



Tecnología del Producto Pesquero I

Métodos comerciales de congelación



Características del proceso de congelado de pescado:

- La calidad final depende de la calidad inicial del pescado.
- Previo a la congelación, los productos deber ser refrigerados y manipulados en condiciones de higiene para evitar su deterioro y contaminación bacteriana.
- El congelado de pescado puede dar una vida de almacenamiento de más de un año, si se realiza correctamente.



¿Qué sucede cuando el pescado se congela?

- Por debajo de -10°C se detendrá la acción bacteriana en el proceso de congelación.
- Alcanzado el equilibrio térmico en -18°C , procesos químicos, bioquímicos y físicos que conducen a cambios irreversibles seguirán produciéndose, pero a un ritmo muy lento.
- El deterioro durante el almacenamiento congelado es inevitable y a fin de obtener resultados satisfactorios, el pescado fresco debe ser de buena calidad.



Velocidad de congelación

- La transferencia de calor se realiza en estado estacionario (variables estables).
- El frente de congelación mantiene una forma semejante a la del alimento.
- La VC depende de las propiedades físicas del alimento como la densidad, conductividad térmica, calor específico, calor latente de congelación.
- El flujo de calor es unidireccional.

Tabla 1. Valor del coeficiente de convección para los distintos sistemas de congelación

	h (W.m ⁻² .K ⁻¹)
Congelación en cámara	
sin aire en movimiento	6
con débil corriente de aire	10-17
con alta corriente de aire	12-50
Congelación en túnel con alta velocidad de aire	35-60
Congelación en lecho fluidizado	90-130
Congelación en placas múltiples	600-1.200
Congelación por pulverización de nitrógeno líquido	1.200-2.400
Congelación por inmersión en nitrógeno líquido	6.000

Clasificación de los métodos de congelación

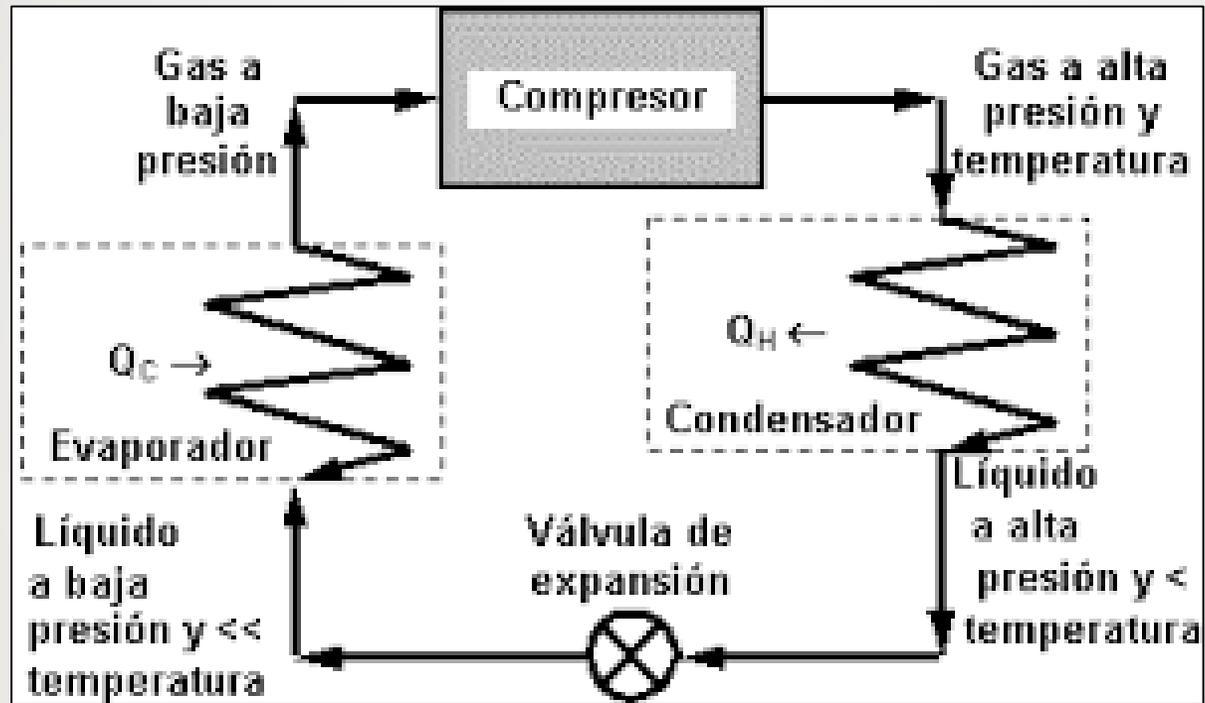
Los equipos de congelado pueden clasificarse según al medio de transferencia de calor, en los siguientes grupos:

- Congeladores de placa (el contacto es con una placa metálica)
- Congeladores de tambor (el contacto es con un tambor metálico)
- Túneles de congelado (el contacto es con un medio gaseoso -aire)
- Congeladores por inmersión (el contacto es con un líquido refrigerante)
- Congeladores por líquidos criogénicos (nitrógeno líquido y fluorocarbono líquido)

Consideraciones generales

- Los equipos por aire se utilizan para todo tipo de productos, envasados o no, en bloques o I.Q.F.
- Los congeladores de placa y los de inmersión aceptan sólo productos envasados.
- Los congeladores de líquidos criogénicos se utilizan solamente para productos I.Q.F.

Circuito de refrigeración



Congelación por contacto directo con la superficie del equipo

- Congeladores por placa horizontales



Mangueras alternativas: Dunlop con recubrimiento en inoxidable

Congeladores de placa

- El producto se comprime por fuerza hidráulica entre dos placas metálicas que poseen canales en su interior para la circulación del refrigerante.
- Este arreglo permite un muy buen contacto con la placa de metal.
- Esto genera una alta eficiencia térmica que se refleja en tiempos de congelamiento más cortos.
- Es importante que los envases estén bien llenos y que las bandejas metálicas usadas para contener los envases no presenten deformaciones.
- Esta presión entre las placas mantenidas a través de todo el proceso de congelado, elimina el hinchamiento que se puede producir en el congelamiento en túneles.

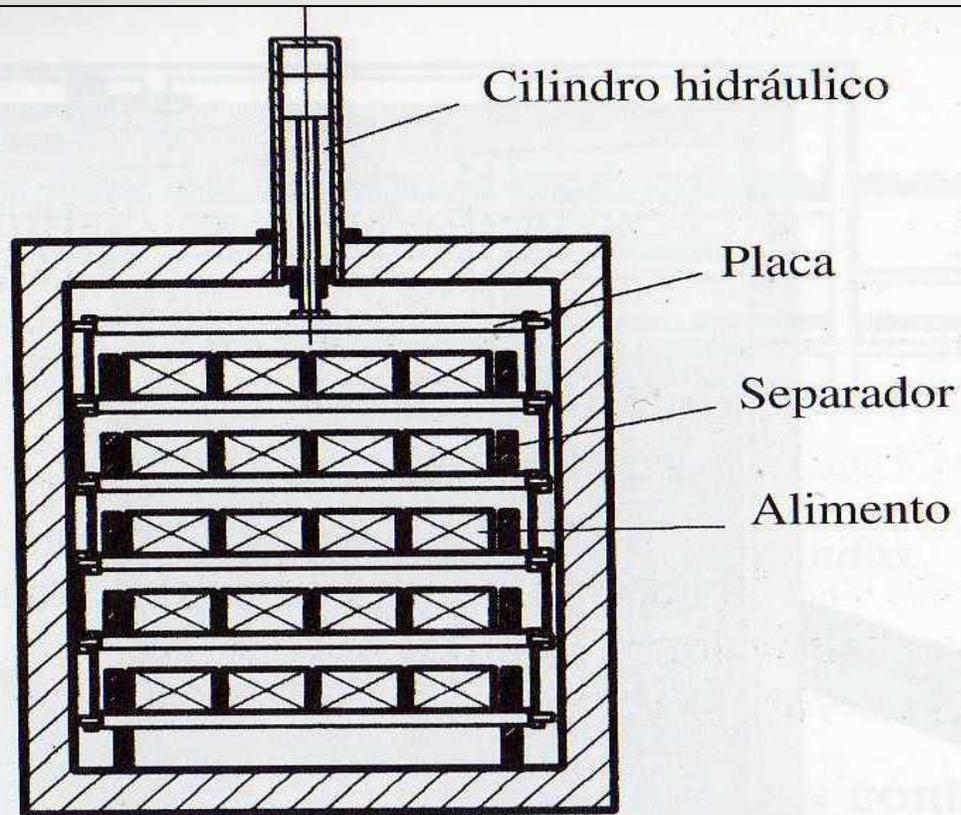
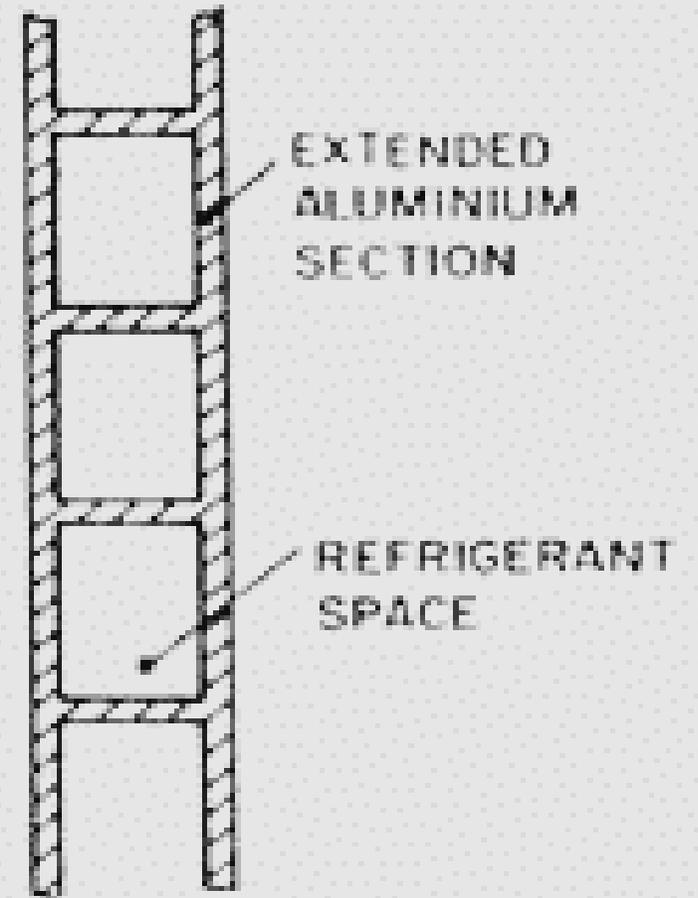


Figura 2.—Esquema de un congelador de placas.



Corte transversal de una placa

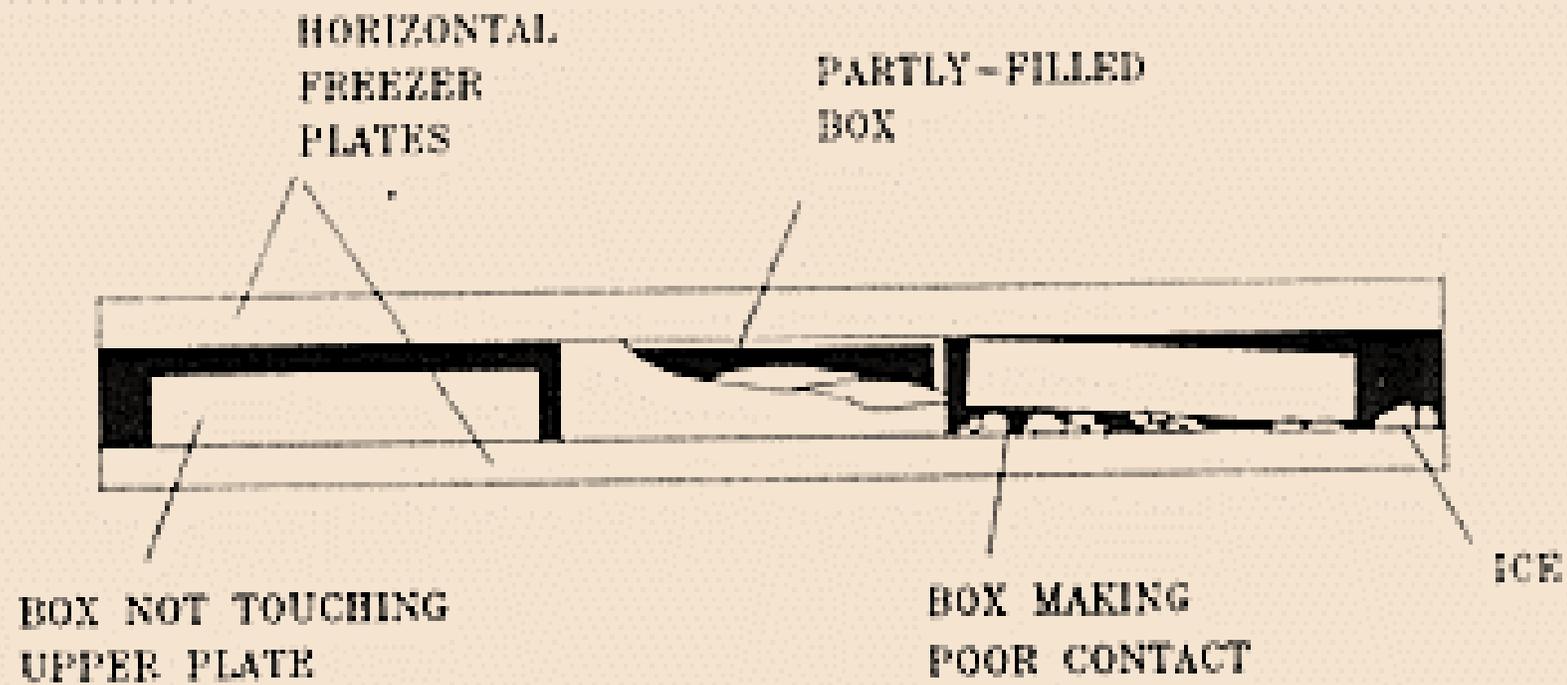


Figure 24 Some reasons for poor performance in a horizontal plate freezer

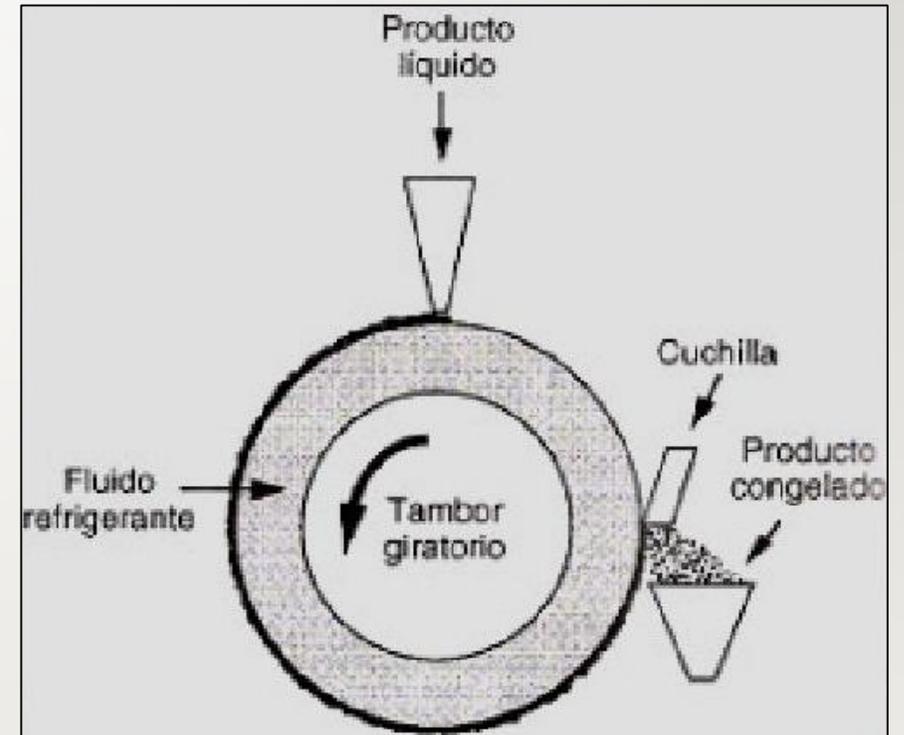
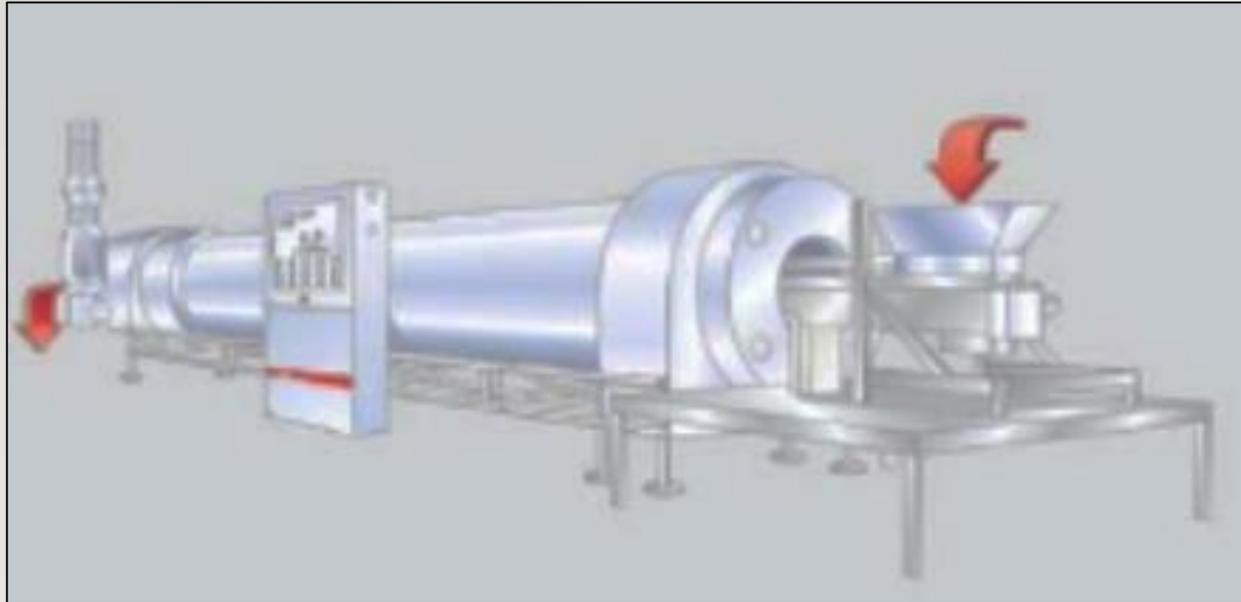
Congelación por contacto directo con la superficie del equipo

- Congeladores por placa verticales



Congelación por contacto directo con la superficie del equipo

- Congeladores de tambor rotativo

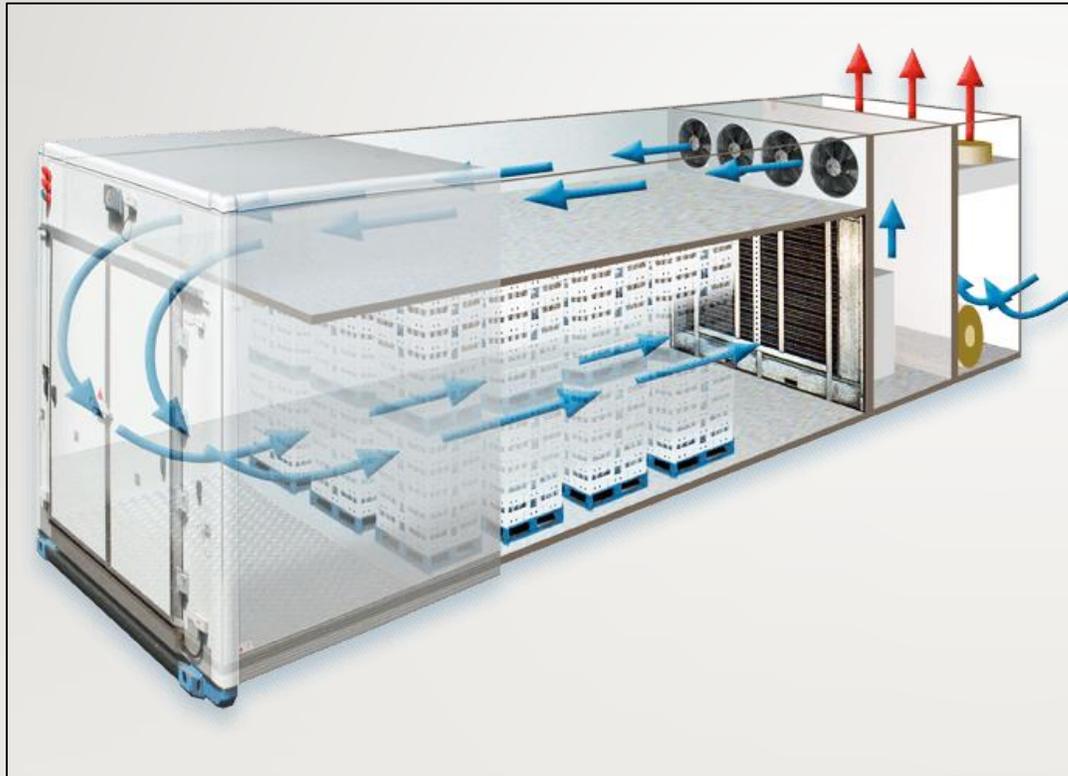


Congelador a tambor

- Son equipos adecuados para la obtención de productos tipo IQF, tipo filet, hamburguesas, camarones etc.
- Consiste en un cilindro rotativo en el interior del cual circula el refrigerante, el producto se adhiere al cilindro y se congela por contacto.
- El tiempo de congelación para alcanzar -18°C oscila entre 6 y 7 minutos y esto fija la velocidad de giro.
- La capacidad de producción dependerá de la superficie del tambor que puede ser variable.
- En condiciones normales, el rendimiento de un equipo de estas características oscilará de 30 a 35 kg de producto por metro cuadrado por hora.

Congelación por contacto con el medio gaseoso- aire

- Congeladores de túnel- Por batch o discontinuos



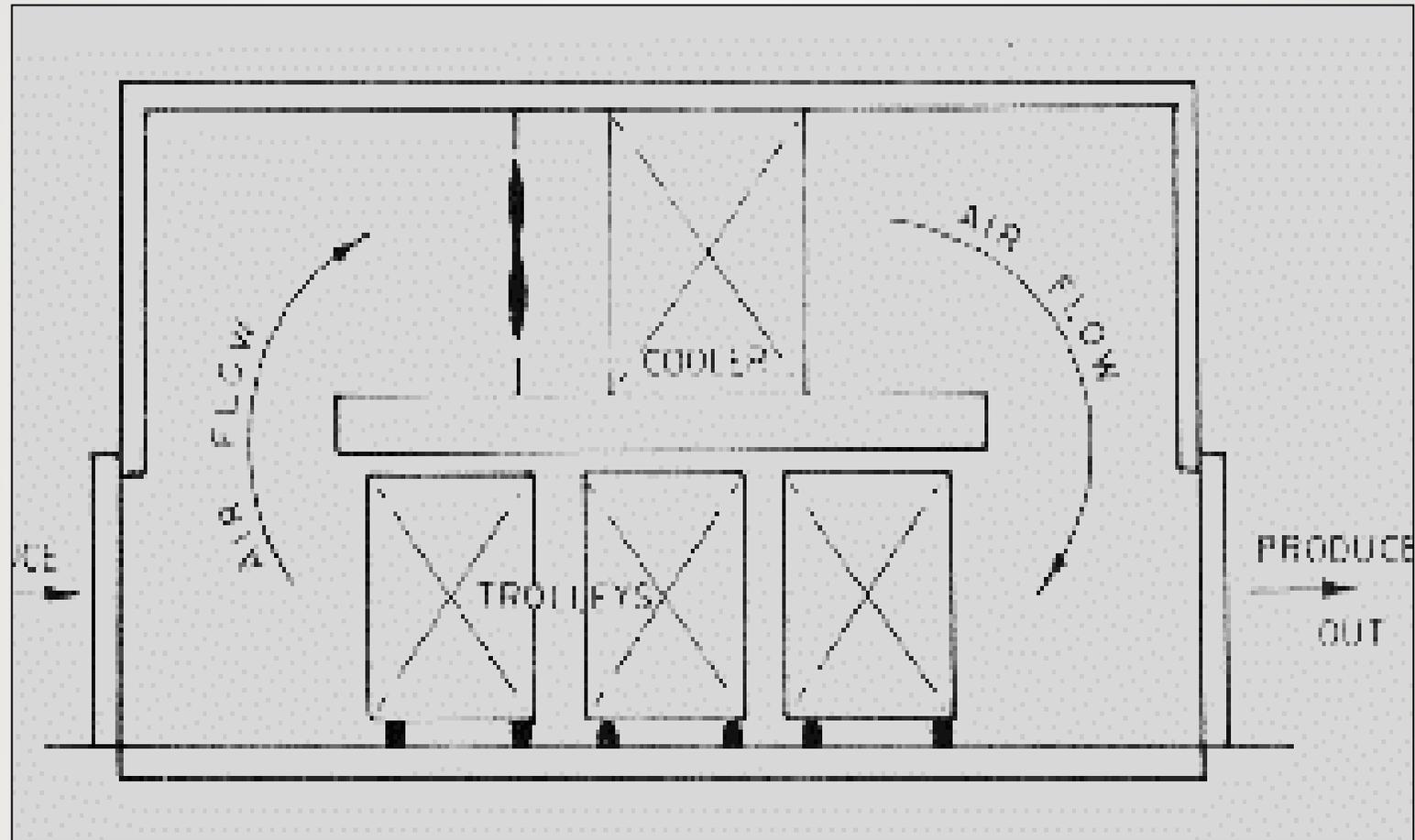
Congelación en túnel

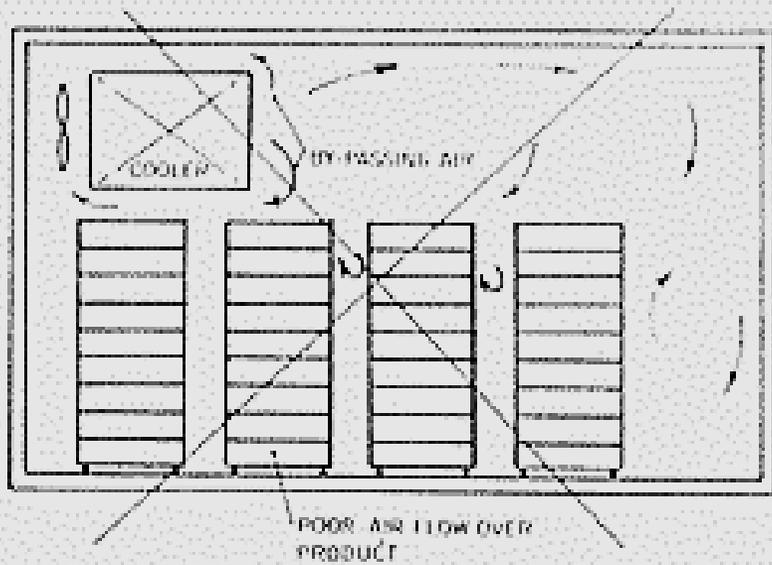
- En la congelación en túneles el producto se coloca en bandejas, las cuales permanecen estáticas o circulan a través del túnel en forma continua.
- Siempre se deja un espacio para la circulación de aire entre los carros de bandejas.
- Los carros pueden ser movidos hacia adentro o hacia afuera ya sea manualmente o por medios mecánicos.
- Los túneles están equipados con serpentines evaporadores y ventiladores que recirculan el aire en forma controlada.
- Dispositivos para guiar el flujo de aire, adecuadamente ubicadas, proveen un flujo de aire uniforme.

- 
- Los congeladores de túnel son equipos muy flexibles.
 - Productos de cualquier tamaño y forma, envasados o sin envasar, pueden ser congelados en túneles estacionarios o continuos.
 - Se usan principalmente para congelar productos envasados.
 - Los productos sin envasar tienden a pegarse a las bandejas lo que ocasiona pérdidas de peso y de tiempo para despegarlos y limpiar las bandejas.
 - Para obtener productos que fluyan libremente, mejorar la manipulación y aumentar la velocidad de congelado, se prefiere el congelado rápido individual (I.Q.F.)

Congelación por contacto con el medio gaseoso- aire

Congeladores de túnel- Continuos





Room freezer with poor air flow over the surface of the product

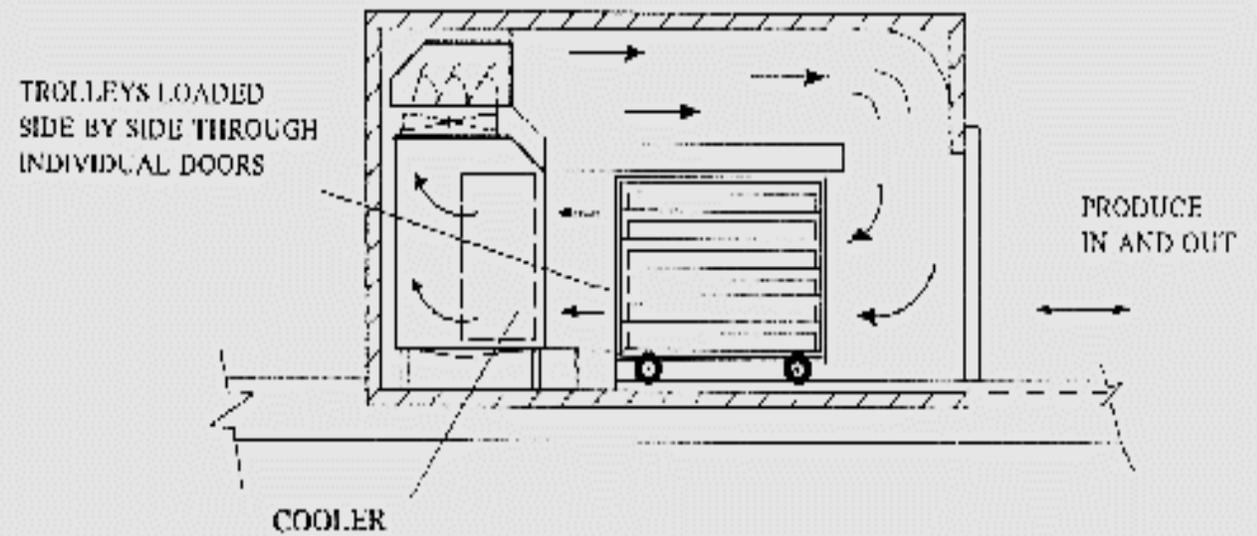
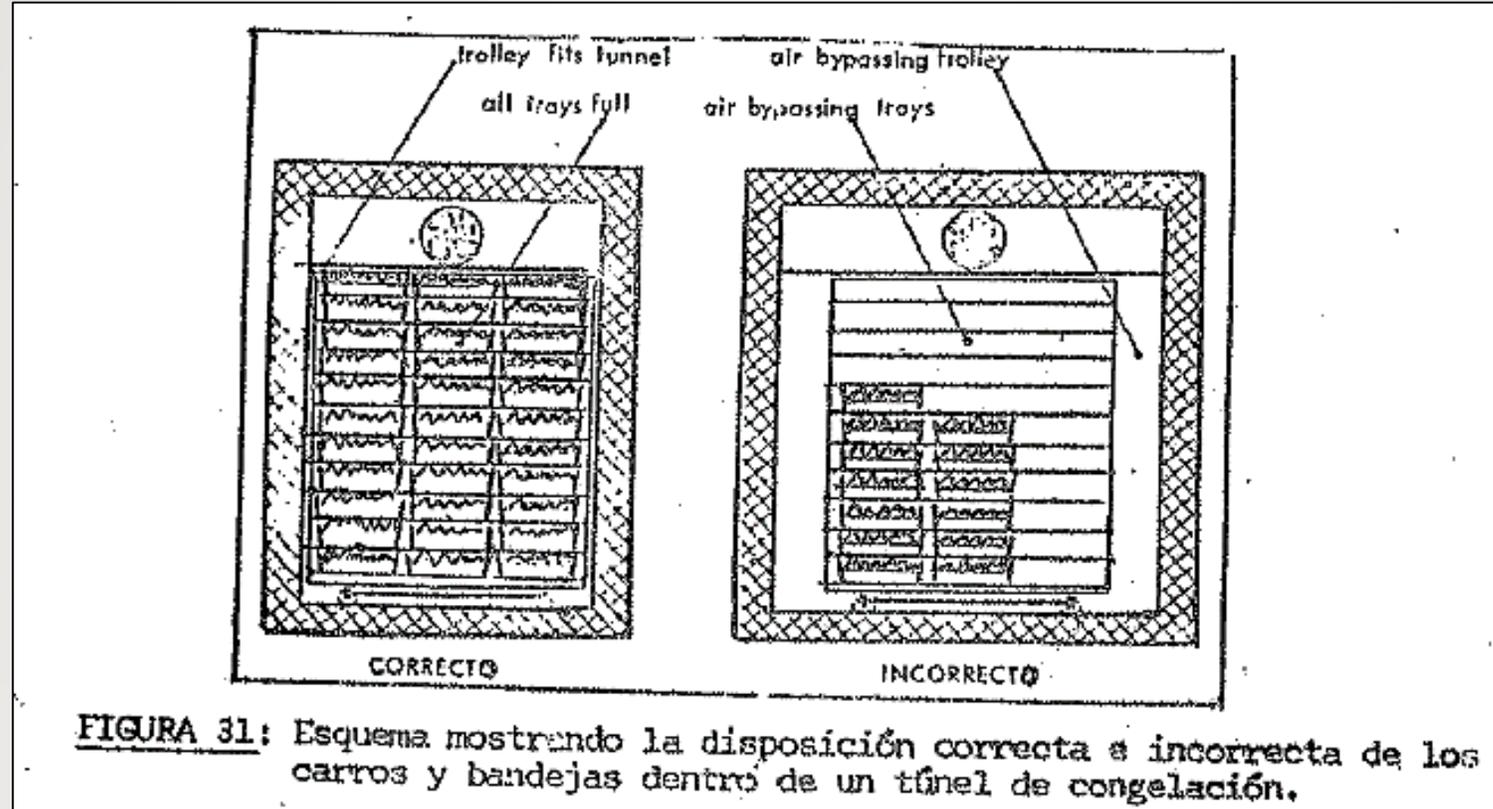
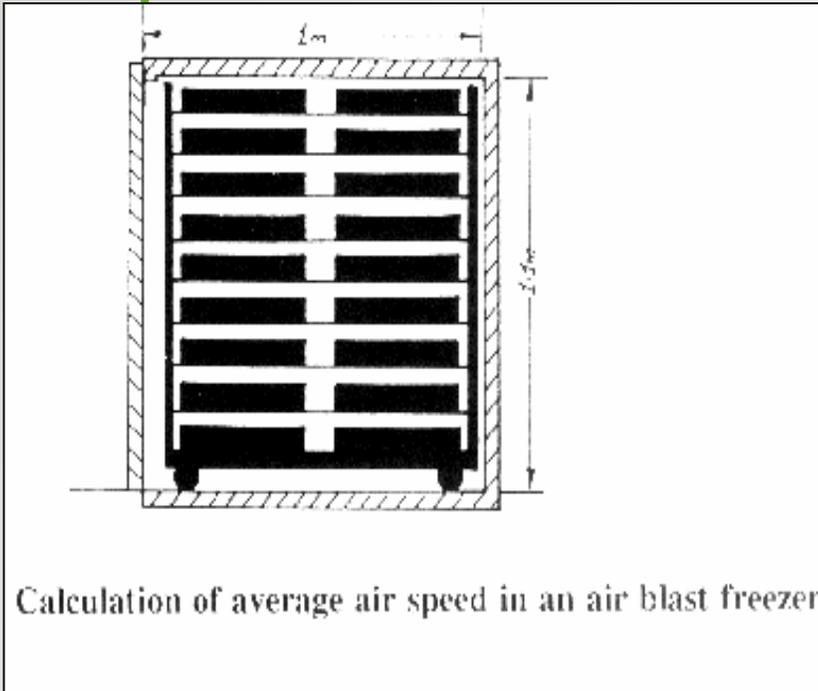


Figure 9 Batch-continuous air blast freezer with crossflow air circulation

Disposición dentro del túnel



Cálculo de la velocidad del aire en un túnel estático



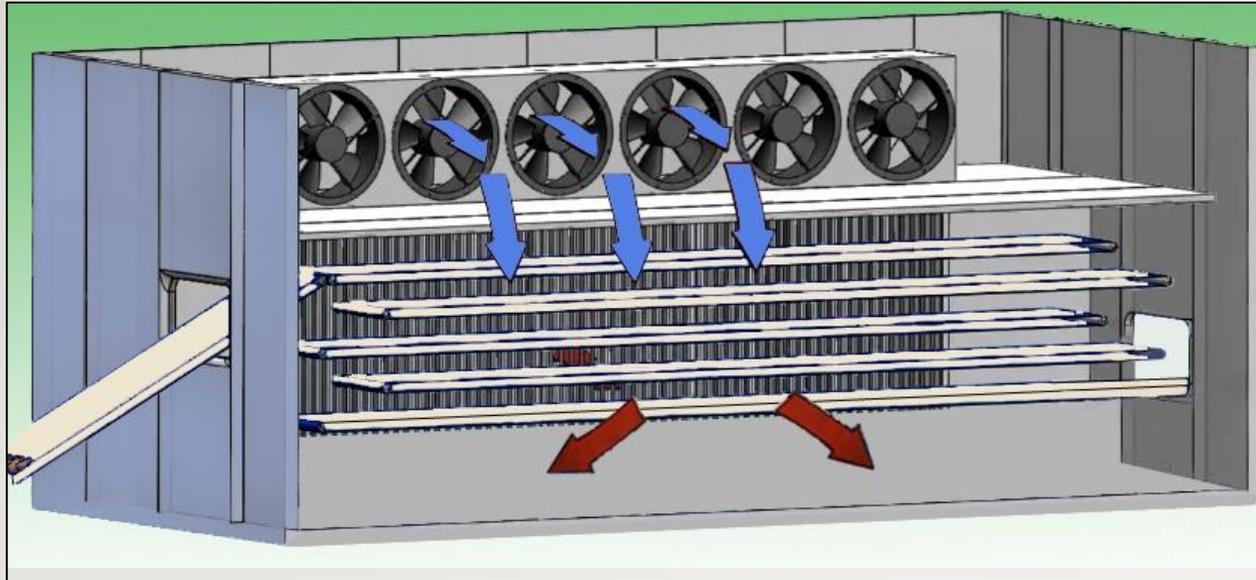
- *Área transversal del túnel* = $1,1 \text{ m} * 1,0 \text{ m} = 1,1 \text{ m}^2$
- *Área transversal de bandejas y productos (área sombreada)* = $0,70 \text{ m}^2$
- *Flujo de aire* (obtenido de los datos del ventilador o medido en túnel vacío) = $2 \text{ m}^3/\text{seg}$
- *Velocidad del aire con el túnel vacío* = $\frac{2 \text{ m}^3/\text{seg}}{1,1 \text{ m}^2} = 1,8 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$
- *Velocidad del aire (con el túnel lleno)*=
• = $2 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} * \frac{1}{(1,1 \text{ m}^2 - 0,7 \text{ m}^2)} = \frac{2\text{m}}{0,4 \text{ seg}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$

Congeladores continuos de cinta

- Se utilizan principalmente para congelar productos sin envasar I.Q.F.
- La cinta, construida generalmente de malla de alambre corre dentro del equipo, con una sección a la entrada y otra a la salida para carga y descarga.
- La cinta está sostenida por rieles y es impulsada por rodillos rotativos
- Existen equipos de *cinta única* o para aumentar la producción sin aumentar la superficie del equipo congeladores de *cinta múltiple*.
- La cinta también puede estar dispuesta en forma de espiral alrededor de un tambor rotatorio que puede contener hasta 30 hileras una sobre otra

Congelación por contacto con el medio gaseoso- aire

- Congeladores continuos de cinta



Congelación por contacto con el medio gaseoso- aire

- Equipos periféricos del girofreezer: Glaseado aspersion

- *Es una mesa de congelado superficial.*
- *Se coloca delante de la entrada a un girofreezer o un túnel de congelado. De esta forma se evita que queden marcas sobre el producto originadas por las cintas de los girofreezer o túneles de congelado.*
- *Asimismo aumenta el rendimiento de los mismos, ya que el producto entra congelado en la parte inferior.*



Congelación por contacto con el medio gaseoso- aire

- Equipos periféricos del girofreezer: Glaseado aspersion



Congelación por contacto con el medio gaseoso- aire

- Equipos periféricos del girofreezer: Glaseado por cascada

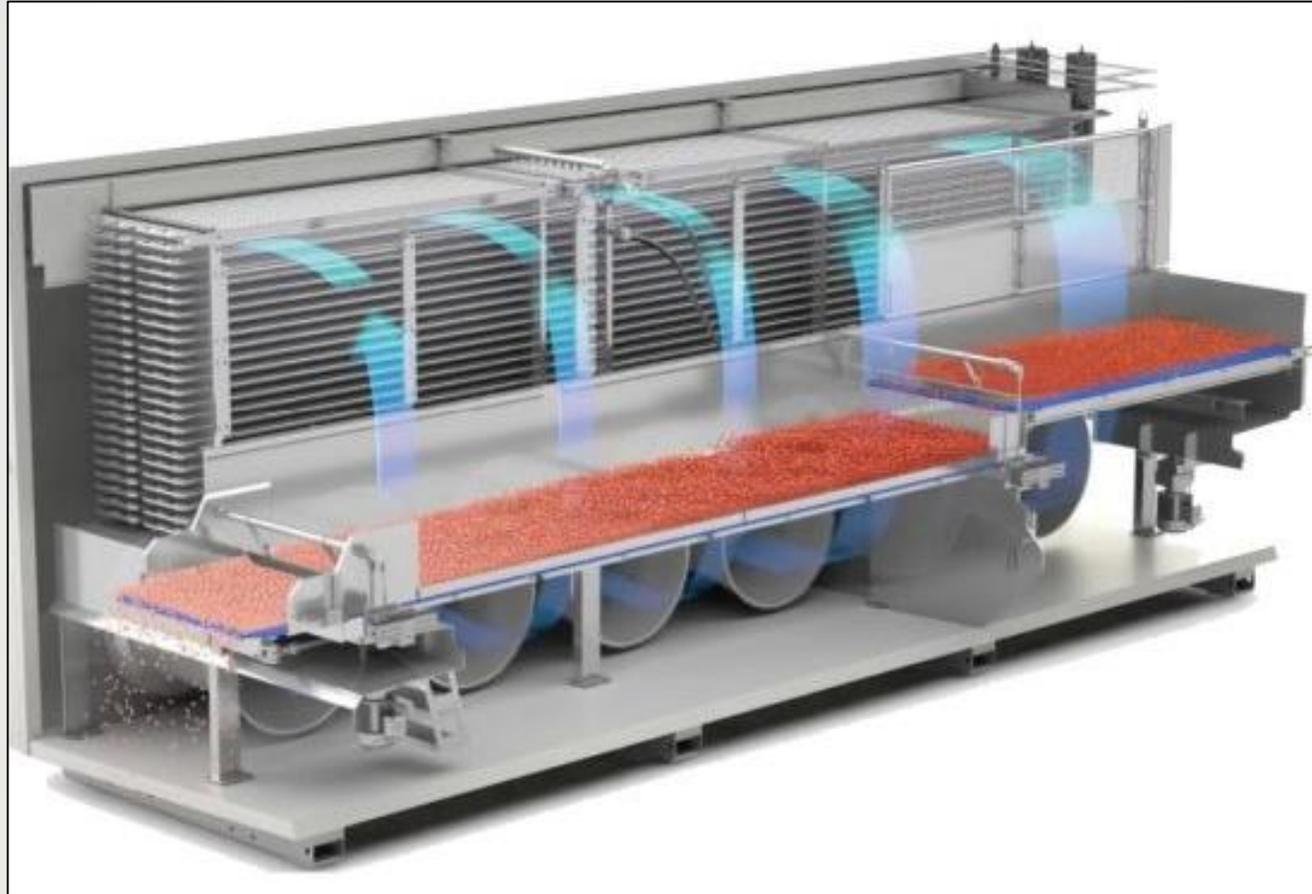


Congeladores de lecho fluidizado

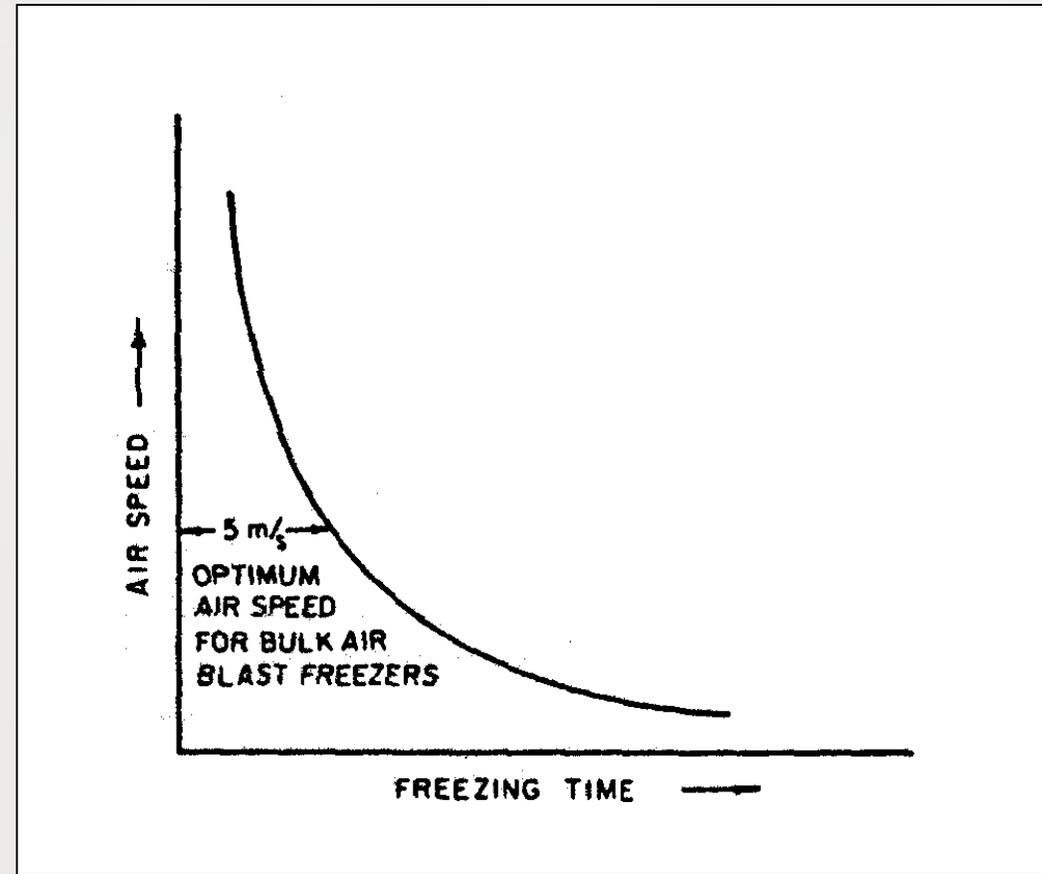
- La fluidización ocurre cuando partículas de forma y tamaño relativamente uniformes son sometidas a una corriente de aire ascendente.
- A una dada velocidad del aire, que va a depender de las características del producto, las partículas flotarán en la corriente de aire separadas unas de otra por el aire y con libertad para moverse.
- En este estado, la masa de partículas se comporta como un fluido.
- Si el producto es alimentado en el extremo más alto de una cinta, la masa fluidizada se mueve hacia el extremo más bajo a medida que se agrega más producto.

Congelación por contacto con el medio gaseoso- aire

- Congeladores de lecho fluidizado

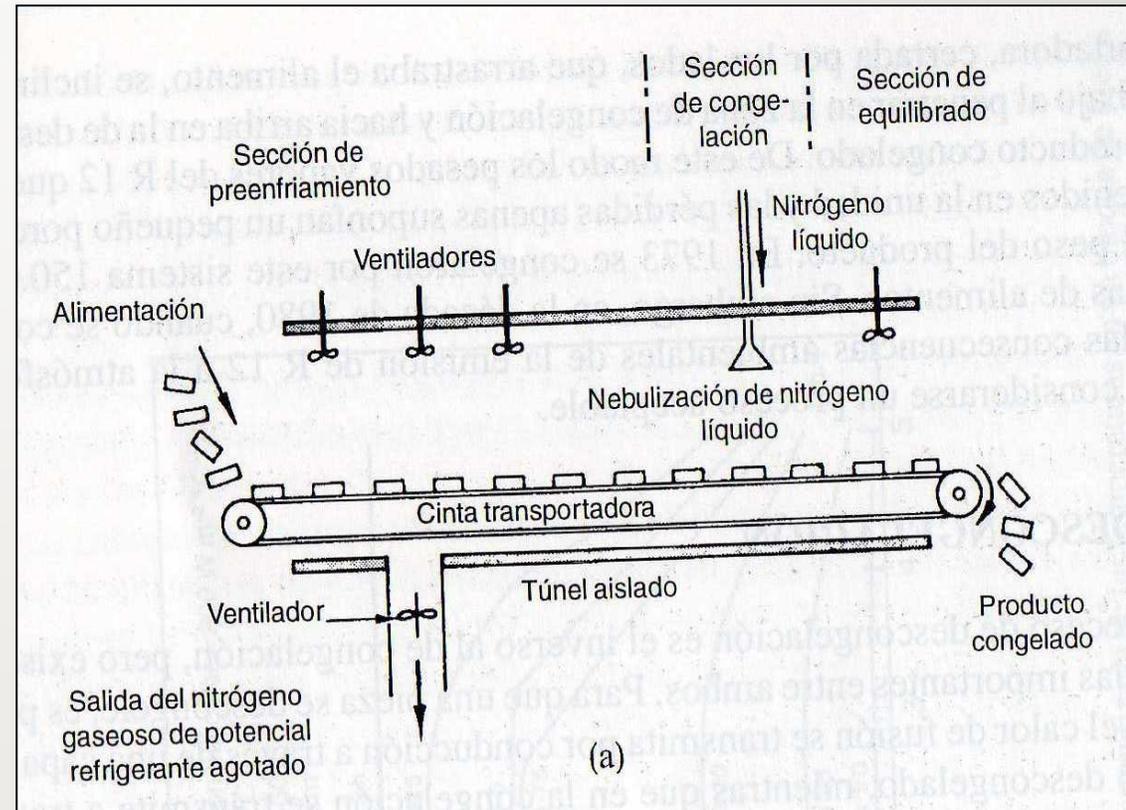


Optimización de velocidad del aire circundante



Congelación por contacto con el líquido refrigerante

- Congeladores por nitrógeno líquido

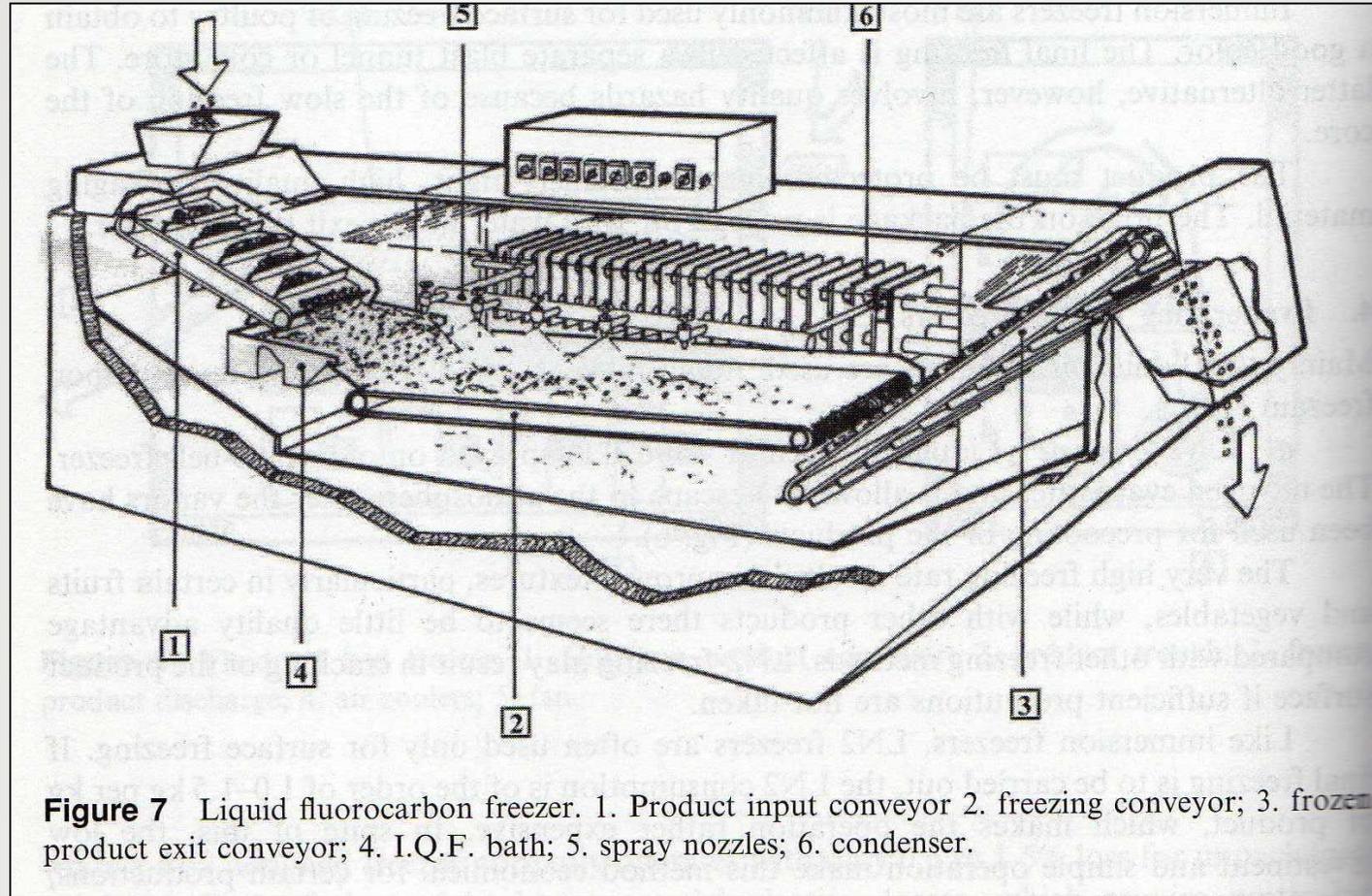


Congeladores criogénicos por nitrógeno líquido

- El nitrógeno líquido (-196°C) se pulveriza dentro de un congelador de cinta única.
- El nitrógeno se evapora y se escapa al ambiente después que los vapores han sido usados para pre enfriar los productos.
- Al igual que los congeladores de inmersión, los congeladores de nitrógeno líquido a menudo se utilizan sólo para congelado superficial.
- Si se va a llevar a cabo el congelado total del producto, el consumo de nitrógeno será del orden de 1 a 1 de producto/refrigerante, lo que hace muy caros los costos de operación.
- Como contraparte los costos de inversión son bajos.

Congelación por contacto con el líquido refrigerante

- Congeladores por fluorocarbono

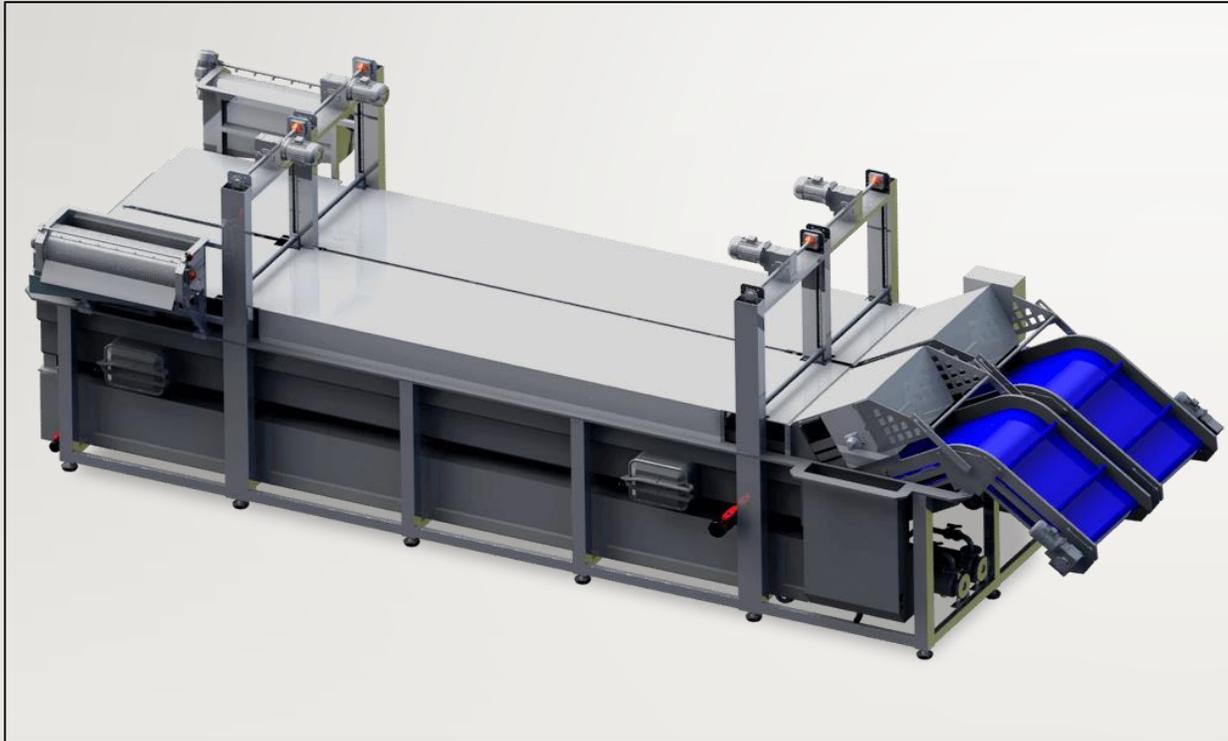


Congeladores por fluorocarbono

- El diclorodifluormetano tiene un punto de ebullición de -30°C a presión atmosférica.
- El equipo consiste en un contenedor con aberturas superiores.
- El producto se introduce en el contenedor y se deja caer en una corriente de líquido congelador.
- Debido a la rápida transferencia de calor, la superficie se congela instantáneamente, de manera que el producto puede cargarse sobre una cinta transportadora, donde es pulverizado con refrigerante hasta su congelamiento final.
- El vapor se recupera con sólo pequeñas pérdidas a la atmósfera.

Congelación por contacto con el líquido refrigerante

- Congeladores por inmersión en salmuera concentrada



Congeladores por inmersión

- Es el método que permite mejores coeficientes de transferencia para productos de forma irregular.
- Consiste en un tanque con un medio refrigerante enfriado como soluciones salinas o propilen glicol.
- Normalmente estos sistemas se utilizan para congelamiento superficial completándose el proceso en un túnel convencional.
- El producto debe estar protegido por un material de empaque extremadamente ajustado y de calidad adecuada.
- La salmuera sobre el paquete debe ser lavada con agua a la salida del freezer.