

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ

Facultad De Ciencias Aplicadas
EAP de Ingeniería Agroindustrial

OPERACIONES UNITARIAS II



DISEÑO DE CAMARAS FRIGORIFICAS

FACILITADOR :MSc. Miguel Angel QUISPE SOLANO

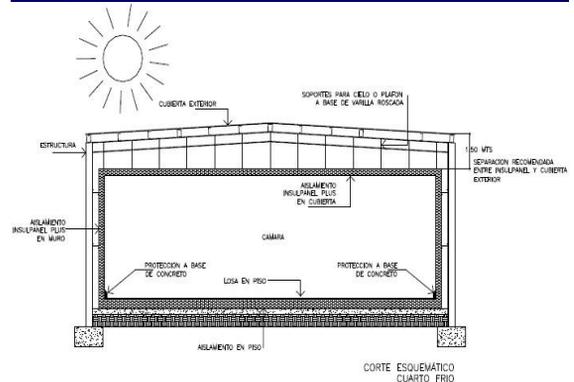
TARMA - PERÚ

CONSTRUCCION DE CAMARAS FRIGORIFICAS INDUSTRIALES

- El almacenamiento frigorífico tiene como finalidad la conservación de productos en un régimen controlado la temperatura y humedad, por lo que requiere condiciones especiales que permiten mantener la temperatura y humedad requeridas, la evacuación de agua, la ausencia de olores, facilidad de limpieza, resistencia a los cambios de presión, etc.

- Para conseguir unos resultados óptimos hay que concebir la cámara para que albergue los productos en las condiciones técnicas y sanitarias requeridas y al mismo tiempo economizando al máximo el gasto de la energía.
- La temperatura baja interna, crea una gradiente con relación a la temperatura exterior por lo cual establece un flujo de calor con la tendencia a eliminar el foco frío nivelar la temperatura interna con la externa.

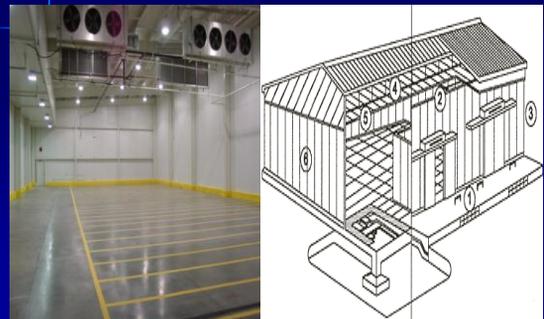
Distribución en volumen de una planta de enfriamiento



INTALACIONES FRIGORIFICAS

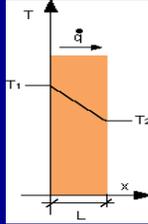


Construcción de cámaras con paneles prefabricados



Primer requisito de construcción

El primer requisito es contener ese flujo de calor oponiendo una "valla" a su paso. El recurso es construir las cámaras con envolturas o paredes que retarden el paso de calor (paredes, techo y piso aislado).

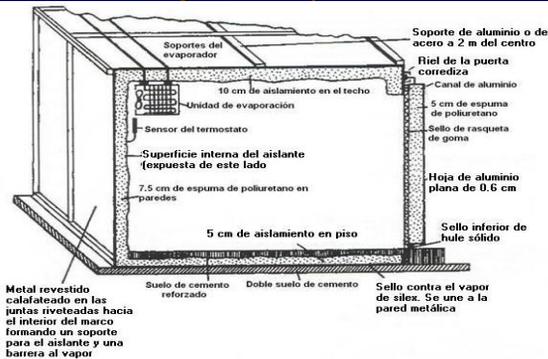


ELEMENTOS BÁSICOS EN PAREDES COMPUESTAS

Los tres elementos básicos en las paredes compuestas de las cámaras son:

- Barrera antivapor
- Material aislante
- Revestimiento

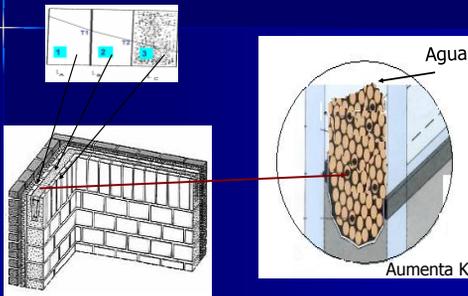
Detalles de construcción de cámaras frigoríficas en paneles



Barrera antivapor

- La mayoría de los aislamientos son eficientes mientras se conservan secos.
- Si se permite la entrada de agua al aislamiento se llenan los espacios con agua y la conductividad aumenta rápidamente.

Función de la barrera antivapor



Barrera antivapor

- Los materiales aislantes son más o menos permeables al paso de elementos gaseosos
- Entre una y otra parte de la pared que limita un recinto frigorífico, existe diferencia entre las presiones parciales de vapor de agua debido a los diferentes grados de humedad y temperatura que hay entre cada una de ellas.
- Debido a esto el vapor de agua emigra desde el exterior hacia el interior de la pared aislada por difusión a través de la fase gaseosa inmovilizada en la pared sólida del material aislante.
- La migración puede producirse en la pared o incluso convertirse en hielo cuando son cámaras de temperaturas negativas.

Presencia de agua: inconvenientes

La presencia de agua en el material aislante tiene los inconvenientes siguientes:

- Aumentar considerablemente la conductividad térmica
- Originar variaciones dimensionales
- Aumentar el flujo térmico transmitido al recinto
- Aumentar el tiempo de funcionamiento del sistema de frío y a la degradación mecánica del aislante.

Barreras antivapor: características

La creación de la barrera de vapor debe ser:

- Lo mas estanca posible al vapor de agua y disponer en la cara externa de la pared aislada
- La cara fría del aislante debe ser permeable al vapor de agua para que no ofrezca resistencia a esa transferencia con lo que retendría el agua.
- La barrera antivapor debe quedar establecida de forma continua sobre toda la superficie exterior que conforma es aislante.

Barreras antivapor: tipos

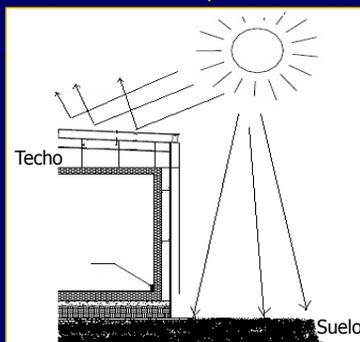
Se distinguen tres tipos:

- Revestimientos delgados, fluidos o plásticos, masillas plásticas (materiales de recubrimiento).
- Laminas impermeables en hoja (paneles, asfálticos, hojas plásticas, laminas metálicas) aplicadas bien sobre los soportes de obra
- Revestimientos propios de los paneles sandwich prefabricados, frecuentemente contruidos de chapas metálicas y algunas veces plástica.

Materiales aislantes

- Los materiales aislantes (malos conductores de calor) utilizados en la industria frigorífica presentan la característica común de estar constituidos por multitud de celdillas o cedulas que contienen aire u otros gases en reposo en el interior con un coeficiente de conductividad bajo
- En algunos materiales como el corcho o el algodón, el aire se encuentra en sus celdas de manera natural mientras que en otros como la fibra de vidrio ha quedado en su interior durante el proceso de fabricación. Otros gases como el CO₂, R11 O R13 se incorporan durante su expansión

PAPEL DE LOS AISLANTES EN EL INGRESO DE CALOR POR PAREDES, TECHO Y PISO



Materiales aislantes: características

MATERIAL AISLANTE	DENSIDAD (kg/m ³)	K= Kcal x cm m ² x °C x Hora
Espuma rígida de poliuretano	30 - 40	1.6 - 2
Poliestireno expandido	15 - 28	2.8 - 3
Lana mineral	100	3.5
Fibra de amianto	160	4.5
Vidrio celular expandido	144	4.6
Aglomerado de fibra de vidrio	360 - 530	5.4 - 6.8

Material aislante: Objetivos

Los objetivos fundamentales de los materiales aislantes en las instalaciones frigoríficas son:

✓ Facilitar el mantenimiento de la temperatura adecuada en el interior de los recintos o tuberías aislados, ajustando las pérdidas de calor a unos valores prefijados por unidad de superficie o de longitud y evitar las condensaciones.

✓ Obtener un ahorro energético con un espesor económico óptimo.

Material aislante: Cualidades importantes

- Baja conductividad térmica
- Muy poco higroscópico
- Imputrescible
- Inatacable por los roedores
- Inodoro y ausencia de fijación de olores
- Incombustible
- Neutro químicamente frente a otros materiales utilizados en la construcción y frente a fluidos con los que debe estar en contacto
- Plástico adaptándose a las deformaciones de la obra
- Facilidades de colocación
- Resistencia a la compresión y a la tracción
- Ligero

Calculo del espesor aislante

El calculo del espesor aislante necesario se puede hacer por diferentes métodos, desde los mas complejos y completos, entre los que se pueden incluir el factor económico, con calculo de amortizaciones, etc. Hasta los métodos mas elementales.

Calculo del espesor del aislante

- Utilizaremos una sencilla formula en la cual se tiene en cuenta los siguientes parámetros K, T, Q
- Esta formula proporciona resultados razonables y puede ser utilizado tanto para estudios previos como para cotejar y comprobar rápidamente los resultados obtenidos de formulas mas complejas.
- La formula en cuestión es:

$$\text{Espesor} = K\Delta T/Q$$

ΔT =Diferencia de temperaturas(°C) entre ambas partes exterior e interior) que separa el recinto.

Q= Pérdidas máximas admisibles (Kcal/h-m²) puede tomarse los valores de 8 para cámaras de refrigeración y 6 para cámaras de congelación

Revestimiento

Los materiales aislantes se deben proteger con un recubrimiento o revestimiento por:

- 1) Razones mecánicas dado que la resistencia mecánica del material aislante no es muy alta y están expuestos a sufrir golpes
- 2) Razones higiénicas ya que deben efectuarse acciones de mantenimiento y sus superficies rugosas y porosas no lo permiten
- 3) Para evitar la entrada de agua
- 4) Por protección a otros agentes como fuego, microorganismos
- 5) Por estética

Revestimiento: características

Las características que les deben exigir a estos revestimientos son:

- Resistencia a los golpes
- Permeabilidad
- Estabilidad dimensional
- Incombustibilidad
- Carencia de olores

Revestimiento: Materiales mas usados

Los materiales mas usados:

- Chapas metalicas de acero galvanizado y lacado
- Materiales plastico
- Resinas de poliéster
- Enlucidos de cemento a los que se añaden pinturas lavables y antimohos

Infiltración de aire por las puertas

- Las puertas de una cámara se abren con mayor o menor frecuencia, según el movimiento del producto y las labores que se realizan en ella . Cada que se abre una puerta hay renovación de aire, el aire frío sale y el aire caliente entra.
- Carga térmica adicional
Las cortinas de aire evitan en el momento de la apertura de la puerta el ingreso de aire caliente del exterior.



Puerta con cortina de aire



Prevención de congelación del suelo

- En las camaras de conservacion de congelados y en las de congelacion la temperatura superficial exterior en el suelo puede ser negativa, pudiendo producir la congelación del vapor de agua que haya condensado sobre esta superficie si no existe una circulación de aire que evacue el frio que atraviesa el aislante.

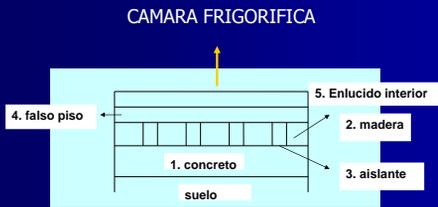
Prevención de congelación del suelo

- En las paredes este frío se disipa en el exterior, en el suelo no ocurre esto ya que se encuentra con una pared prácticamente infinita, en donde este aire frío se va acumulando. Si el terreno es húmedo se ira formando hielo y la humedad circulara hacia la parte fría donde se convertirá en el hielo deteriorándose el suelo de la camara, incluso hasta levantarlo.
- Para evitar los problemas anteriores, debemos actuar aportando calor para compensar los aportes fríos.

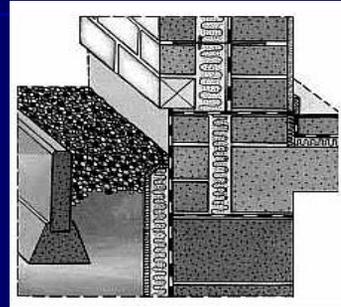
Prevención de congelación del suelo: Métodos

- Utilización de cables o laminas calefactores eléctricos, situadas por debajo de la zona de aislamiento
- Utilización de tuberías por las que circula agua glicolada, utilizando el calor proveniente de los condensadores. No es un sistema muy utilizado actualmente
- Ventilación del suelo (Vació sanitario)

Diseño de suelos en cámaras de congelación



Aislamiento sándwich y diseño de los suelos para evitar el congelamiento

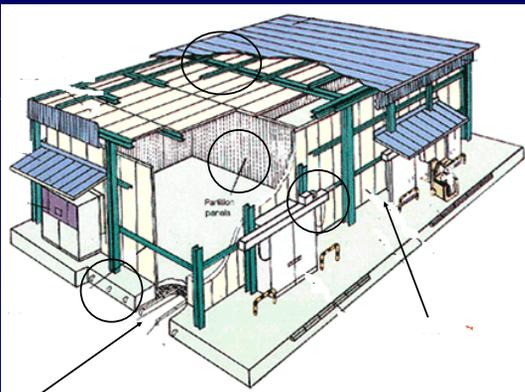
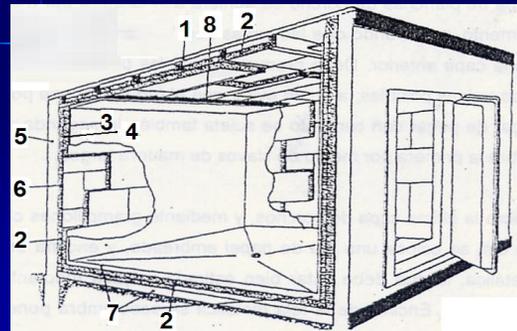


Consideraciones de diseño de cámaras

- Espacio para los productos almacenados
- Espacio para la movilización
- Espacio para la circulación de aire de los difusores
- Espacio para el aislamiento
- Espacio para los evaporadores
- Antecámara



Detalles de la construcción de una cámara frigorífica empleando corcho aglomerado



TIPOS DE CÁMARAS DE REFRIGERACIÓN Y CONGELACIÓN

Antes de decidir el tipo de construcción que puede adoptarse al diseñar un almacén frigorífico o una industria con cámaras frigoríficas, deberá hacerse consideraciones como son:

- Tipo de producto que se va a someter al tratamiento del frío
- Dimensión de las instalaciones frigoríficas necesarias
- Orientación de las cámaras
- Tipo de instalación frigorífica, etc.

TIPOS DE CONSTRUCCIONES

- Podemos distinguir las **construcciones frigoríficas** ejecutadas mediante obra en su totalidad, en las que el material aislante constituye una capa del cerramiento y se hace imprescindible la utilización de una barrera antivapor ejecutada escrupulosamente, así como los acabados exteriores y/o interiores que permitan proteger el aislante y cumplir con la reglamentación técnico-sanitaria correspondiente y de las construcciones en la que los cerramientos verticales y techo suelen estar contruidos por paneles prefabricados.

- La estructura metálica es la mas utilizada en los edificios de las instalaciones frigoríficas, dada su facilidad de construcción, rapidez de montaje y versatilidad. Centrándonos en este tipo, esta puede ser exterior (caso más frecuente) o interior.

El primer tipo presenta ventajas como: menor superficie a aislar y menor volumen a enfriar, frente a los inconvenientes derivados de las mayores variaciones de temperatura a las que se verá sometida y la necesidad de evitar los posibles puentes térmicos.

- El segundo tipo (estructura interior) presenta las ventajas de reducir las variaciones térmicas en la estructura y de facilitar al mismo tiempo la suspensión de los elementos de la instalación como tuberías y evaporadores sin crear puentes térmicos; con el inconveniente de tener que enfriar mayores volúmenes

CONSTRUCCIÓN DE CÁMARAS Y NEVERAS

Existe una división de tipo general que distingue a estas construcciones, a saber:

- Refrigeradores contruidos de albañilería y que, por consiguiente, tienen un asentamiento fijo. Estas construcciones se conocen generalmente por el nombre de cámaras.
- Refrigeradores de madera o metálicos, contruidos en forma de muebles portátiles. Forman parte de este apartado las neveras de tipo comercial y domestico, conservadoras de helado, congeladores, acondicionadores de aire, etc.
- Una variante de las cámaras y muebles citados lo constituyen las cámaras desmontables formados por paneles sueltos que se ensamblan en el lugar de emplazamiento

Cámaras

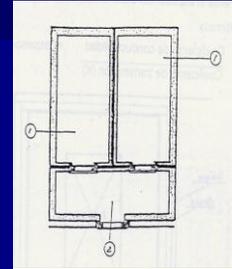
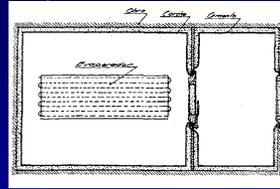
En la construcción de una cámara frigorífica deberá tenerse en cuenta el lugar donde quiere instalarse la misma, o sea si es una habitación, aprovechando paredes construidas, al aire libre, en sótanos, en cuevas, debiendo atenerse a las siguientes condiciones:



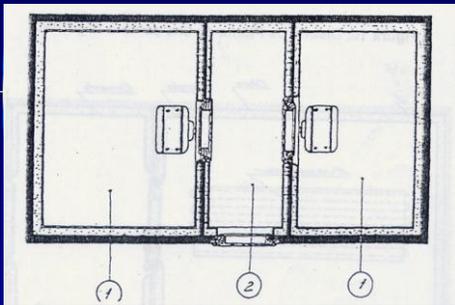
- Cuando la cámara se tenga que construir al aire libre se cuidará de evitar la exposición directa al sol, construyendo en caso necesario doble techo o paredes, con paso de aire intermedio.
- Cuando existan algunas paredes, construidas se tendrán muy en cuenta las condiciones de las mismas, si son húmedas o están expuestas al sol directamente, en cuyo caso debería construirse otra pared separada a fin de obtener un paso de aire intermedio.

- Cuando se aproveche un cuarto ya construido, deberá, naturalmente, calcularse si, una vez cubierta sus paredes con el aislante y enlucido, darán cabida a la cantidad de género que se quiera enfriar teniendo en cuenta el almacenaje o disposición del mismo dentro de la cámara.
- Debe preverse un sistema de iluminación interior de la cámara manejada desde fuera.
- La colocación de barras, ganchos y estantes depende en cada caso, naturalmente de la clase de género a almacenar, de la estructura de la cámara y de las necesidades del usuario.

Diseño de Planta de una cámara con antecámara



Planta de cámaras (1) con antecámara común (2) en el frente



Planta de dos cámaras (1) con antecámara común (2) en el centro. (Evaporadores de aire forzado.)

CALCULO DEL BALANCE TERMICO DE UNA INSTALACION FRIGORIFICA

El calculo balance térmico de una instalación frigorífica pretende determinar la **potencia frigorífica** necesaria para cubrir las necesidades de la instalación y en consecuencia, realizar la elección de los equipos frigoríficos de acuerdo con este calculo: compresores precisos capaces de abastecer las necesidades calculadas evaporadores, condensadores, etc. Las necesidades de instalación de:

- Régimen de trabajo
- Clima
- Tipo, cantidad y estado del producto a su entrada en la instalación
- Temperatura del producto a su entrada de la cámara

- Calor específico del producto (antes y después de su congelación si esta fuese precisa)
- Renovaciones de aire precisas, tiempo de funcionamiento, etc.
- Calor de respiración del producto, presencia o entrada del personal en el recinto.
- Calor desprendido en la iluminación y otros elementos instalados en la cámara
- Calor introducido en los desescarches, apertura de puertas, carretillas elevadoras, existencia de puentes térmicos, etc.

- El calculo de estas necesidades frigoríficas total o balance térmico de la instalación frigorífica es el objeto de en la mayoría de los casos, el calculo que con mas frecuencia se realiza en los proyectos de instalaciones frigoríficas, ya que con este dato resulta posible elegir de entre los equipos comerciales existentes en el mercado aquellos que mejor se adaptan al del Proyecto ya que el cálculo también se realiza para las condiciones más desfavorables

Carga térmica total

$$N_t = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8$$

Donde:

Q1= Calculo de las perdidas por trasmisión

Q2= Calculo de las perdidas por enfriamiento y /o congelación

Q3= Calculo de las necesidades de conservación

Q4= Calculo de las necesidades por renovación de aire

Q5= Calculo de las necesidades por calor desprendido por los ventiladores

Q6= Calculo de las necesidades debidas al calor desprendido por las personas

Q7= Calculo de las necesidades por iluminación

Q8= Calculo de las necesidades por servicio