



# Criogenia Alimentare

*Antonio Vercellesi, Christian Perniciaro*

---

31 Marzo 2023  
Milano

This document and the information contained herein is l'Air Liquide S.A. or one of its affiliates' property. The document is confidential business information and may furthermore contain confidential technical information. It is provided to certain employees of the Air Liquide Group for their internal use exclusively in the course of their employment. Any reproduction or disclosure of all or part of this document to third parties is prohibited without the express written consent of an authorized representative within the Air Liquide Group. If you have received this document by mistake, please immediately notify the sender and destroy the original message.



# 1

## Gruppo Air Liquide & Sostenibilità

# Cifre Chiave Gruppo Air Liquide

**Air Liquide è un leader mondiale nei gas**, nelle tecnologie e nei servizi per l'industria e la sanità. L'Ossigeno, l'Azoto e l'Idrogeno sono piccole molecole essenziali per la vita, la materia e l'energia. Sono stati al centro delle attività dell'azienda dalla sua nascita nel lontano **1902**.



**~66,400**  
COLLABORATORI



PRESENTI IN  
**75** PAESI



OLTRE  
**3.8** MILIONI  
DI CLIENTI E  
PAZIENTI



FATTURATO  
**€23.3**  
MILIARDI



PROFITTO NETTO  
(GRUPPO)  
**€2.6**  
MILIARDI



INVESTIMENTI  
**€3.6**  
MILIARDI

# Certificazioni



Certificazioni e accreditamenti

Sistema di gestione qualità	UNI EN ISO 9001	✓
Sistema di gestione ambiente	UNI EN ISO 14001	✓
Sistema di gestione sicurezza	UNI ISO 45001	✓
Sicurezza alimentare	FSSC 22000	✓
Sicurezza alimentare	UNI EN ISO 22000	✓
Miscela speciali	ISO/IEC 17025	✓
Sicurezza di attrezzature in pressione	T-PED	✓
Sistema di gestione sicurezza	SEVESO	✓
Salubrità degli alimenti	HACCP	✓
Normativa alimentare ebraica	CERTIFICAZIONE KOSHER	✓
Standard eccipienti farmaceutici	EXCIPACT	✓
Sviluppo Sostenibile dell'Industria Chimica mondiale	RESPONSIBLE CARE	✓
Pratiche ambientali e sociali	ECOVADIS	✓

# I mercati Industrial Merchant



## Food & Pharma

Aziende che operano in attività di produzione e trasformazione di prodotti alimentari, bevande e farmaceutiche.



## Entrepreneurs & Professionals

Professionisti e artigiani dedicati alla produzione di metalli, termoidraulica, costruzione e riparazione.



## Manufacturing & Process

Piccole, medie e grandi aziende che trasformano le materie prime in prodotti finiti o trasformazione delle materie prime in prodotti ad alto valore aggiunto. Industrie impegnate in attività estrattiva di minerali o impegnate nel settore Oil&Gas.



## Laboratories & Analysis

Centri di ricerca e laboratori di analisi e controllo. Industrie tecnologiche (optoelettronica, electronics manufacturing, aziende aerospaziali).

# L'impegno di Air Liquide per lo sviluppo sostenibile

L'ambizione di Air Liquide è di essere il leader nel suo settore, di conseguire performance di lungo termine e di contribuire a un mondo più sostenibile - con un profondo impegno a favore del **clima e della transizione energetica** al centro della sua strategia. La sua strategia di trasformazione centrata sul cliente mira ad una crescita redditizia, regolare e responsabile nel lungo periodo. Essa poggia sull'eccellenza operativa e la qualità degli investimenti, sull'innovazione aperta e l'organizzazione in network messa in campo dal Gruppo su scala mondiale. Grazie all'impegno e all'inventiva dei suoi collaboratori per rispondere alle sfide del **cambiamento energetico e ambientale, della sanità e della digitalizzazione**, Air Liquide crea ancora più valore per l'insieme dei suoi stakeholders.



[Report di sostenibilità](#)



[Link Ecovadis](#)

# Abbattimento delle emissioni CO<sub>2</sub> Definire una rotta per raggiungere la Neutralità Carbonica

## L'impegno di Air Liquide



Air Liquide

Riduzione in valore assoluto delle emissioni CO<sub>2</sub>

~  
2025

-30%

di intensità Carbonica  
in Kg CO<sub>2</sub>/€ EBITDA <sup>(a)</sup>  
VS 2015

Riduzione delle emissioni CO<sub>2</sub> in valore assoluto legate agli scope 1&2

2035

-33%<sup>(b)</sup>



Raggiungimento della  
**Neutralità Carbonica**  
entro il 2050

2050



a) al tasso di cambio del 2015 ed escludendo l'IFRS16 per le emissioni di gas a effetto serra scope 1 e 2

b) dal 2020 emissioni basate sul mercato di 32,5 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>eq (Scope 1+2)

# Abbattimento delle emissioni CO<sub>2</sub> Definire una rotta per raggiungere la Neutralità Carbonica



Ridurre la nostra produzione di Carbonio nel 2035 rispetto al 2020 del **33%**

**Come?**

- Incremento dell'acquisto di energia rinnovabile;
- Migliorare l'efficienza energetica delle unità produttive;
- Accelerare lo sviluppo di **Idrogeno privo di Carbonio**;
- Ridurre del **10%** la carbon footprint ottimizzando la produzione e il trasporto.

**50% veicoli LNG in Italia entro il 2025**



**In Italia**, nel trasporto dei suoi prodotti, Air Liquide ha fissato l'importante obiettivo di convertire il **50% della sua flotta logistica in veicoli di trazione alimentati a gas naturale liquido entro il 2025**.

L'uso di veicoli a LNG garantisce significativi vantaggi ambientali se confrontato con diesel o benzina, come la riduzione di: emissione di CO<sub>2</sub>, Ossidi di Azoto e particolato.



# Offerta Eco Origin

## Gas dell'aria Air Liquide (LIN, LOX, LAR)

L'offerta ECO ORIGIN Air Liquide è disponibile per i gas dell'aria: Ossigeno, Azoto e Argon prodotti in impianti di separazione dell'aria, continuamente ottimizzati da Air Liquide in termini di prestazioni energetiche

## Produzione e trasporto

La garanzia di origine Eco Origin comprende tutte le emissioni di CO<sub>2</sub> dalla produzione alla consegna al cliente: distillazione, liquefazione, stoccaggio, riempimento, trasporto e consegna

## 100% Energia rinnovabile

I gas dell'aria ECO ORIGIN sono forniti con garanzia di origine (GO) da energie rinnovabili (eoliche, solari, idroelettriche, biomassa o biogas)





# 2

---

## Cryogenic Freezing & Chilling

# Agenda

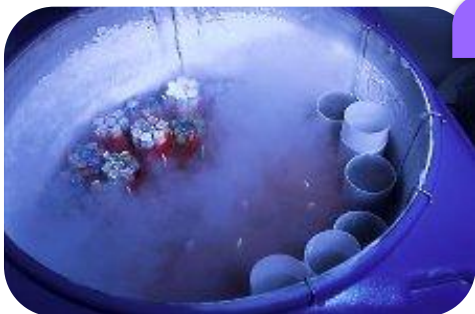
- **Introduzione alla refrigerazione**
- **Cos'è la refrigerazione meccanica?**
- **Cos'è la refrigerazione criogenica?**
- **Esigenze dei clienti per segmento di mercato**
- **Una panoramica delle soluzioni criogeniche di Air Liquide**

# Definizione di refrigerazione

Il Raffreddamento di uno spazio o di una sostanza al di sotto della temperatura ambiente



0°C



0°C

Temperature **Positive**

Refrigerazione



Raffreddamento

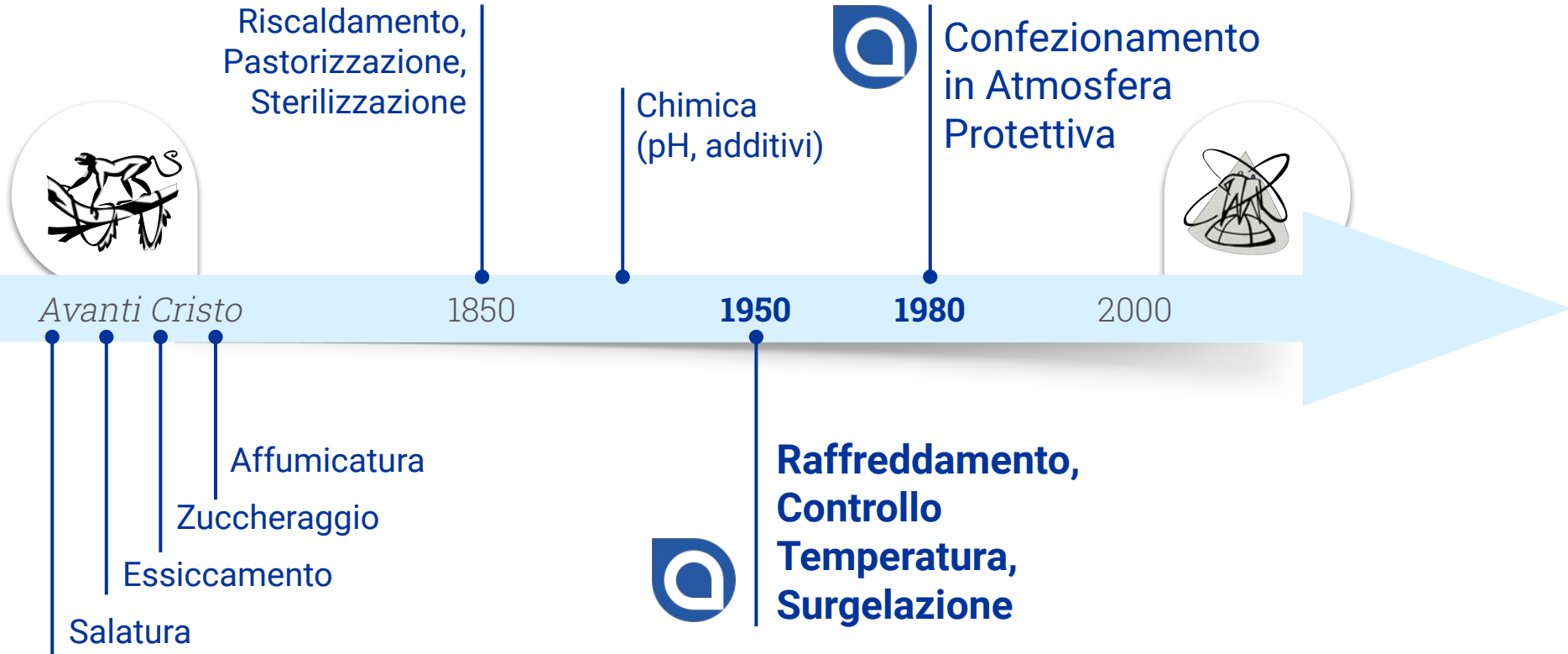
Temperature **Negative**

Refrigerazione



Surgelazione

# Differenze tecniche di conservazione



# Evoluzione delle tecniche di raffreddamento

20<sup>th</sup> Secolo

La sublimazione di un solido  
(Es: "Ghiaccio secco")

Evaporazione di un liquido  
(Es.: Azoto Liquido)



Criogenico

19<sup>th</sup> / 20<sup>th</sup> Secolo

L'espansione di un  
gas compresso

Fisica

16<sup>th</sup> Secolo

Lo scioglimento di certi corpi solidi  
in un liquido appropriato abbassa la temperatura

Chimica

Preistoria

Ghiaccio

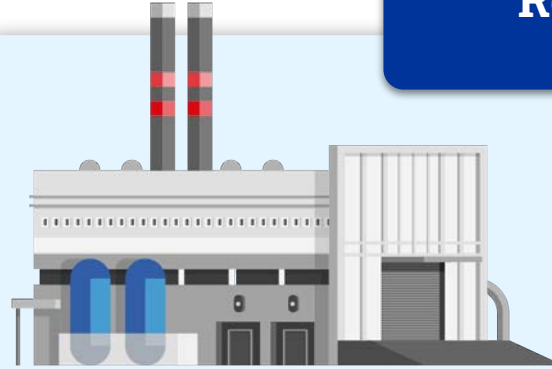
Naturale

# Differenti tipi di refrigerazione

## Raffreddamento durante Trasporto



## Refrigerazione Industriale



## Refrigerazione Commerciale



## Refrigerazione Domestica



# Refrigerazione Statica o Dinamica



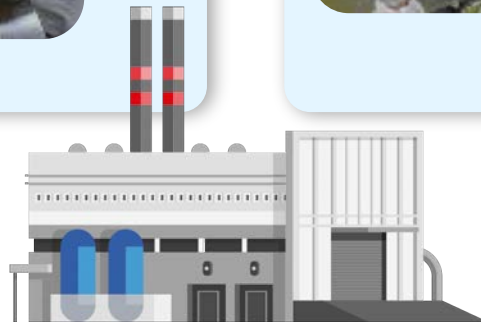
## Refrigerazione Statica

**Surgelazione rapida, refrigerazione e conservazione di prodotti in grandi frigoriferi o congelatori**



## Refrigerazione Dinamica

**Surgelazione rapida, raffreddamento e controllo della temperatura durante la preparazione**







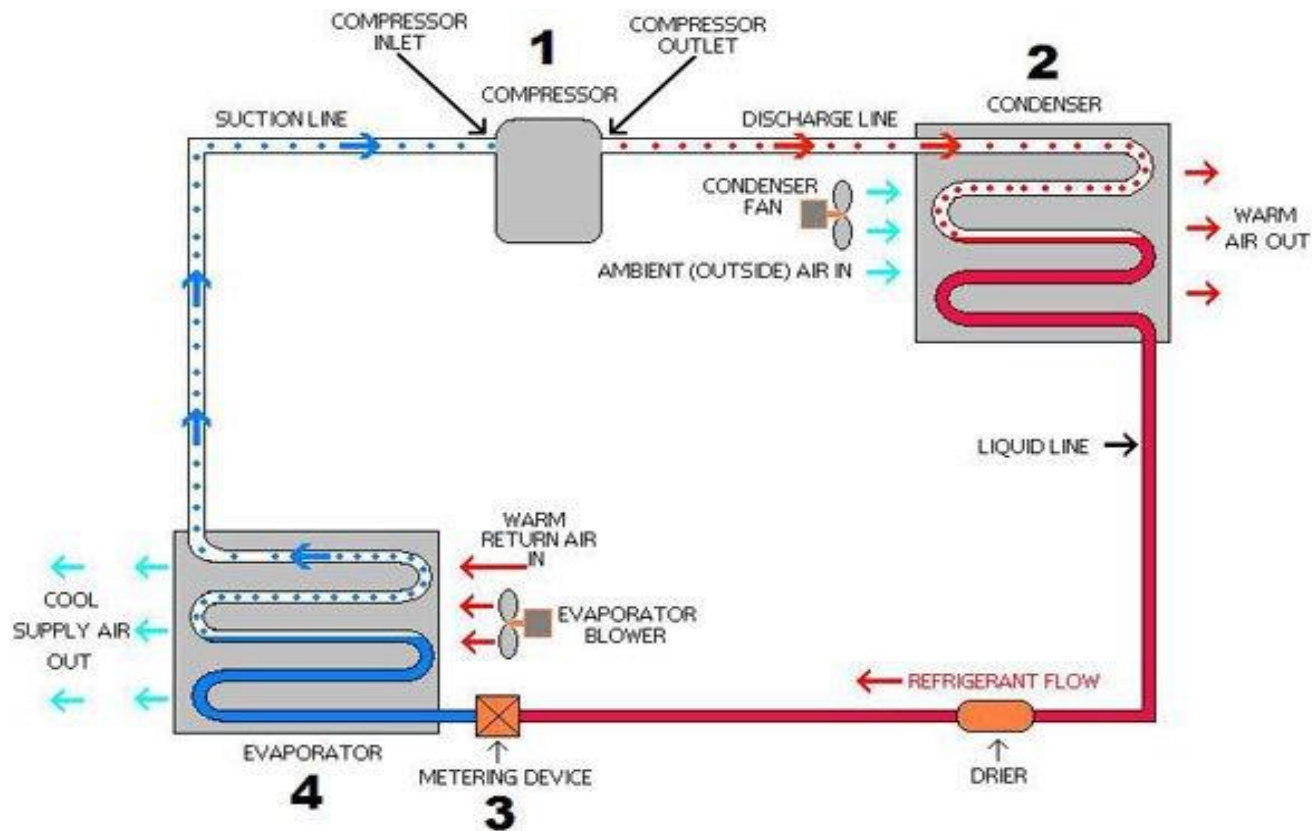
# Cos'è la Refrigerazione meccanica?

# Sistema di Refrigerazione Meccanica

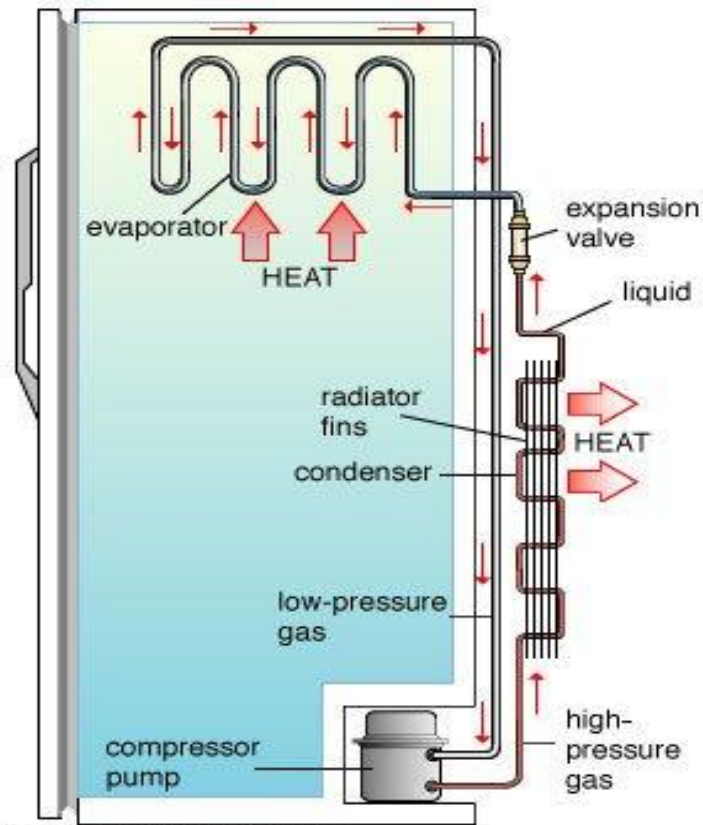
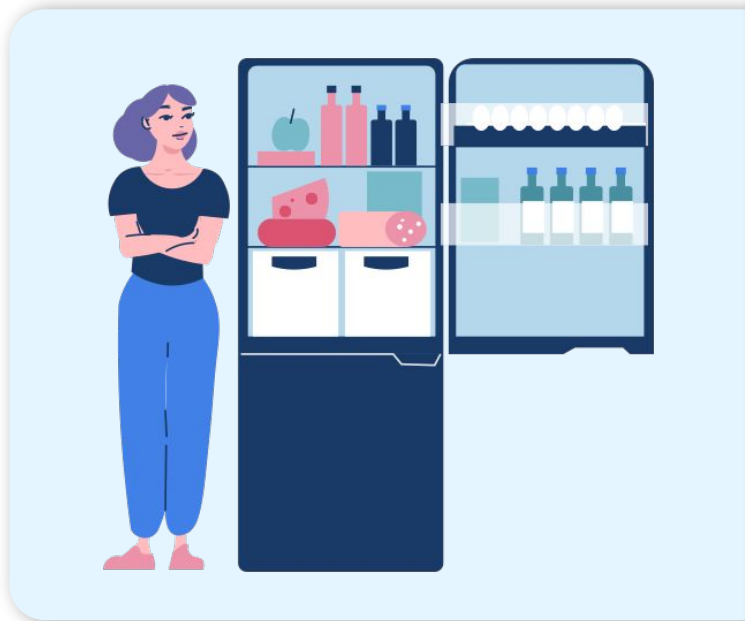
- **Un compressore, controllato da un termostato, esercita una pressione su un refrigerante vaporizzato costringendolo a passare attraverso un condensatore dove perde calore e liquefa.**
- **Si sposta quindi attraverso le serpentine del comparto frigorifero (evaporatore) dove vaporizza attingendo dal calore dell'ambiente che si trova nello scomparto.**
- **Il refrigerante quindi torna al compressore e il ciclo viene ripetuto.**



# Il principio del circuito chiuso di refrigerazione

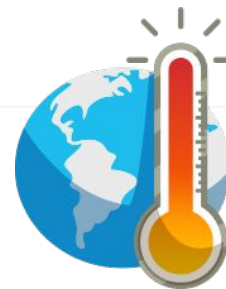


# Esempio di raffreddatore domestico



© 2006 Merriam-Webster, Inc.

# Evoluzione dei refrigeranti



2010...

**Ridurre l'impatto dei refrigeranti**  
**Riscaldamento Globale**

$\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , HC,  $\text{CO}_2$ , miscele di gas...

*FYI:  $\text{NH}_3 = \text{R517}$ ,  $\text{CO}_2 = \text{R744}$ , HCFC = R22, HFC = R404 and R134...*

1990-2010s

**Protegge lo strato ozono**

HFC,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , HC,  $\text{CO}_2$

1930-1990

**Sicuro e duraturo**

CFC, HCFC, HFC,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$

1830-1930

**Qualunque cosa funzionasse**

Eteri,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HCOOCH}_3$ , HC,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CCl}_4$ , CHC...

La refrigerazione meccanica è di gran lunga il metodo più comunemente usato nell'industria alimentare oggi

→ refrigerazione statica e dinamica



- Il costo operativo dipende solo dal prezzo dell'elettricità



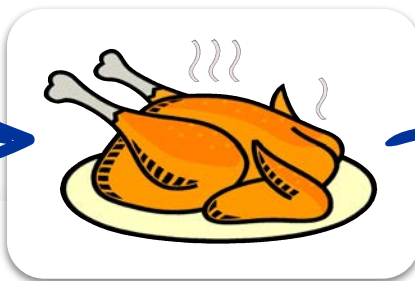
- Elevato investimento
- Mancanza di flessibilità operativa
- Tempi lunghi per l'avvio dell'attività
- Manutenzione e ricarica del refrigerante
- La politica ambientale sui refrigeranti non è chiara per i prossimi anni!



# Cos'è la Refrigerazione criogenica?

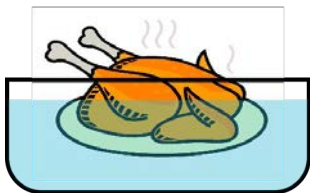
# Circuito aperto di refrigerazione (Criogenia)

Refrigerante conservato  
in un serbatoio di  
stoccaggio



Refrigerante riscaldato  
viene messo all'aria

Contatto diretto tra refrigerante e  
prodotto da raffreddare



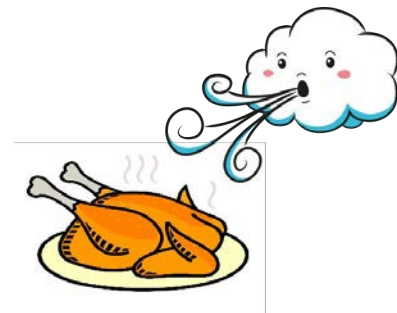
**Immersione**

e/o



**Nebulizzazione**

e/o



**Convezione**



# Fluidi refrigeranti



**N<sub>2</sub>**



**CO<sub>2</sub>**

**Refrigerante**

**Temperatura**

**-196°C**

**-78.5°C (ghiaccio secco)**

**Stoccaggio**

**Liquido a ~2-4 bar**

**Liquido a -20°C e 20 bar**

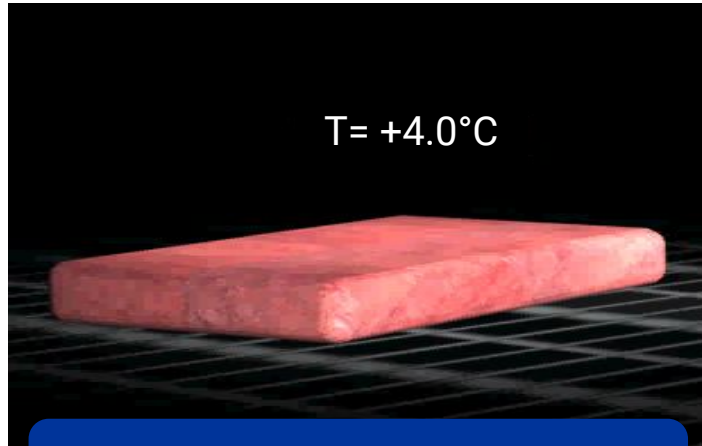
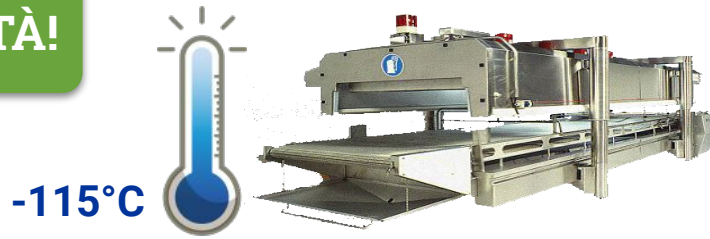
**Uso**

**Liquido**

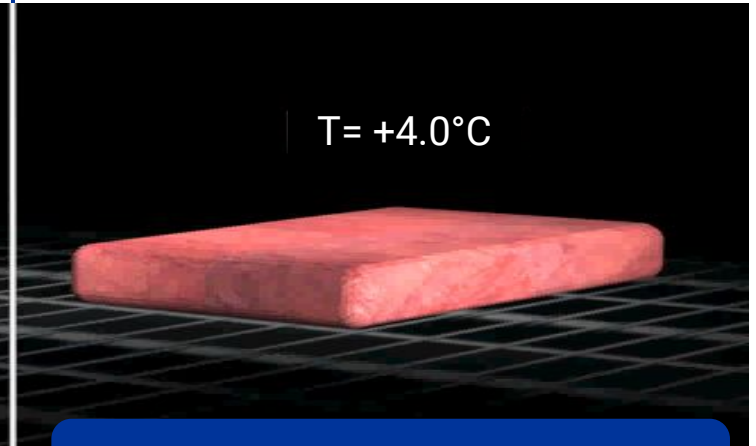
**Solido**

# Surgelazione con la criogenia

...VELOCITÀ!



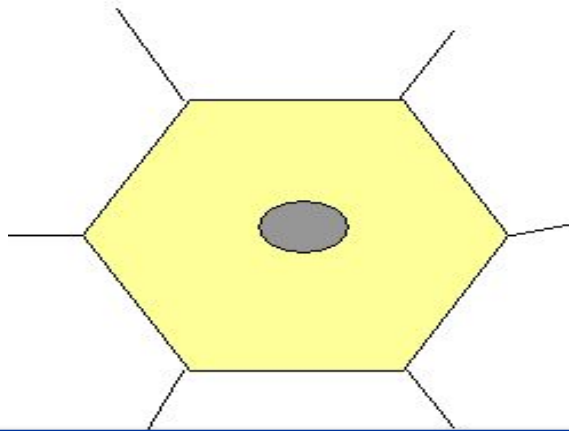
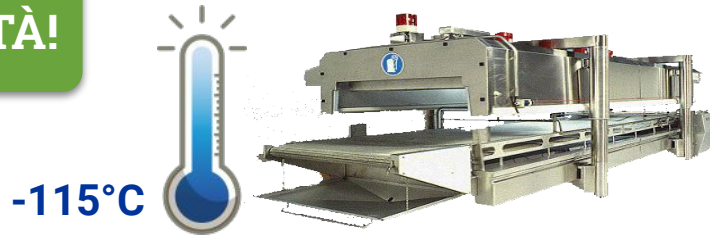
con Azoto Liquido



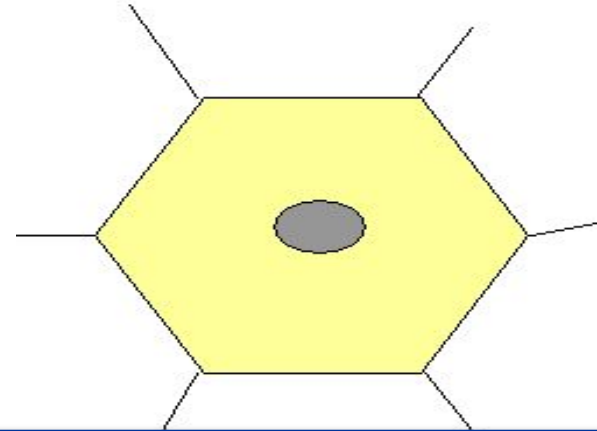
Surgelazione Meccanica

# Surgelazione con la criogenia

...QUALITÀ!



con Azoto Liquido

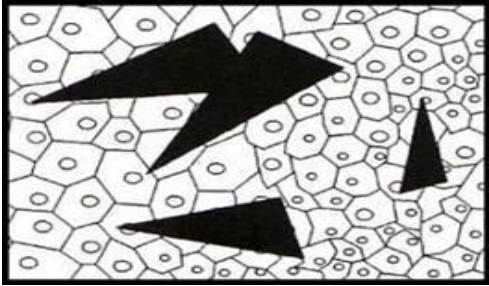


Surgelazione Meccanica

# Un focus sulla qualità della surgelazione

**Surgelazione Meccanica**

**Lento congelamento**



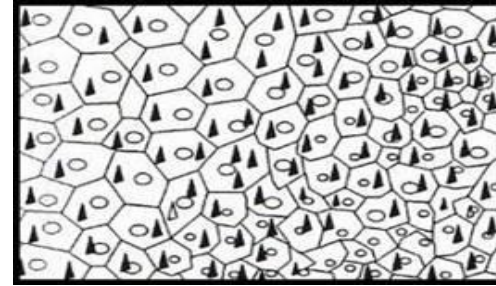
Aspetto del prodotto scadente  
dopo lo scongelamento



rilascio liquidi tissutali

**Surgelazione Criogenica**

**Alta qualità del prodotto**



Buon aspetto del prodotto  
dopo lo scongelamento

# Supply Chain dei gas liquidi criogenici

## Produzione

Unità di Produzione



$N_2$

Unità di separazione dell'aria



$CO_2$

## Distribuzione

Automezzi dedicati



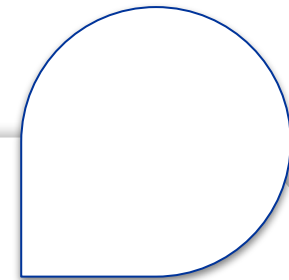
## Clienti

Installazione presso il sito del Cliente



# Cryo Tunnel - ZF3

- **Un nastro trasportatore singolo**
- **Ottimizzazione del consumo criogenico**
- **Facile da pulire**
- **Semplice da usare**
- **Bassa manutenzione**
- **Ingombro ridotto**
  - Lunghezze di 3, 6, 9 e 12 m
- **Due larghezze del nastro**
  - 600 mm o 1200 mm



# Linee di distribuzione criogenica

**Iniezione di poliuretano  
(PU) come isolante  
(per CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>)**



**Vuoto Super-isolato statico  
o  
Vuoto super isolato dinamico  
(principalmente per N<sub>2</sub>)**



Rigido



Flessibile

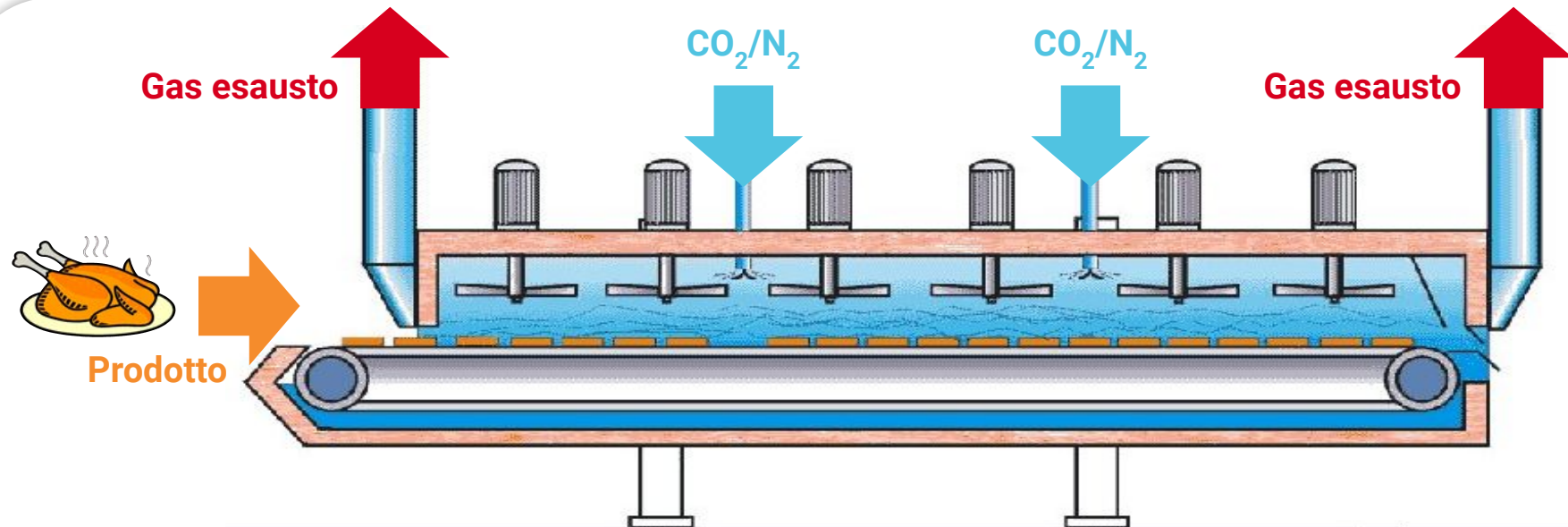
# Sistema di estrazione di gas esausti



**Un sistema di estrazione deve essere installato su ogni attrezzatura criogenica per ragioni di sicurezza**



# Principio di funzionamento di un tunnel iso-termico ( $\text{CO}_2/\text{N}_2$ )



- Iniezione  $\text{N}_2$  o  $\text{CO}_2$  attraverso un collettore con ugelli per creare un ambiente freddo
- Ventilatori circolanti per creare un'alta velocità e aumentare il tasso di surgelazione
- Una velocità del nastro regolabile per impostare il tempo di surgelazione per il prodotto
- Un sistema di scarico per evacuare i vapori di gas dall'area

La refrigerazione criogenica è un'applicazione di nicchia  
nel mercato della refrigerazione alimentare

→ Economicamente fattibile solo  
per la refrigerazione dinamica



- Semplicità del processo
- Avvio rapido del business
- Investimento basso o nullo
- Flessibilità operativa



- Costi Operativi (consumabili)

# Surgelazione Criogenica VS Surgelazione Meccanica

Surgelazione  
Criogenica

Surgelazione  
Meccanica

- Investimento iniziale e manutenzione
- Utilizzo di poco spazio
- Surgelazione rapida e flessibilità
- Soluzione personalizzate



- Costi operativi



I maggiori costi operativi sono compensati da rapidità, flessibilità produttiva



# Panoramica delle soluzioni criogeniche di Air Liquide

# Overview sulle soluzioni criogeniche di Air Liquide

## 2 tipi di applicazioni

**Criogenico come refrigerante**

**85%**

- Raffreddamento
- Surgelazione
- IQF
- Crostatura
- Controllo della temperatura

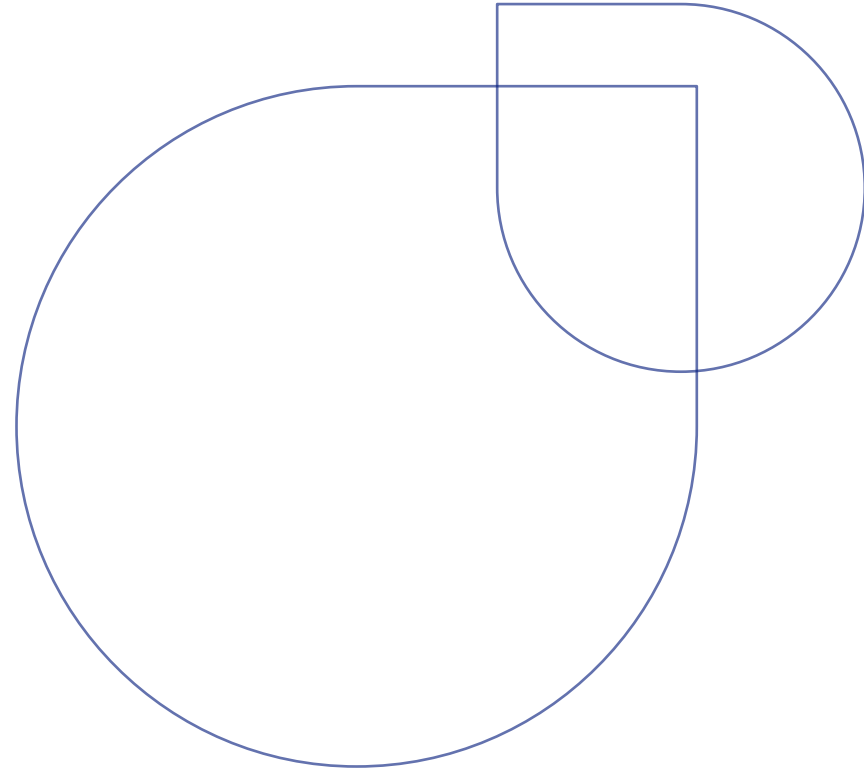
**Criogenia come coadiuvante tecnologico**

**15%**

- Copertura
- Formatura
- Pellettizzazione
- Affettatura
- Cristallizzazione
- Macinatura
- Glassatura

---

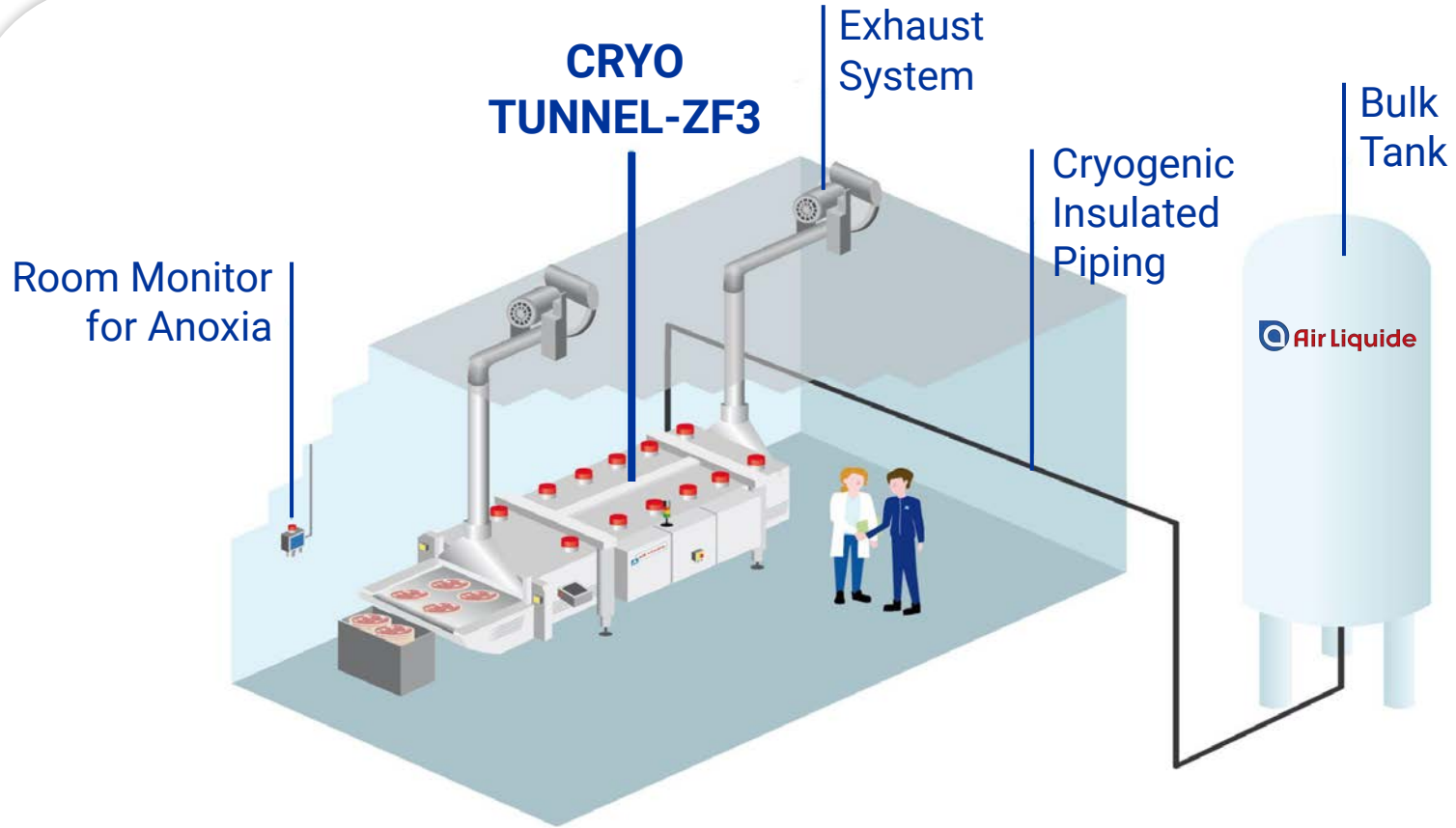
# Surgelazione e Raffreddamento



# Cryo Cabinet



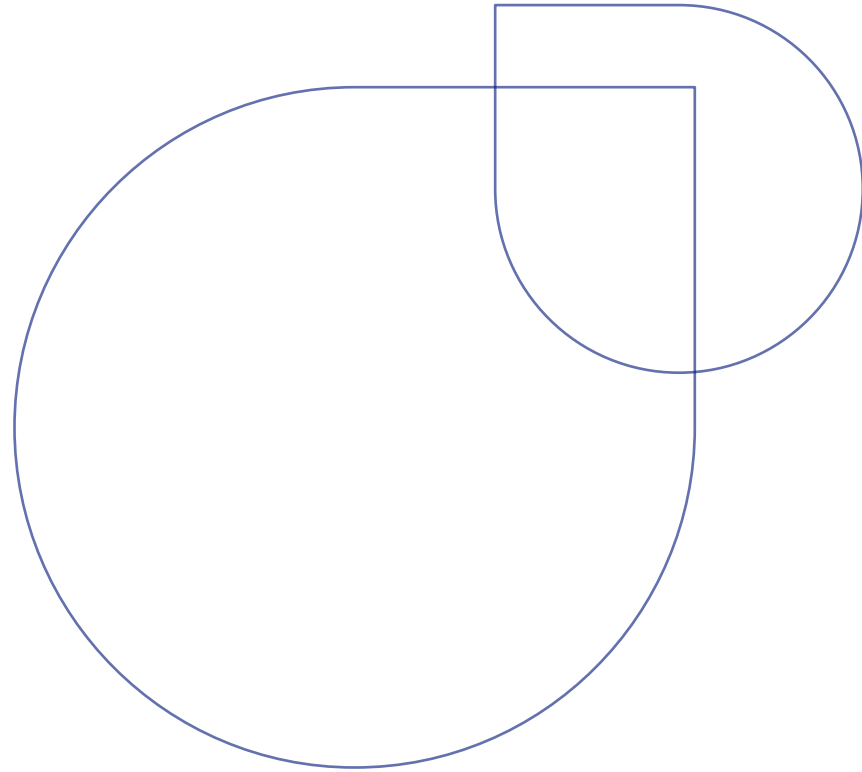
# Cryo tunnel - ZF3 installazione





---

# IQF - Individual Quick Freezing



**Individual Quick Frozen= per semplicità IQF**

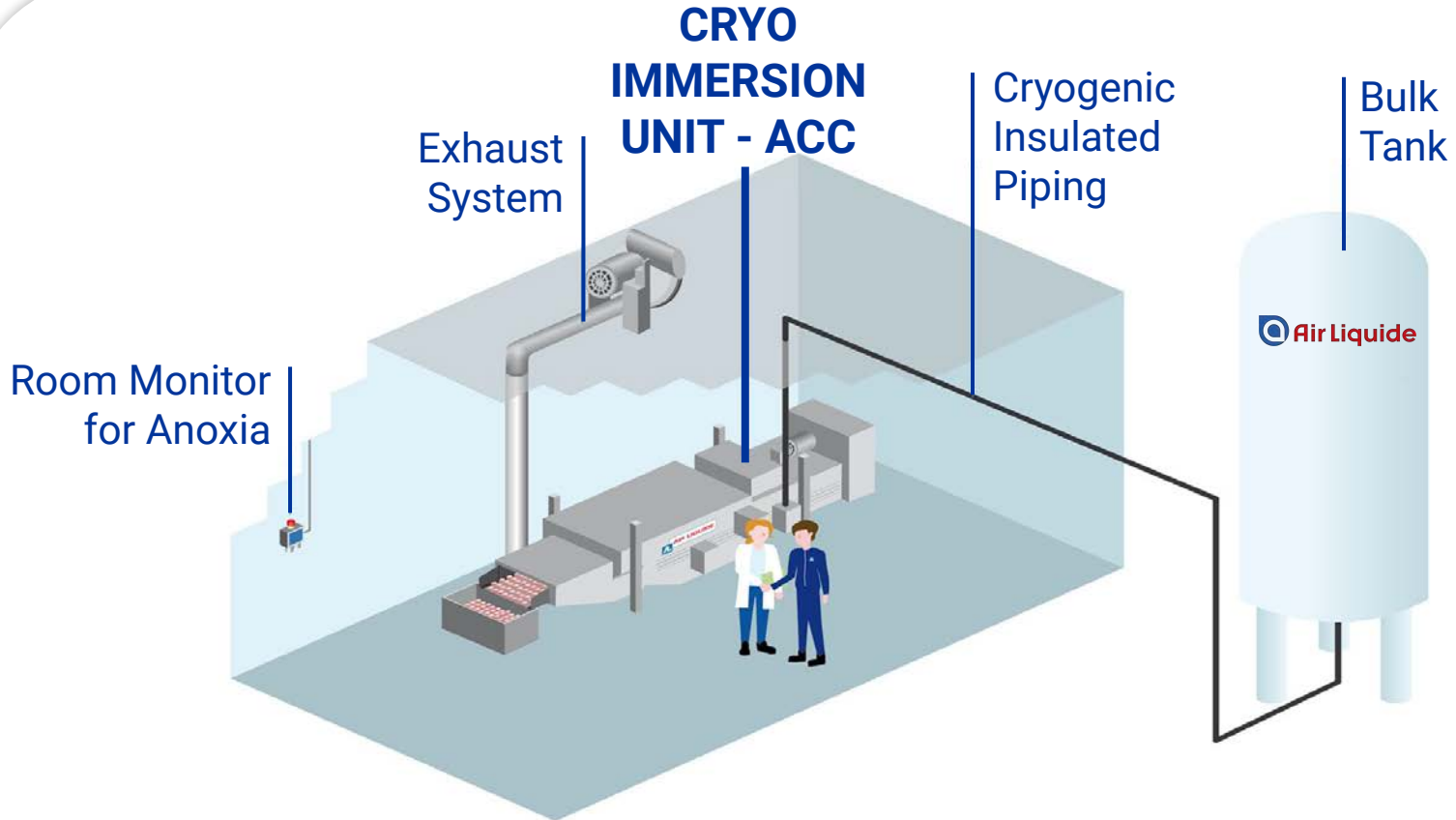
**Congelamento rapido della crosta prima di un surgelatore meccanico per prodotti umidi e appiccicosi o per ridurre la perdita di umidità**

## **Prodotti IQF tipici:**

- Pezzi di carne (crudi o cotti)
- Carne macinata
- Carne tagliata a dadini
- Pollo tagliato a dadini
- Formaggio grattugiato
- Surimi grattugiato
- Cozze
- Gamberetti sgusciati

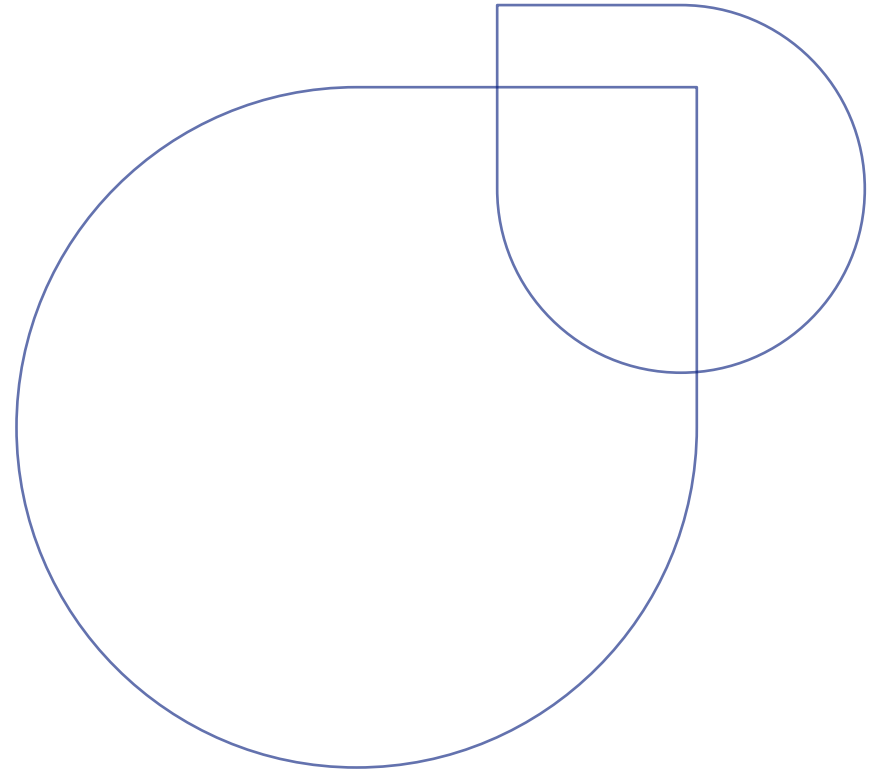


# Cryo Immersion Unit - installazione



---

# Surgelazione Superficiale



# Cryo Tunnel - CFP

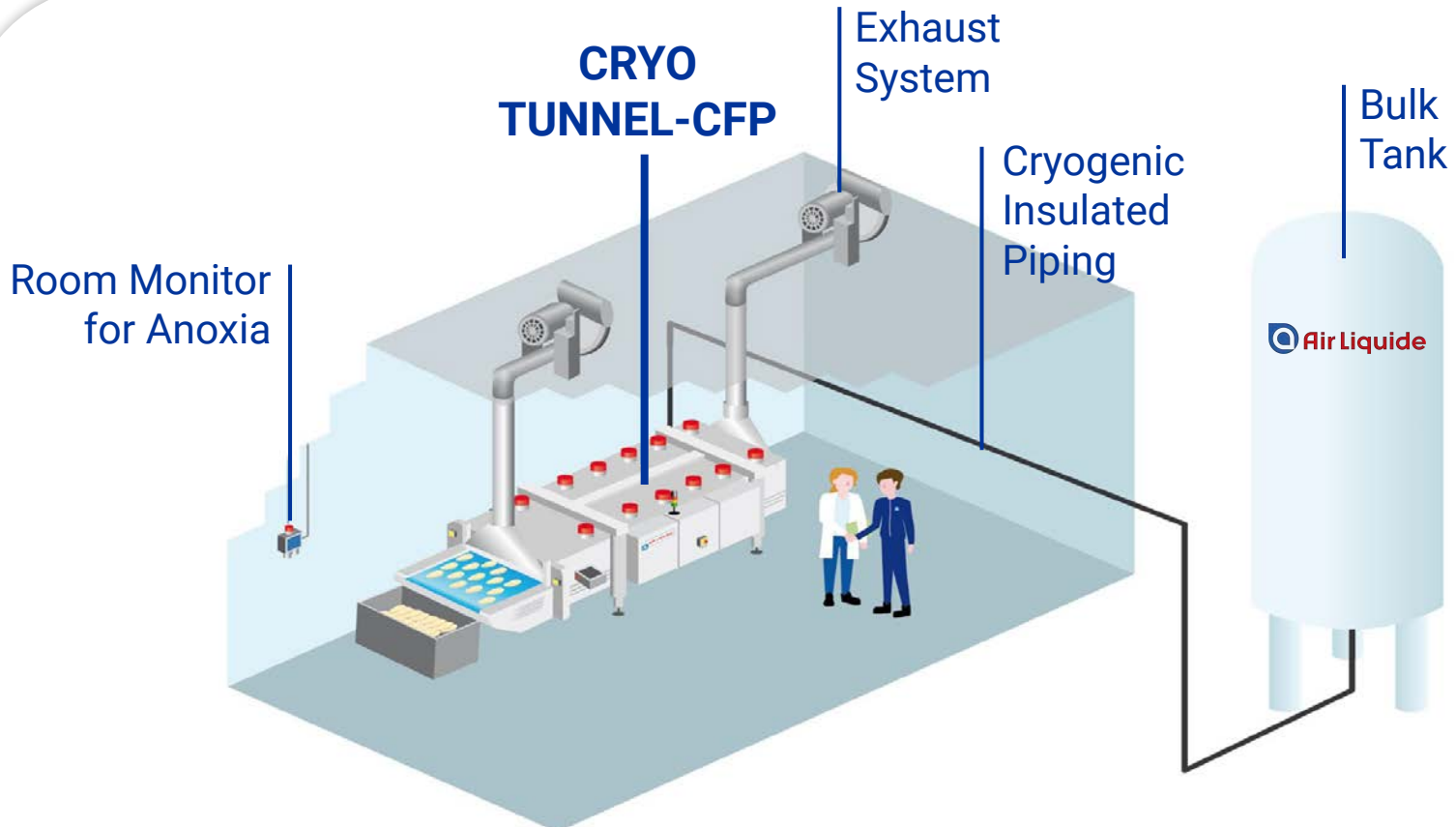
Entrata Tunnel



Uscita Tunnel

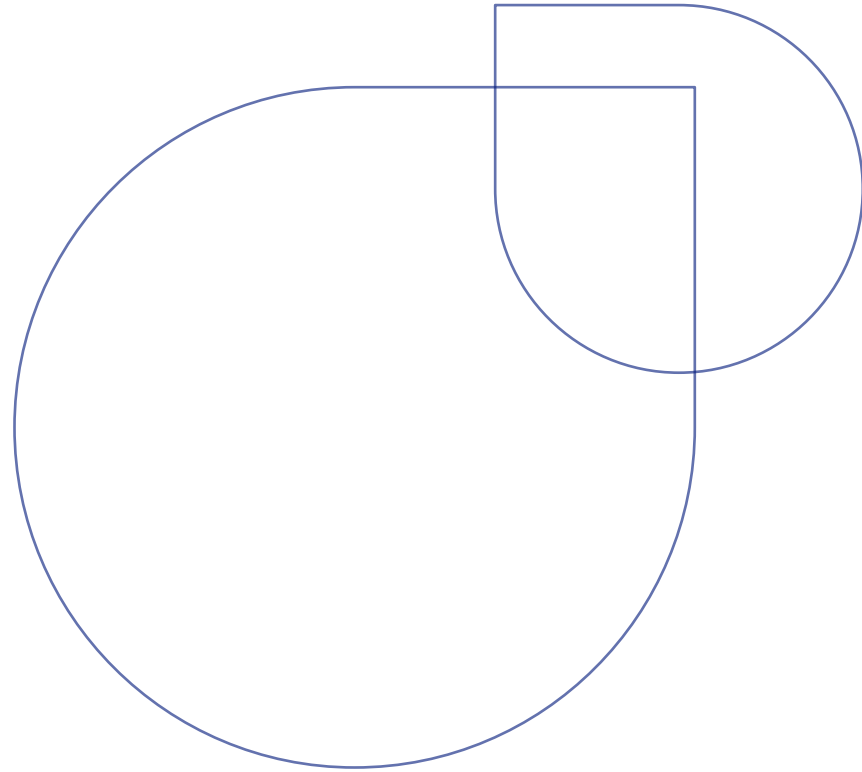


# Cryo Tunnel - CFP installazione



---

# Indurire



# Indurire la superficie

**Alcuni tipi di prodotti devono mantenere la loro forma durante le varie fasi di produzione**

- **Prodotti da forno**
- **Gelati**



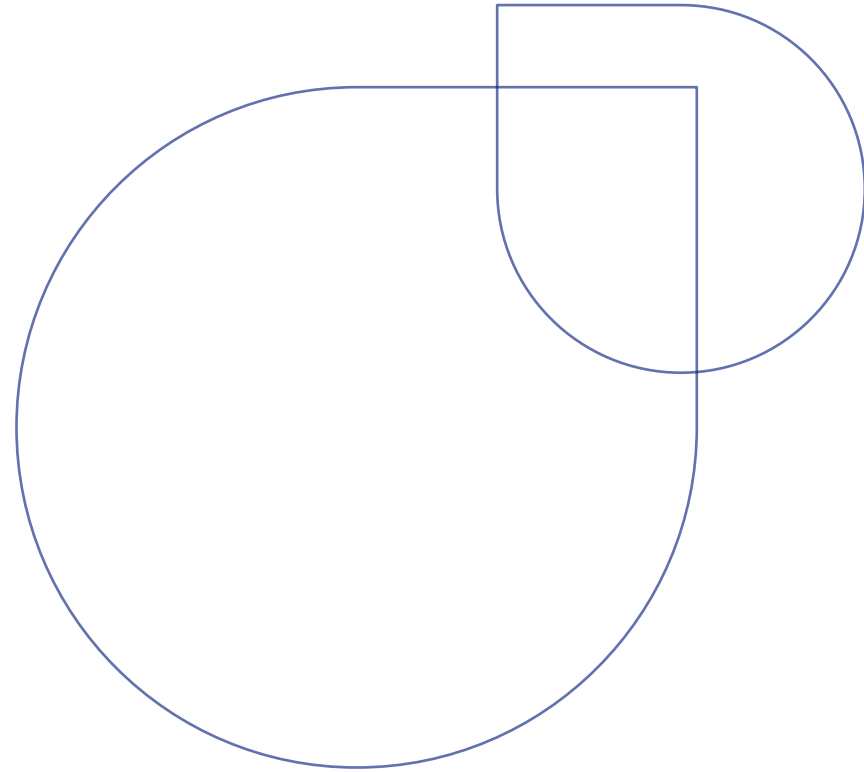
**I passaggi di indurimento includono:**

- **Indurimento prima dell'ulteriore elaborazione**
  - Per consolidare la crema pasticcera prima di un'applicazione con panna montata
  - Per aumentare il tasso di produttività della produzione di torte gelato multistrato
  - Per la crosta, congelare la superficie delle forme di gelato prima delle ricoperture di cioccolato
- **Stabilizzazione di una forma prima del congelamento meccanico**
  - Indurimento del cono gelato
- **Salse di raffreddamento / prodotti pastosi che vengono depositati su un prodotto**
  - Raffreddare la "crema" nei biscotti



---

# Affettare/ Cubettare



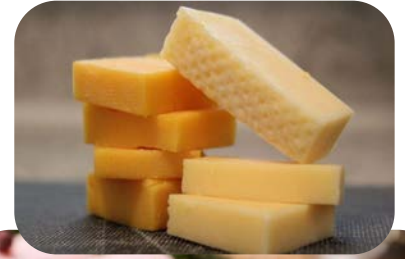
# Affettare/ Cubettare

Per aumentare la produttività, vengono utilizzati affettatrici ad alta velocità (fino a 2.000 fette / minuto)

Per il mantenimento di fette di buona qualità, la superficie del prodotto deve essere indurita (-8 ° C di crosta congelata)

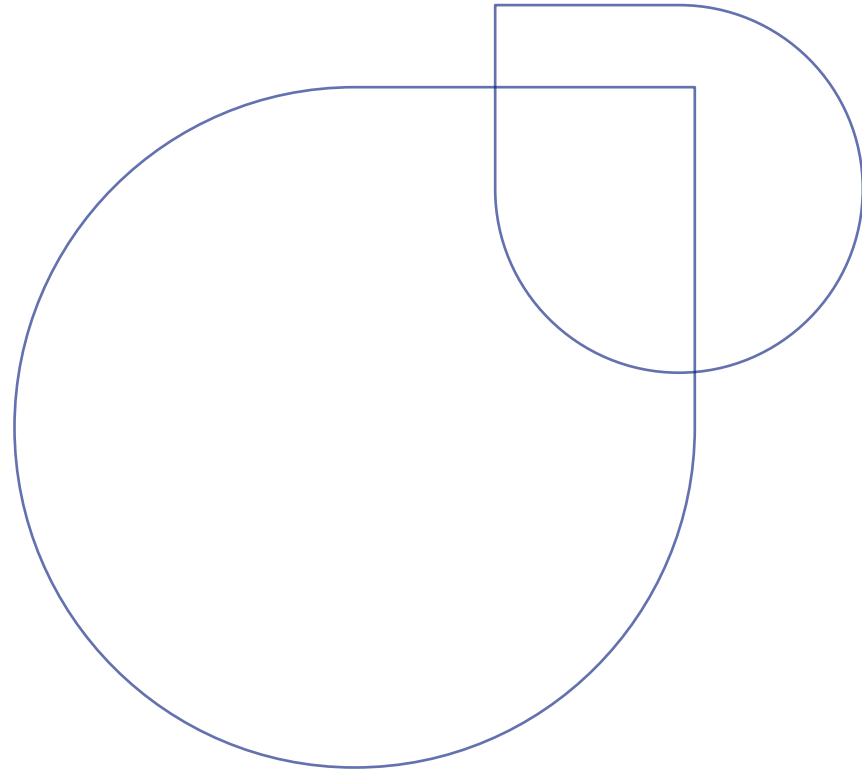
Il nucleo del prodotto potrebbe richiedere una temperatura leggermente positiva o negativa di temperatura, a seconda del prodotto e della tecnica di taglio. Prodotti tipici:

- Tronchi di carne cotti
- Tronchi di formaggio
- Prosciutto crudo
- Filetto di maiale
- Salmone affumicato
- Carpaccio di carne o pesce



---

# Controllare la temperatura

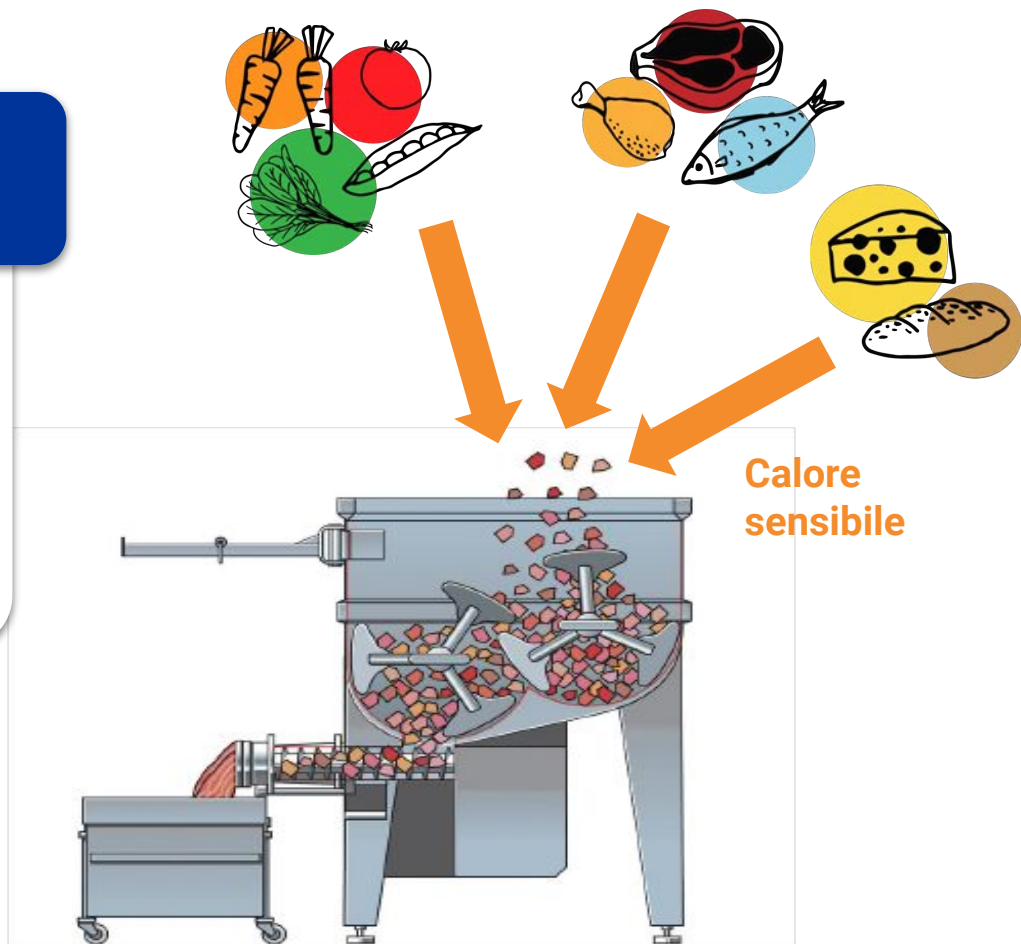


# Perché raffreddare gli impasti

## 2 principali fonti di calore in un mixer, smerigliatrice, cutter, tumbler, ecc:

- **Calore di attrito** generato dal motore del miscelatore
- **Calore sensibile** introdotto con gli ingredienti a temperatura più elevata della temperatura di miselazione desiderata

Il raffreddamento è inoltre necessario per garantire la consistenza appropriata per ulteriori lavorazioni



# La necessità di controllare la temperatura - impasti

## 3 principali fonti di calore in un'impastatrice:

- **Calore di attrito** generato dal motore del miscelatore
- **Calore sensibile** introdotto con ingredienti a temperatura più elevata rispetto alla temperatura di miscelazione desiderata (le temperature degli ingredienti variano anche in base al tempo, all'ora del giorno e alla stagione)
- **Calore di idratazione** quando la farina si mescola con l'acqua

Il controllo della temperatura è necessario per mantenere la temperatura durante la miscelazione al fine di ridurre il rischio di prematura o sovra lievitazione

Il raffreddamento è necessario per evitare la fusione di gocce di cioccolato o altri ingredienti sensibili al calore quando vengono aggiunti all'impasto



**Calore sensibile**

**Calore di attrito**



# Controllo della temperatura prodotti a base carne

## Iniezione di refrigeranti criogenici in apparecchiature non criogeniche mediante iniezione diretta

### ■ Iniezione superiore o inferiore

- Il fluido criogenico evapora quando assorbe calore dal prodotto alimentare

### ■ Iniezione sequenziale (on/off) o continuo

- Utilizzo di Timer

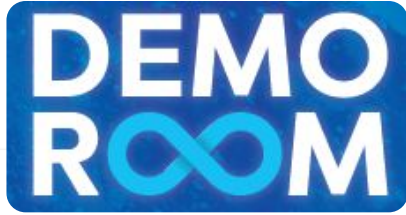
### Prodotti tipici:

- Hamburger
- Carne Macinata
- Nuggets di pollo
- Salsicce di carne

$N_2$  o  $CO_2$  →



# Demo Room - Prove criogeniche



- I primi in Italia ad avere un laboratorio per la criogenia
- Maggiore sicurezza
- Maggiore flessibilità e velocità di organizzare le prove
- Più tempo per eseguire i test
- Prove più economiche per il Cliente
- Possibilità di vedere un impianto reale



# Per maggiori informazioni



**Antonio Vercellesi**

**Food & Pharma Process Leader**

antonio.vercellesi@airliquide.com

335 7595674



**Christian Perniciaro**

**Food & Pharma Business Developer**

christian.perniciaro@airliquide.com

349 7308392







**Grazie per l'attenzione**