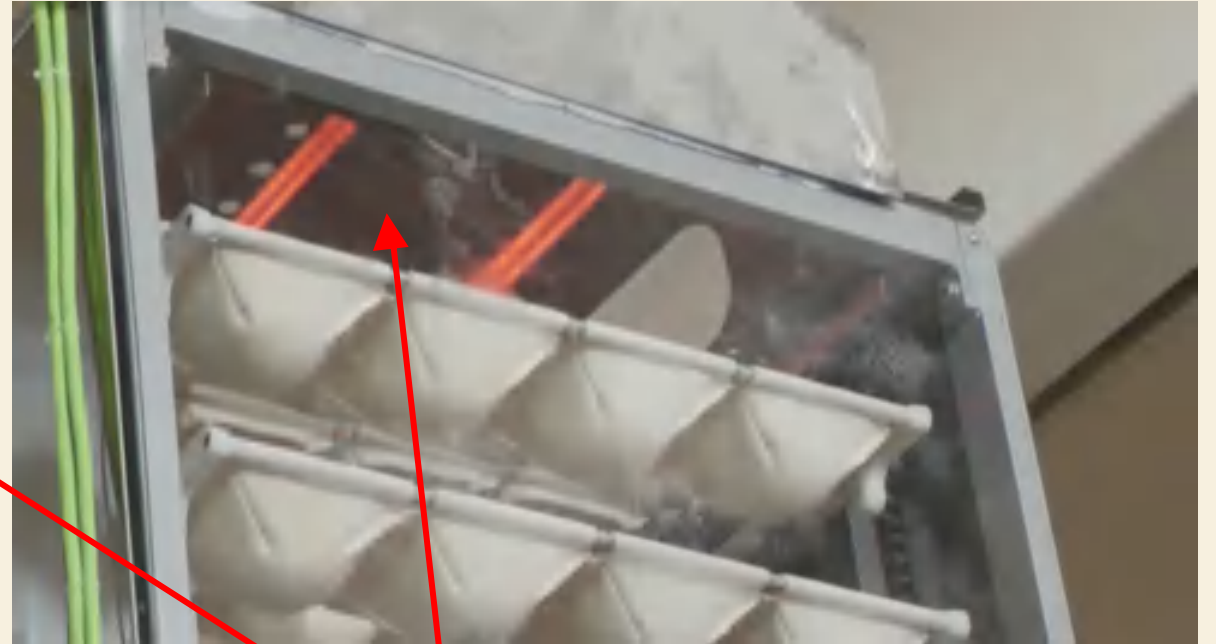
Area dove le pagnottelle rimangono per lievitare per 20 minuti mentre vengono ruotate ogni 10 secondi .



**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

*DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE*

# IMPIANTO CELLA PUNTATURA - IR



Vista lampade IR

**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

*DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE*

# IMPIANTO CELLA PUNTATURA - IR

Contatore di energia trifase 3/4 fili 80A ad inserzione diretta con interfaccia di comunicazione ethernet

## CONTATORI

ENERGIA ATTIVA (imp&exp)  
BILANCIO DELL'ENERGIA ATTIVA DI SISTEMA  
ENERGIA REATTIVA (imp&exp) (ind&cap)  
BILANCIO DELL'ENERGIA REATTIVA DI SISTEMA (ind&cap)  
ENERGIA APPARENTE (imp&exp) (ind&cap a richiesta)  
BILANCIO DELL'ENERGIA APPARENTE DI SISTEMA (ind&cap a richiesta)  
CONTAORE D'INSTALLAZIONE  
CONTAORE DI MISURA



**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE



# CLOUD - DASHBOARD

**Vista realtime**

**Rawdata**

**Grafici**

**Variabili consumi energetici**

**Gastreghini** Home > Machines > 6be6ea41-965 > Details > Realtime MP

Realtime Rawdata Charts

Bilancio energia attiva di sistema <b>329887.3</b> Desc. Bilancio energia attiva di sistema	Codice di errore -- Desc. Codice di errore	Contatore di installazione <b>6148.2</b> Desc. Contatore di installazione	Contatore di misura <b>629.8</b> Desc. Contatore di misura	Corrente di neutro <b>0.186</b> Desc. Corrente di neutro	Corrente di sistema <b>1.003</b> Desc. Corrente di sistema
Corrente fase 1 <b>0.931</b> Desc. Corrente fase 1	Corrente fase 2 <b>0.992</b> Desc. Corrente fase 2	Corrente fase 3 <b>1.114</b> Desc. Corrente fase 3	En. att. esp. -- Desc. Energia attiva esportata di sistema	En. att. esp. F.1 -- Desc. Energia attiva esportata fase 1	En. att. esp. F.2 -- Desc. Energia attiva esportata fase 2

**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

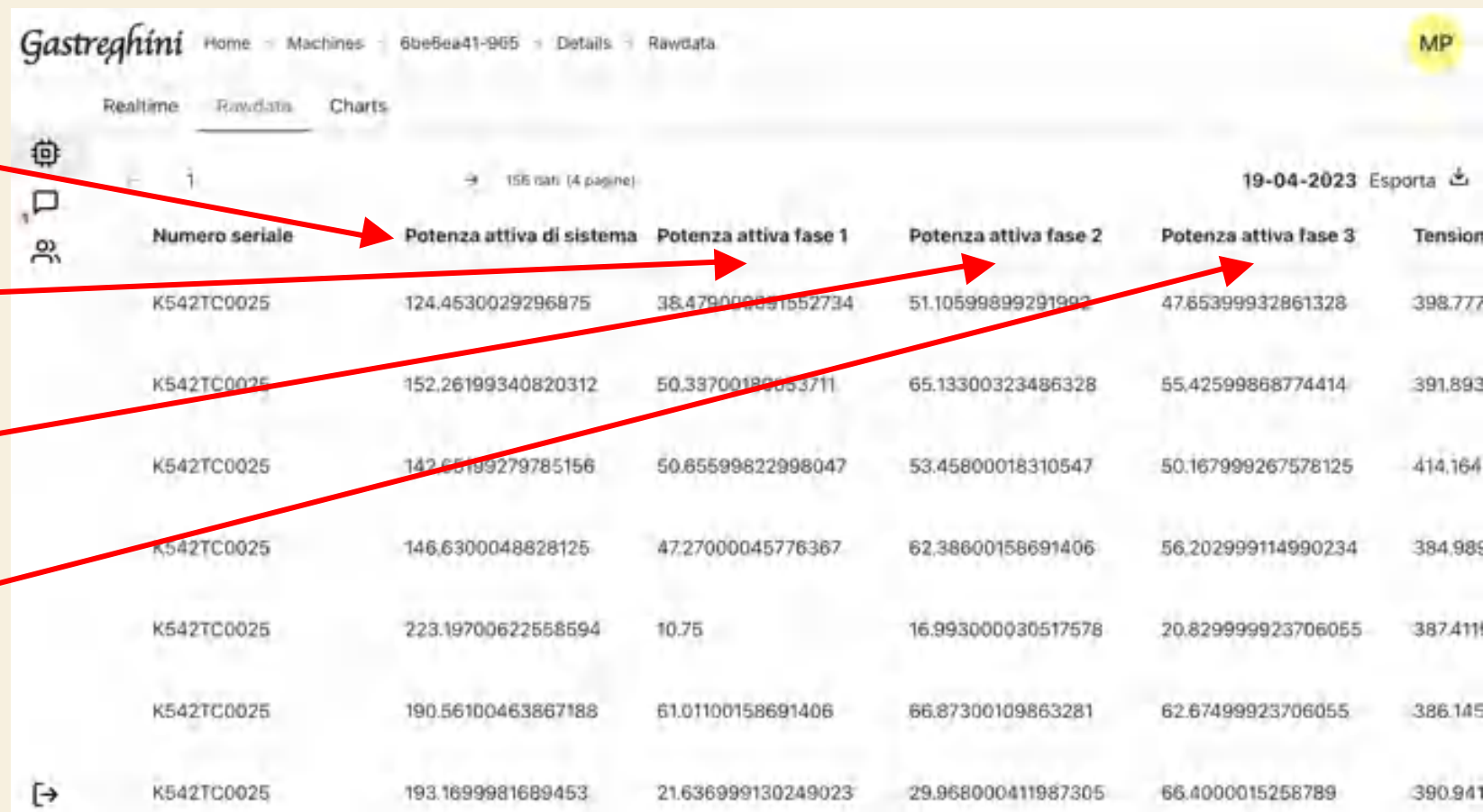
# CLOUD - DASHBOARD

Potenza attiva

Fase 1

Fase 2

Fase 3



Gastreghini Home - Machines - 6be8ea41-9665 - Details - Rawdata

Realtime Rawdata Charts

156 dati (4 pagine) 19-04-2023 Esporta

Numero seriale	Potenza attiva di sistema	Potenza attiva fase 1	Potenza attiva fase 2	Potenza attiva fase 3	Tension
K542TC0025	124.4630029296875	38.479999991652734	51.10599899291992	47.65399932861328	398.777
K542TC0025	152.26199340820312	50.33700189353711	65.13300323486328	55.42599868774414	391.893
K542TC0025	142.65199279785156	50.65599822998047	53.45800018310547	50.167999267578125	414.164
K542TC0025	146.6300048828125	47.27000045776367	62.38600158691406	56.202999114990234	384.985
K542TC0025	223.19700622558594	10.75	16.993000030517578	20.829999923706055	387.411
K542TC0025	190.56100463867188	61.01100158691406	66.67300109863281	62.67499923706055	386.145
K542TC0025	193.1699981689453	21.636999130249023	29.968000411987305	66.4000015258789	390.941

A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

# MODELLO - IR

Test effettuati **SENZA** lampade accese.  
 Valor medio umidità del: **45.70%**

TL1 - Test umidità nessuna Lampada accesa													
tre bilancelle													
	Data	Impasto 1	Impasto 2	Impasto 3	Impasto 4	Impasto 5	Impasto 6	Impasto 7	Impasto 8	Impasto 9	Impasto 10	Impasto 11	Impasto 12
Test 1-0	28/09/22	44,60%	44,50%	44,50%	44,70%	44,60%	44,50%	44,50%	44,60%	44,60%	44,50%	44,50%	44,70%
Test 2-0	29/09/22	44,70%	44,80%	44,80%	44,70%	44,90%	44,70%	44,80%	44,80%	44,70%	44,90%	44,80%	44,80%
Test 3-0	11/10/22	45%	45,20%	45%	45,10%	45,10%	45,20%	45%	45,20%	45%	45,10%	45,10%	45,20%
Test 4-0	13/10/22	45,50%	45,60%	45,50%	45,50%	45,70%	45,50%	45,50%	45,60%	45,50%	45,50%	45,70%	45,50%
Test 5-0	18/10/22	45,20%	45,30%	45,10%	45,20%	45,20%	45,30%	45,10%	45,20%	45,20%	45,30%	45,10%	45,20%
Test 6-0	18/01/23	45,60%	45,50%	45,60%	45,40%	45,60%	45,50%	45,60%	45,40%	45,60%	45,50%	45,60%	45,40%
Test 7-0	19/01/23	45,50%	45,50%	45,60%	45,50%	45,40%	45,60%	45,50%	45,50%	45,60%	45,50%	45,40%	45,60%
Test 8-0	23/01/23	45,70%	45,60%	45,60%	45,70%	45,70%	45,40%	45,50%	45,60%	45,70%	45,60%	45,60%	45,70%

Test effettuati con **TRE** lampade accese.  
 Valor medio umidità del: **37.88%**

TL123 - Test umidità Lampada 1-2-3 accese													
tre bilancelle													
	Data	Impasto 1	Impasto 2	Impasto 3	Impasto 4	Impasto 5	Impasto 6	Impasto 7	Impasto 8	Impasto 9	Impasto 10	Impasto 11	Impasto 12
Test 1-5	28/09/22	37,80%	37,90%	37,70%	37,90%	37,80%	37,90%	37,70%	37,90%	37,80%	37,90%	37,70%	37,90%
Test 2-5	11/10/22	37,90%	37,90%	37,80%	37,80%	37,80%	37,90%	37,90%	37,90%	37,80%	37,80%	37,80%	37,90%
Test 3-5	18/01/23	37,90%	37,80%	37,80%	37,70%	37,70%	37,90%	37,90%	37,80%	37,80%	37,70%	37,70%	37,90%
Test 4-5	02/02/23	38%	38%	38,10%	38,20%	38%	38%	38%	38,10%	38,20%	38%	38,10%	38,20%
Test 5-5	07/02/23	37,80%	37,90%	37,80%	37,80%	37,90%	37,80%	37,70%	37,90%	37,80%	37,80%	37,90%	37,80%

Riduzione umidità del **17.11%**

Target 5% umidità

Riduzione tempi del 8%

Riduzione consumo di circa 8 kw/h

Test essiccatoio				
	Data	tempo essiccazione	Umidità iniziale	Umidità finale
Test TL0	28/09/22	38 ore	27,60%	5,30%
Test TL0	29/09/22	38 ore	27,50%	5,35%
Test TL0	11/10/22	38 ore	27,90%	5,30%
Test TL0	13/10/22	38 ore	27,80%	5,35%
Test TL0	18/10/22	38 ore	27,90%	5,35%
Test TL2	11/10/22	37 ore	25,50%	5,20%
Test TL2	13/10/22	37 ore	25,60%	5,25%
Test TL2	18/10/22	37 ore	25,60%	5,25%
Test TL13	28/09/22	36,5 ore	22,60%	4,55%
Test TL13	11/10/22	36,5 ore	22,50%	4,60%
Test TL123	28/09/22	36 ore	21,70%	4,00%

**A. MONTERIÙ, A. FREDDI, M. PRIST**

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

# INDICE

1. Introduzione
2. Che cos'è l'essiccazione
3. Modellazione
4. Acquisizione e analisi dei dati
5. Risultati Corradini Sas
6. Risultati Gastreghini Srl
7. **Conclusioni**

# CONCLUSIONI

- Le lampade IR rappresentano un metodo alternativo, potenzialmente più efficace e dal minor consumo, per il processo di essiccazione (e.g. sia del nocciolino sia dei prodotti da forno con patè di olive).
- Per valutare efficacia e consumi è necessario modellare il comportamento dell'essiccatore.
- E' stato predisposto un sistema di acquisizione dati che permette
  - di **acquisire in tempo reale** tutti i parametri e le variabili di interesse;
  - di **trasferirli su Cloud** con relativa visualizzazione e storicizzazione.
- Tali dati, una volta acquisiti, potranno essere utilizzati per una **modellazione empirica** basata su test diretti.
- L'attività si è concentrata sul prototipo Corradini e all'essiccatore
- I risultati dimostrano l'effettiva efficacia dell'utilizzo del sistema proposto

