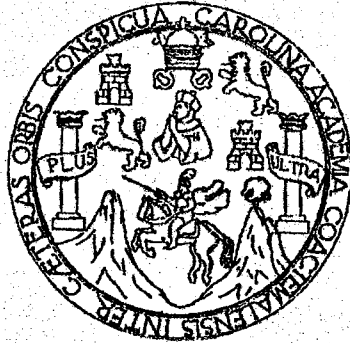


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

**GUIA PARA LA CONSTRUCCION DE UN TUNEL DE ENFRIAMIENTO, PARA
LA UTILIZACION EN FABRICACION, DE DESODORANTES EN BARRA**

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

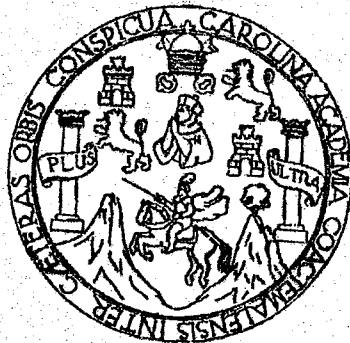
POR

CARLOS GILBERTO MOLINA ORTIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUIMICO

Guatemala, mayo de 1,999



HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

**Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la
Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su
consideración mi trabajo de tesis titulado:**

**GUÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN TÚNEL DE
ENFRIAMIENTO, PARA LA UTILIZACIÓN EN FABRICACIÓN
DE DESODORANTES EN BARRA**

**Tema que fue asignado por la Dirección de la Escuela de
Química de la facultad de Ingeniería con fecha 26 de agosto de 1998.**

CARLOS GILBERTO MOLINA ORTIZ..

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL 1º Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL 2º Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
VOCAL 3º Ing. Jorge Benjamín Gutiérrez Quintana
VOCAL 4º Bachiller Dimas Alfredo Carranza Barrera
VOCAL 5º Bachiller José Enrique López Barrios
SECRETARIO (A) Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR Ing. Adolfo Narcizo Gramajo Antonio
EXAMINADOR Ing. Antonio del Cid Pacheco
EXAMINADOR Manuel Gilberto Galván Estrada
SECRETARIO (A) Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

Guatemala, 9 de enero de 1999

Ingeniero
Otto Raúl de León de Paz,
Director Escuela de Ingeniería Química
Presente

Estimado Ingeniero de León:

Atentamente me dirijo a usted para informarle que la tesis del estudiante universitario CARLOS GILBERTO MOLINA ORTIZ, titulada "GUÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN TUNEL DE ENFRIAMIENTO PARA LA UTILIZACIÓN EN FABRICACIÓN DE DESODORANTES EN BARRA" llena los requisitos que la Escuela de Ingeniería Química requiere, por lo cual lo remito con ustedes para que se le asigne un revisor y pueda continuar con los tramites respectivos.

Agradeciendo su atención a la presente, le saludo atentamente,



Ing. Alvaro de León Marizuya
Colegiado No. 679



FACULTAD DE INGENIERIA

Ref. WGAM.0041.99

Guatemala, 08 de abril de 1999

Ingeniero
Otto Raúl de León de Paz
Director
Escuela Ingeniería Química
Presente.

Estimado Ingeniero de León:

Atentamente me dirijo a usted para responder a su oficio Ref. EIQ. 052.99, mediante el cual se solicita revisar el informe final de tesis del estudiante universitario CARLOS GILBERTO MOLINA ORTIZ, titulado "GUIA PARA LA CONSTRUCCION DE UN TUNEL DE ENFRIAMIENTO, PARA LA UTILIZACION EN FABRICACION DE DESODORANTES EN BARRA", el cual fue asesorado por el Ing. ALVARO de LEON MARIZUYA.

Al respecto, me permito informarle que después de haber terminado la revisión del mencionado informe y de haberle hecho las correcciones pertinentes, considero que llena los requisitos para ser aprobada por parte de la Escuela como trabajo de tesis, por lo cual se lo remito y lo pongo a su consideración.

Agradeciendo la atención a la presente, le saluda respetuosamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

M. en Ing. Williams G. Alvarez Mejia
Profesor Titular V
Area de Operaciones Unitarias

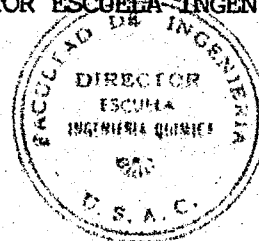
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Química; Ingeniero Otto Raúl de León de Paz, después de conocer el dictamen del asesor con el Visto Bueno del Jefe de Departamento, al trabajo de Tesis del estudiante Carlos Gilberto Molina Ortiz, titulado: **GUIA PARA LA CONSTRUCCION DE UN TUNEL DE ENFRIAMIENTO, PARA LA UTILIZACION DE DESODORANTES EN BARRA**, procede a la autorización del mismo.


Ing. Otto Raúl de León de Paz
DIRECTOR ESCUELA INGENIERIA QUIMICA



Guatemala, 18 de mayo de 1,999.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de Tesis titulado: **GUIA PARA LA CONSTRUCCION DE UN TUNEL DE ENFRIAMIENTO, PARA LA UTILIZACION EN FABRICACION DE DESODORANTES EN BARRA** del estudiante **Carlos Gilberto Molina Ortiz**, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:


Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO



Guatemala, mayo de 1,999.

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS:** Como agradecimiento a todas las bendiciones que he recibido de su mano, de la cual he sido llevado en cada paso de mi vida.
- A MIS PADRES:** Como signo de mi admiración hacia ellos, como seres humanos; por su cariño, dedicación, espíritu de lucha, y por estar siempre a mi lado.
- A MI HERMANA:** Sonia del Carmen a quien quiero y agradezco su apoyo.
- A MI ESPOSA:** Erika, a quien amo, y debo el haber alcanzado mi meta, ya que su apoyo y comprensión han sido fuente de motivación en mi vida.
- A MIS HIJOS:** José Rodrigo y Carlos René, por quienes mi vida se ha complementado, y espero ser ejemplo para ellos como lo fueron mis padres.
- Y ESPECIALMENTE:** A Delia Marina Peña por su cariño, comprensión y apoyo. Y a la memoria de mi hermano **Hugo Leonel** a quien extraño.

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE ILUSTRACIONES	III
GLOSARIO	IV
INTRODUCCION	VII
RESUMEN	IX
1. ANTECEDENTES	1
1.1 Soluciones astringentes	4
1.2 Microencapsulado	6
1.2.1 Beneficios	7
1.2.2 Sistemas	7
1.2.3 Método de encapsulado	7
1.2.4 Liberación del perfume	8
1.3 Refrigeración	9
1.3.1 Sistemas de tubería hidrónica y unidades terminales	10
1.3.2 Trayectoria de tubería	10
1.3.3 Unidades terminales del sistema hidronico	11
1.3.4 Materiales y especificaciones de tuberías	12
1.4 Conexiones y métodos de unión para tubería de acero	14
1.5 Aislamiento de tuberías	15
1.6 Construcción de ductos	17
1.7 Serpentes de enfriamiento y de calefacción	17
1.8 Equipos paquete de refrigeración	19
1.8.1 Chiller	19
1.9 Temperatura	20
2. MATERIALES Y MÉTODOS	22
2.1 Instalación de materiales aislantes	22
2.2 La importancia y selección del recubrimiento adhesivo y sellador del aislamiento térmico	24
2.3 Tipo de aislamiento	24
2.3.1 Localización	25
2.4 Tipos de abuso	26
2.4.1 Abuso físico	26
2.4.2 Abuso químico	26
2.5 Los termoaislantes	27
2.5.1 Clasificación de los aislantes	28
2.5.2 Polvos aislantes	29
2.5.3 Aislantes fibrosos	30
2.5.4 Espumas	30

2.5.5	Aislantes compuestos y super aislantes	31
2.6	Clasificación en función de la temperatura de utilización	32
2.6.1	Zona de las altas temperaturas	33
2.6.2	Zona de las temperaturas industriales	33
2.6.3	Zona de temperaturas comprendidas entre -50 y + 50 grados centígrados	34
3.	RESULTADOS	36
3.1	Análisis previos	36
3.2	Porcentaje de complejo aluminio zirconio	41
3.3	Resultados de análisis de desodorante antitranspirante en barra, muestras obtenidas en el túnel de enfriamiento	44
4.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TÚNEL DE ENFRIAMIENTO	46
4.1	Equipo y accesorios auxiliares	53
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	54
	CONCLUSIONES	56
	RECOMENDACIONES	57
	BIBLIOGRAFÍA	58
	ANEXO	59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

No.	Título	Página
1	Plano del túnel de enfriamiento vista de planta	47
2	Plano del túnel de enfriamiento vista de elevación	48
3	Plano del túnel de enfriamiento vista de perfil	49
4	Plano isometrico del túnel de enfriamiento	50
5	Plano del túnel de enfriamiento en producción vista de planta	51
6	Plano del túnel de enfriamiento en producción vista de elevación	52
7	Sistema de tubería de circuito en serie	62
8	Disposición de flujos de aire y agua en contracorriente para Unidad de enfriamiento	63
9	Termómetro de carátula	63

TABLAS

No.	Título	Página
I	Especificaciones del aluminio zirconio complejo	43
II	Resultados de análisis de desodorante antitranspirante en Barra muestras obtenidas en el túnel de enfriamiento	44
III	Muestra el mercado de desodorantes por marca para hombre	59
IV	Muestra el mercado de desodorantes por marca para mujer	60
V	Especificaciones del tubo de acero	61
VI	Características del propilenglicol	61

GLOSARIO

- Anhidrotico** Término que se aplica a productos cosméticos que no posee agua.
- A.S.T.M.** Sociedad norteamericana para el Ensayo de Materiales. Excelente fuente de información para las metodologías de ensayo.
- Astringente** En productos cosméticos los compuestos astringentes son aquellos que producen una inhibición de la sudoración, a través de provocar que los poros de la piel se contraigan.
- Buffer** Es un termino que se utiliza para productos acuosos, y se conoce como cómo buffer o amortiguador a la solución que es capaz de mantener su pH a un valor relativamente constante aun cuando se añadan pequeñas cantidades de ácidos o bases.
- Bujes** Cojinete de cubo de una rueda.
- Cosmético** (como se lo define en el registro federal de los EEUU) Productos cuya finalidad es ser frotados, vertidos, salpicados o atomizados sobre, introducidos en, o de algún otro modo, aplicados en el cuerpo humano para limpiar, embellecer, fomentar el atractivo o alterar su aspecto, así como los productos cuyo uso es como componentes de tales productos. Se destaca que tal término se aplicará a jabones.

Droga	(como se la define en el registro federal de los EEUU) Productos cuya finalidad es ser usados en la cura, mitigación, tratamiento o prevención de enfermedades en el hombre...y aquellos productos (con la exclusión de alimentos) cuya finalidad es afectar la estructura o cualquier función del cuerpo humano.
Emoliente	Cuando se aplica al cabello o la piel, deja la superficie con una sensación de suavidad.
Emulsión	Fina dispersión de un líquido insoluble en otro. Aceite dispersado en agua, por ejemplo.
F.D.A.	Agencia de Alimentos y Drogas de los EEUU, es la principal agencia reguladora de la industria cosmética.
Glicol	Compuestos que contienen dos grupos oxhidrilo en carbonos adyacentes de una cadena orgánica.
Granulomas	Masa proliferante de tejido inflamatorio. El granuloma es una lesión benigna.
Hiperhidrosis	Exceso de secreción sudoral.
Humectante	Componente o producto que combate la sequedad. Por ejemplo un acondicionador de cabello o una loción para la piel.

- Ingrediente activo** Es aquel elemento componente de una formulación que determina la función principal para lo que se ha creado un producto. Es el componente que da la característica principal a una formulación, y que va acompañado de otros compuestos que le ayudan a llevar a cabo su función.
- Organoléptico** Todas aquellas sensaciones que percibimos de nuestro ambiente a través de nuestros sentidos.
- Propilenglicol** Nombre comercial para un glicol cuyo nombre químico es el propanodiol 1,2.
- Tensoactivo** (surfactante) Nombre corto para Agente tensioactivo superficial. Esta clase de producto químico reduce la tensión superficial, permitiendo que el aceite y el agua formen mezclas estables.
- Titulaciones** Es un análisis que se lleva a cabo entre soluciones acuosas, y es un análisis volumétrico que depende de la medida del volumen de una solución que tiene una concentración exactamente conocida. En una titulación, una solución de concentración conocida, llamada **solución standard**, se agrega al volumen medido de una solución de concentración desconocida, hasta que la reacción sea completa, y esto ocurre cuando existe un cambio de color en la solución que se está titulando.

INTRODUCCIÓN

El trabajo que se presenta a continuación es una guía para la fabricación de un túnel de enfriamiento, utilizado principalmente en el proceso de fabricación y envasado de desodorantes en barra.

En él se presentan las características principales de los materiales con los que está construido, así como las dimensionales de sus componentes, además de mostrar las especificaciones comerciales de las partes que se pueden comprar en el mercado y que son complemento del diseño.

El túnel es un ejemplo tangible de que el diseño en Guatemala es accesible y que puede ser una fuente de alternativas a un proceso, así como lo demuestra este diseño en la fabricación de desodorantes en barra.

Con la utilización del túnel de enfriamiento se logra una distribución más homogénea del ingrediente activo componente del producto, que en este caso se trata de clorhidróxido de aluminio, lo que se comprueba a través de la realización de titulaciones al producto terminado.

El túnel realiza un enfriamiento relativamente rápido del concentrado del desodorante, el cual previamente a ingresar al túnel, ha sido homogenizado en un tanque de mezcla. El enfriamiento en el túnel ayuda a mantener dicha homogeneidad.

Los desodorantes son transportados por una banda sinfín, desde el punto antes del túnel, y después de ser homogenizado el producto, hasta el final del túnel, donde se tiene un producto final enfriado y homogenizado, esto permite una mejor exposición a lo largo del túnel, también permite la planificación de la producción adaptada a la velocidad del túnel.

RESUMEN

El presente trabajo de tesis pretende mostrar que es posible optimizar procesos de producción que se trabajan en Guatemala como: maquilas o procedimientos artesanales.

Se enmarcan los problemas que conlleva un enfriamiento natural, cuyas deficiencias caracterizan el producto final el cual no es competitivo, debido a que no garantiza protección al usuario contra la sudoración por la dispersión heterogénea del ingrediente activo a lo largo de la barra.

Basados en la necesidad de mejorar el proceso se muestra el plano del equipo que logra cambios en la distribución del ingrediente activo en el producto final.

Se muestran resultados comparativos tanto para enfriamientos naturales como utilizando el túnel de enfriamiento, así como también los resultados y recomendaciones correspondientes.

1. ANTECEDENTES

Para comprender mejor las necesidades que dieron origen a la fabricación de un medio de enfriamiento más rápido que el medio ambiente, es necesario definir que es un desodorante.

Desodorantes : son todos los productos usados para contrarrestar los efectos del sudor. Son de dos tipos: desodorantes y anhidróticos. Estos tipos tienen que presentarse claramente a los posibles usuarios (Remington, farmacia práctica, 1953. 1786)

Los *desodorantes* impiden la producción del olor característico del sudor o sustituyen un olor desagradable por otro agradable. Estos productos son verdaderos cosméticos; por lo que, no es necesario indicar los ingredientes en la etiqueta. Pueden prepararse en forma de polvo, crema o líquido; tal como se usan en las axilas, en las palmas de las manos y en las plantas de los pies, o en servilletas sanitarias, (predominan las dos primeras formas). Entre los ingredientes comunes están: los ácidos bórico, benzoico y salicílico; el óxido y el peróxido de cinc; el carbonato de magnesio, el talco y el sulfato de hidroxiquinolina.

Los desodorantes son productos de cuidado personal; es decir, se consideran como cosméticos, por lo cual es necesario definir que es un cosmético.

El término *cosmético* denota: 1) artículos destinados a ser frotados, vertidos, rociados, asperjados, pulverizados, introducidos o de cualquier otra manera aplicados al cuerpo humano o a cualquiera de las partes de éste, para limpiar, embellecer, hacer más atractiva la persona o alterar su aspecto; 2) artículos que sirvan de componentes de cualquiera de los antedichos artículos; pero el mencionado término no incluye el jabón.

Los desodorantes antitranspirantes cosméticos son preparados que enmascaran, remueven o disminuyen los olores de la transpiración; son muchos los productos que tienen una eficacia desodorante y característica cosmética satisfactoria para el consumidor (Remington, farmacia practica, 1953. 1786).

Productos comerciales utilizados para evitar el olor de la transpiración del cuerpo tienden a usarse desde fines de 1800. Los habitantes de Estados Unidos gastan más de $\frac{3}{4}$ de billón de dólares anuales en productos para disminuir o prevenir el olor y la humedad de la transpiración. Casi todos los adultos de Norte América usan la variedad de desodorantes y antitranspirantes, la mayoría de ellos compran un producto esperando el otro efecto, por lo tanto el farmacéutico es el que asesora en la selección del producto deseado. Sustancias semejantes son etiquetadas o rotuladas como antitranspirantes y son clasificadas como drogas por la **Administración de Drogas y Alimentos (Food and Drugs Administration (FDA))**, porque tienden a influir en los procesos fisiológicos del cuerpo.

De acuerdo al censo de manufactura de Estados Unidos las ventas de desodorantes en 1963 hacien den a \$ 94,306.00. Sin embargo, la edición de junio de 1967 de la industria cosmética señala que el principal desodorante aerosol para hombres subió de un 4% en 1962 a un 25% en 1966, en cuanto a ventas se refiere. Para 1968 las ventas de antitranspirantes y desodorantes fueron más de \$300 millones.

Ese crecimiento fue esperado principalmente para el desarrollo de desodorantes spray aerosol. En 1968, cuando los antitranspirantes en aerosol ingresaron al mercado, los productos en aerosol contaron con un poco más de la mitad de los \$300 millones de dólares de las ventas de antitranspirantes-desodorantes. Para mediados de 1969 más del 60% de las ventas de antitranspirantes-desodorantes fueron productos en aerosol.

Los aerosoles antitranspirantes constituyeron más de la mitad de ellos y creció a razón de 10 a 15% cada año. El incremento en el uso de cosméticos y productos de tocador para jóvenes ha creado un mercado nuevo y de rápido crecimiento.

Un estudio de mercado de cosméticos realizado por Le Van muestra que el 94% de estudiantes de secundaria y el 99% de estudiantes de diversificado usan desodorantes.

El aumento en la venta de estos productos y la variedad de formas en que los desodorantes antitranspirantes están disponibles, son indicadores de la concientización en hombres y mujeres por evitar el desagradable olor de la transpiración.

La FDA advirtió en un boletín de agosto de 1982 que los cloruros de aluminio, clorhidrato de aluminio, sulfato bufferado de aluminio y circonio, son seguros y eficaces como antitranspirantes tópicos en las concentraciones apropiadas. No obstante solo el clorhidrato de aluminio tiene suficientes datos de seguridad al permitir este uso en forma dosificada en aerosoles, por no contener "buffer".

Los antitranspirantes son preparaciones que inhiben o reducen el flujo o secreción de la transpiración en el área de aplicación de la piel.

Esto se debe a la acción astringente de los principios activos utilizados, estos son incorporados en cremas, lociones, soluciones y ungüentos.

1.1 Soluciones astringentes

Existen diversas soluciones astringentes. A principios del año 500, a.C., los romanos refieren que el aluminio tiene un gusto astringente, coincidiendo con las sales solubles de aluminio que tienen el mismo efecto, pero no así los compuestos de aluminio con silicato o estearato. El cloruro de aluminio es probablemente el primer compuesto utilizado como antitranspirante.

Las soluciones astringentes pueden dividirse en dos grupos, dependiendo de que principios activos precipiten las proteínas. Los principales astringentes se dividen en: de catión activo, como el zinc y aluminio o de anión activo, como el fenolsulfonato.

Además del aluminio y del zinc existen otros metales cuyas sales son empleadas como astringentes, entre ellas están el hierro, plata, cromo, plomo, mercurio y circonio.

Algunos presentan ciertas desventajas como el hierro y plata que producen coloración en la ropa; plomo y cromo son tóxicos y el circonio que produce granulomas.

Los principales astringentes utilizados en nuestros días en lugar del cloruro y sulfato de aluminio son:

1. Clorhidroxido de aluminio
2. Bromuro básico de aluminio
3. Complejo de clorhidroxido de aluminio y propilenglicol

El cloruro de aluminio es irritante en el sitio de aplicación y es ampliamente usado como astringente y desecante. Se usa especialmente en el tratamiento de pie de atleta húmedo en soluciones al 30% para promover la desecación y aumentar la eficacia de las drogas fungicidas; y para controlar la hiperhidrosis con solución alcohólica a concentraciones de 6.25 a 20%.

El cloruro de aluminio se hidroliza en solución de hidróxido de aluminio y ácido clorhídrico como soluciones ácidas fuertes por lo que muchos formularios agregan bórax y otras bases para proteger el área expuesta de la acidez. Esta característica es la que tiende a producir daño en el tejido de la ropa, ya que al estar en contacto con la piel el cloruro de aluminio provoca mucha irritación sobre la misma al estar en altas concentraciones; por consiguiente la FDA advierte en un boletín la no-prescripción de drogas antitranspirantes, recomendado su uso solo a concentraciones del 15% o menos, ya que la mayoría de sales de aluminio son generalmente usadas a concentraciones del 12% al 20%. Las instrucciones para el uso son lavarse la parte afectada (axilas) con jabón y agua y cuando esté seco aplique con palmaditas la loción. No lo aplique inmediatamente después de usar depilatorios ó haberse rasurado el área.

Más recientemente apareció una sal básica de cloruro de aluminio también llamada clorhidrato de aluminio, patentada bajo el nombre de "Clorohidrol".

El clorhidrato de aluminio básico, hidroxiclورو de aluminio, complejo de clorhidroxido de aluminio o clorohidrol N.R., son los antitranspirantes más usados a la fecha, en el cuidado de la higiene personal. Las ventajas atribuidas en preparaciones antitranspirantes son: carencia de irritación, menor daño al tejido de la ropa, efectividad astringente y antitranspirante, así como una buena capacidad amortiguadora.

Estas ventajas son en parte debidas a una diferencia en el pH del complejo de clorhidroxido de aluminio, comparados con los sulfatos y cloruros de aluminio:

pH del cloruro de aluminio = 2.5 al usarse en concentraciones de 15 a 20%

pH del sulfato de aluminio = 2.8 al usarse en concentraciones de 15 a 20%

pH del clorhidrato de aluminio = 4.5 al usarse a concentraciones del 15 a 20%

1.2 Microencapsulado

Es un proceso mediante el cual el perfume es encerrado en una cápsula inerte que lo protege de bases hostiles y previene su evaporación.

1.2.1 Beneficios

- Mejora la actividad del perfume en un Antiperspirante (AP). Ya que las sales de aluminio son extremadamente hostiles para la fragancia.
- Su uso, sea en AP ó desodorante, permiten mantener la fuerza de la fragancia a lo largo de toda la vida de aplicación.

1.2.2 Sistemas

- Hay dos sistemas de encapsulado:

Sistema sólido: para usar en Sólidos y Aerosoles.

Sistema líquido: para usar en Rollones, y en desodorantes de presión y los que se activan por bombas spray.

1.2.3 Método de encapsulado

- Básicamente, consiste en formar una emulsión de perfume/almidón/agua, la cual es atomizada y secada, obteniéndose pequeñas gotas de perfume encerradas en una "cápsula" de almidón. Como resultado se obtienen partículas esféricas de entre 5 a 150 micrones (la especificación para productos en aerosol es entre 10 y 100 micrones).

1.2.4 Liberación del perfume

- **Existen 3 mecanismos usualmente empleados para encapsulados:**

Liberación por fricción

Liberación por calor y

Liberación por agua (humedad)

El método más común de liberación es el último, donde el perfume es liberado a medida que se humedecen las partículas encapsuladas, durante el proceso de transpiración. Como beneficio adicional puede mencionarse que al secarse la transpiración (por ejemplo entrada de la persona a un ambiente climatizado), el almidón vuelve a atrapar (reencapsular) todo resto de perfume existente sobre la piel permitiendo su posterior liberación al volver a transpirar. El secreto es lograr esto con relativos bajos niveles de almidón ya que de lo contrario implica falta de confort en la piel.

El mercado de desodorantes en barra en nuestro país es floreciente, según lo muestra la tabla III y tabla IV del anexo que muestran las marcas que se venden en el mercado tanto para mujeres como para hombres, las unidades y sus respectivos porcentajes del total del mercado.

La estadística abarca de diciembre de 1996 - agosto de 1997. En la tabla se puede observar la cantidad de desodorantes vendidos en la capital, pues el sondeo fue realizado en tiendas de autoservicio o supermercados de la ciudad capital de Guatemala.

Se puede observar que a diferencia de la marca líder las demás marcas comparten casi un 62 % del mercado, es decir que la competencia es homogénea en un 62 % del mercado.

Como se observa en la tabla IV del anexo, existe más variedad de desodorantes para mujer que para hombre, así como se nota también que la cantidad de desodorantes vendidos por marcas no tan conocidas es un indicio de que nuevos desodorantes están llegando al mercado.

El total de desodorantes que se vendieron en este periodo es de 941,249 unidades, es decir el 40.3 % para desodorantes en barra para hombre y 59.7 % para desodorantes en barra para mujer.

1.3 Refrigeración

El punto de ebullición de un líquido depende de la presión exterior a la que está sometido. Este hecho se puede explicar si se considera que toda materia está compuesta por partículas (moléculas), que se atraen entre sí, pero que también tienen una considerable energía de velocidad. La presión que rodea a un líquido inhibe el escape de sus moléculas.

Sin embargo, si la temperatura del líquido se eleva, la velocidad de las moléculas aumenta y a determinada temperatura, (punto de ebullición) éstas escaparán rápidamente: el líquido se evapora. Si la presión aumenta, las moléculas deberán alcanzar una mayor velocidad, o sea una temperatura superior para escapar.

1.3.1 Sistemas de tubería hidrónica y unidades terminales

A la tubería que se emplea para hacer circular agua caliente o fría para acondicionamiento de aire se le llama sistema de tubería hidrónica.

Las unidades terminales son los cambiadores de calor que transmiten el mismo entre el agua y los recintos por calentar o enfriar.

1.3.2 Trayectoria de tubería

Las conexiones entre la tubería y las unidades terminales pueden hacerse por una de las siguientes formas básicas:

1. Circuito en serie.
2. Cabezal de un tubo.
3. Dos tubos con retorno directo.
4. Dos tubos con retorno inverso.

Circuito en serie

En la figura No. 1 del anexo, se muestra un diagrama del arreglo del circuito en serie.

Note que todo el suministro de agua pasa a través de cada unidad terminal, para luego regresar al generador y la bomba. Como toda el agua pasa por cada unidad, y las unidades no se pueden aislar entre sí, el circuito en serie tiene varias desventajas:

1. El mantenimiento o reparación de cualquier unidad terminal necesita la suspensión del sistema completo.
2. No es posible el control separado de la capacidad de cada unidad variando el flujo del agua o la temperatura. Sin embargo, es posible el control mediante el uso de compuertas de aire.
3. El número de unidades es limitado. Debido a que la temperatura del agua disminuye continuamente al ceder su calor en cada unidad en serie, la temperatura del agua en las últimas unidades puede ser demasiado baja para calefacción.

1.3.3 Unidades terminales del sistema hidráulico

Las unidades terminales son cambiadores de calor que la transmiten del aire del recinto al agua circulante. En general, las unidades que se emplean para calentar y para enfriar son diferentes. A continuación se enumeran las clases:

Calefacción

1. Radiadores.
2. Convectores.
3. Unidades de zoclo (zoclo radiante).
4. Tubo aleteado.
5. Paneles radiantes (calefacción y enfriamiento).
6. Calentadores unitarios.

Enfriamiento

1. Unidades de ventilador y serpentín (calefacción y enfriamiento).
2. Unidades de inducción (calefacción y enfriamiento).

1.3.4 Materiales y especificaciones de tuberías

Las tuberías se fabrican con muchos materiales, y la selección adecuada de ellos depende del servicio para el cual se pretende la tubería. El servicio comprende:

1. Las propiedades del fluido en cuestión.
2. La temperatura.
3. La presión.
4. La exposición a oxidación o corrosión.

El material de tubería que se usa con mayor frecuencia en los sistemas hidráulicos es tanto el tubo de acero de bajo carbono ("negro"), o el tubo de cobre. Cuando hay problemas serios de oxidación o corrosión, se necesitan otros materiales como acero inoxidable. Las especificaciones físicas del tubo de acero y de cobre están reguladas en algunos países por la **Sociedad Americana de Evaluación de Materiales (American Society of Testing Materials (ASTM))**. En general se usa el término tubería negra, pero ésta se refiere en realidad a la de acero ASTM A-120 o bien ASTM A-53, de bajo carbono. El ingeniero debe especificar siempre el tipo de tubo que desee mediante su número ASTM.

En la tabla "B" del anexo, aparecen algunas especificaciones para tubería negra de acero.

El espesor de pared se determina con un **número de cédula**, como 20, 30, 40 u 80. Estos números reemplazan a una clasificación anterior, que usaba las categorías estándares, reforzado y doble reforzado.

La selección del número correcto de cédula de la tubería depende de la presión y temperatura de servicio. Se pueden calcular las presiones permisibles mediante fórmulas que establece el *Código de estandarizaciones Americano para tubos a presión (American Standard Code for Pressure piping)*. En los sistemas hidrónicos, para las presiones que se presentan normalmente, se especifica en general tubo de cédula 40, a excepción de los diámetros muy grandes, en los cuales a veces se usa la cédula 30 o 20.

Sin embargo, la presión permisible es sólo una parte del asunto. El ingeniero debe reconocer que la corrosión y la erosión pueden reducir el espesor de pared de la tubería después de varios años. Por lo tanto, seleccionar tubería con un espesor de pared considerable puede significar una vida más larga del sistema.

El espesor de pared del tubo de cobre se especifica mediante letras: tipo K, L y M

El tipo K tiene la pared más gruesa y se usa con altas presiones y para refrigerantes. El tipo L tiene pared de espesor intermedio.

En general es adecuado para las tuberías de sistemas hidrónicos. El tipo M se usa para trabajos de plomería con baja presión.

El diámetro exterior (DE) es el mismo para cualquiera de los tres tipos; el diámetro interno (DI) es el que varía. La caída de presión es, por lo tanto mayor para el tipo K.

El "tubing" o tubo de cobre de templado profundo, en contraposición al de templado suave, tiene una mayor rigidez y no se colgará tanto como el tubo suave cuando se sostiene horizontalmente. La decisión entre tubo de acero o de cobre para determinada instalación, se basa principalmente en el costo. El cobre es más costoso que el acero, pero en los tamaños menores el costo de mano de obra para instalación es con frecuencia menor. Es común ver grandes instalaciones ejecutadas en acero y pequeñas en cobre.

El "tubing" tiene dos ventajas notables. La primera es que la resistencia a la fricción es menor que la del acero, lo que presenta la posibilidad de usar bombas más pequeñas y consumir menos potencia. La segunda es que no está sujeto a oxidación e incrustaciones, en comparación con el acero. Por otro lado, el acero es un material más fuerte y por lo tanto no se daña con facilidad. A veces el tubo de mayor diámetro es de acero, y de cobre los ramales de menor diámetro. En este caso, se debe emplear un buje de plástico para separar eléctricamente el cobre y el acero, porque de otro modo se presentaría corrosión en la unión, debido a la acción electrolítica.

1.4 Conexiones y métodos de unión para tubería de acero

En los sistemas hidrónicos, el empalme de la tubería de acero se hace con conexiones ya sea roscadas, soldadas o por medio de bridas(brindadas).

En los Estados Unidos las especificaciones para las conexiones las establece el *Instituto Nacional Americano de Estandarizaciones (American National Standards Institute (ANSI))*, tanto para tubo de acero como para "tubing" de cobre.

Las conexiones roscadas para tubo de acero se hacen en general de hierro fundido o hierro maleable. Para los sistemas hidráulicos típicos, en general son adecuadas las conexiones con designación de 125 lb de presión. Si hay dudas, se debe comprobar la presión del sistema.

Los *codos*, que se usan para cambiar la dirección, se consiguen en 30, 45 y 90 grados. Los *codos de radio largo* tienen una vuelta más gradual que los codos normales, o de radio corto, y por lo tanto tienen menor caída de presión. Sin embargo, a veces se necesitan los codos de radio corto, debido a limitaciones de espacio. Las *tés* se usan para ramales, y los *coplees* se usan para unir tramos rectos de tubo roscado.

Sin embargo, para unir tubo con equipo, se deben usar uniones, o tuercas de unión, para que se pueda desconectar el empalme y dar servicio al equipo. En las conexiones soldadas, se pone un par de bridas soldables en el tubo y el equipo que sirven para el mismo fin que las tuercas unión. Los *bujes o uniones bushing* se usan para conectar tubos de un tamaño diferente a equipos que tiene boquillas para otro.

1.5 Aislamiento de tuberías

Se debe usar aislamiento térmico en toda la tubería de sistemas hidráulicos fríos o calientes, el cual sirve para dos fines:

1. Para reducir el desperdicio de energía y el empleo de equipo de mayor tamaño y capacidad de calefacción o refrigeración.
2. Para reducir la distribución incorrecta del calor. El tubo no aislado puede ocasionar que el agua esté a una temperatura poco satisfactoria al llegar a los recintos acondicionados.

En los sistemas de agua helada, también es necesario evitar la condensación de la humedad del aire sobre el exterior de la tubería fría, lo cual podría dañar el aislamiento y gotear a las superficies vecinas.

La prevención de la condensación se logra cubriendo el aislamiento con un material que sirve como *barrera de vapor*, ya es impermeable al flujo de agua de vapor en el aire.

Hay muchos materiales con los que se podría fabricar el aislamiento de una tubería.

Un buen aislamiento debe tener las siguientes características:

1. Baja conductividad térmica.
2. No combustible.
3. No sujeto a deterioro o pudrición.
4. Resistencia adecuada.

El aislamiento para tuberías se puede fabricar con materiales naturales como lana, fieltro, lana de roca o fibra de vidrio; corcho y hule. Las barreras de vapor se fabrican con papel tratado u hoja de aluminio. Generalmente, el fabricante las incluye junto con el aislamiento. Para los tubos pequeños de agua helada, es muy común el aislamiento de esponja moldeada de hule. El hule actúa como aislamiento térmico y como barrera de vapor. Es muy fácil de cortar e instalar, con lo cual se reducen los gastos de mano de obra.

Cuando queda expuesta la superficie del aislamiento tiene con frecuencia una cubierta de manta. La superficie se *encola*, es decir, se pinta con un material que hace la superficie lisa y rígida.

1.6 Construcción de ductos

En general el material empleado mayormente para conductos de acondicionamiento de aire es la lámina de acero galvanizado. En años recientes también se han comenzado a emplear conductos moldeados de fibra de vidrio. Cuando el aire que se conduce es corrosivo, se usan materiales más resistentes a la corrosión, como acero inoxidable, cobre o aluminio.

1.7 Serpentes de enfriamiento y de calefacción

Los serpentes de enfriamiento pueden ser a base de agua helada o de un refrigerante que se evapora. A los últimos se les llaman *serpentes de expansión seca (DX)*.

Los serpentines de enfriamiento se fabrican en general de tubing de cobre con aletas de aluminio, pero a veces se usan aletas de cobre. Los serpentines están dispuestos en forma de zigzag, en varias capas, dependiendo de las necesidades.

Las aletas aumentan la superficie efectiva del "tubing", aumentando con ello la transferencia de calor para una longitud dada de tubo. El serpentín se puede fabricar con los tubos ya sea en serie o en paralelo, para reducir la caída de presión del agua.

Cuando los serpentines de enfriamiento constan de varias capas o filas, en general se conectan de modo que el flujo de agua y del aire sean opuestos entre sí, a lo cual se le llama *contracorriente, o contraflujo* (Fig. No. 2 del anexo). De este modo, el agua más fría enfría el aire más frío, y se necesitan menos capas para llevar al aire a una temperatura deseada que si se usara flujo en paralelo; además, la temperatura del agua helada puede ser más alta.

La conexión de entrada de agua se debe hacer en el fondo del serpentín, y la salida en la parte superior, de modo que cualquier aire atrapado se arrastre más fácilmente.

Además, se debe colocar un venteo de aire en la salida, en la parte superior.

Se usan velocidades de agua de 1 a 8 pies por minuto. Las velocidades altas aumentan la transferencia de calor, pero también ocasionan grandes caídas de presión, por lo tanto necesitan una bomba más grande y un mayor consumo de energía.

Se recomiendan las velocidades intermedias entre 3 y 4 pies por segundo.

1.8 Equipos paquete de refrigeración

Compresores, condensadores, evaporadores y demás accesorios se pueden conseguir por separado con el fabricante, para su selección, compra e instalación.

Sin embargo, estos componentes pueden estar ya armados (en paquete) de fábrica. Hay varias ventajas del uso de equipo paquete. Los componentes tienen capacidad seleccionada por el fabricante, y es la adecuada. Los costos de instalación se reducen, ya que no tiene que instalarse y alinearse cada componente por separado. Los controles y los tubos de interconexión se instalan en la fábrica, con lo cual se reducen más los costos en campo. En general, el equipo armado se prueba en fábrica, con lo cual se reduce la probabilidad de que se presenten problemas de operación en el sitio final.

1.8.1 Chiller

El túnel enfría a través de unos conductos a contracorriente, cada uno con un ventilador individual que enfría el aire al ser forzado a pasar por un serpentín, en cuyo interior circula propilenglicol frío, el cuál a cedido previamente su calor al estar en contacto con un refrigerante (freon industrial). Dicho proceso de enfriamiento, propilenglicol-refrigerante, se lleva a cabo en un Chiller, que es el equipo refrigerante utilizado como complemento del diseño. El chiller, es un evaporador por el cual se logra enfriar glicol, que a la vez sirve para enfriar agua, a una temperatura regulable según los requerimientos del proceso.

El enfriamiento se lleva a cabo a través de un enfriamiento indirecto del refrigerante con la mezcla; esto se logra a través de un fluido intermedio conocido como glicol. Este proceso se lleva a cabo debido a que el glicol usado no es tóxico, no se gasifica y tiene una baja temperatura práctica. El glicol es añadido al sistema como una protección posterior de congelamiento, reconociendo que la presión en la succión del refrigerante será baja, el desarrollo del enfriamiento menor, y la presión de salida del lado del agua más grande.

Si el porcentaje de glicol es grande, o si propilenglicol es empleado en lugar de etilenglicol, la adición a presión de salida y la pérdida en eficiencia puede ser substancial. Las características del Propilenglicol se presentan en la tabla VI del anexo.

El proceso que se lleva a cabo en este evaporador es de la siguiente manera: en el interior, el glicol es enfriado por el refrigerante, y luego bombeado por tubería hacia el intercambiador (serpentin), que esta constituido por un conjunto de placas por donde circula el glicol y en contra corriente el aire. Luego de extraer calor al aire el glicol regresa al chiller donde de nuevo es enfriado para su recirculación.

1.9 Temperatura

Se puede llamar *termómetro* a todos los instrumentos medidores de temperatura, aunque el más conocido es el líquido en tubo de vidrio. Todos los dispositivos medidores de temperatura usan, como medio para desarrollar una escala de temperatura, el hecho de que las propiedades de los materiales cambian cuando cambia su temperatura.

El termómetro de líquido en tubo de vidrio se basa en el hecho de que los líquidos cambian de volumen cuando cambia la temperatura. El líquido que más frecuentemente se usa es el mercurio. El calor radiante puede afectar apreciablemente a los termómetros de líquido en tubo de vidrio, ocasionando lecturas erróneas. Cuando en las cercanías hay energía radiante, se pueden proteger con un blindaje adecuado.

Los termómetros de termopar y de resistencia tienen la gran ventaja de permitir mediciones de temperatura en lugares remotos. Además, se pueden conectar un gran número de puntos a un instrumento de lectura mediante conmutación simple. Con frecuencia se emplean para dar lecturas de temperatura al ingeniero de operación, procedentes de cientos de lugares, y que llegan a una consola central.

Un termómetro *tipo aguja en escala (dial)* con un vástago metálico (fig. No. 3 del anexo) tiene un elemento *bimetálico* en el vástago, que se mueve cuando cambia la temperatura, y acciona la aguja. Son muy cómodos para pruebas rápidas en el campo, pero su exactitud es poca. Un tipo, el termómetro de contacto, se puede colocar directamente sobre un tubo, para indicar la temperatura del agua en el interior, aunque dicha lectura sólo es aproximada.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Instalación de materiales aislantes

En el aislamiento térmico de equipos fríos, no es recomendable utilizar anillo, ángulos o barras de soporte metálico, ya que es más perjudicial una ganancia de calor en este caso, que la pérdida de calor resultante del aislamiento en caliente. Si se llegan a usar, ha que recubrir estas secciones de soporte con un espesor igual al colocado en el resto del equipo; de otra manera, puede surgir un problema bastante serio, ya que, al tener menos espesor en estas secciones, se tendrá por consecuencias, zonas frías expuestas al aire del medio ambiente, pudiendo originar condensaciones del vapor de agua de este aire. En otros casos, se podría llegar, incluso, hasta la formación de hielo, provocando grandes presiones que destruirán el material aislante. Lo recomendable para sujetar el aislamiento en frío, son soportes plásticos unidos a la superficie del equipo, por medio de resinas epóxicas y adhesivos especiales. Cuando se utiliza material espesado en el lugar, el anclaje está de más.

Antes de proceder a la instalación de los materiales aislantes, es importante chequear que se hayan efectuado las pruebas hidrostáticas del equipo o tubería para recubrir; además, es necesario liberar la superficie sobre la que se aplicará el aislamiento de grasas, escorias, aceites, cuerpos extraños y humedades.

Al instalar el material aislante, hay que asegurarse de recubrir uniformemente la superficie completa, sellando sus juntas o uniones; para esto, se recomienda utilizar cementos monolíticos; además, se logrará, al aplicarlo sobre toda el área aislada, una superficie lisa, tersa y uniforme. Este material se debe colocar sobre un metal desplegado o tela de gallinero, que le servirá de base para que no se desmorone o se desprenda.

Para el caso de aislamiento térmico de equipos fríos, es conveniente colocar el material aislante en dos o tres capas traslapadas, de acuerdo al espesor que se requiera, con el objeto de tener un mejor sello en sus juntas y uniones, y evitar ganancias de calor.

También es de primordial importancia la utilización de la barrera de vapor, en los sistemas de agua helada, también es necesario evitar la condensación de la humedad del aire sobre el exterior de la tubería fría, lo cual podría dañar el aislamiento y gotear a las superficies vecinas. La prevención de la condensación se logra cubriendo el aislamiento con un material que sirve como *barrera de vapor*. Es impermeable al flujo de agua de vapor en el aire. Que nos va a impedir que entre en contacto el vapor de agua del medio ambiente con la superficie fría del equipo.

El material aislante adecuado para el aislamiento térmico de sistemas fríos, no es impermeable al paso del vapor de agua; por lo tanto, si no se utiliza la barrera de vapor, se pueden presentar casos de condensación o formaciones de hielo de este vapor de agua al entrar en contacto con la pared fría del equipo o tubería, ocasionando que el equipo térmico se deteriore e, incluso, llegue a su destrucción.

La barrera de vapor debe colocarse del lado caliente del aislamiento térmico, para evitar los problemas descritos a través de todo el espesor del material aislante.

2.2 La importancia y selección del recubrimiento adhesivo y sellador del aislamiento térmico

Debido a la consistencia del aislamiento, no tiene una resistencia a la erosión, agua, rayos solares, impacto y abuso químico y paso de vapor de agua, se requiere de recubrimientos específicos, para poder dictaminar cuál es el recubrimiento que se deberá tener en cuenta:

1. Temperatura de operación
2. Tipo de aislamiento
3. Localización
4. Abuso físico
5. Abuso químico
6. Temperatura de superficie recubierta
7. Condiciones ambientales
8. Seguridad contra el fuego

2.3 Tipo de aislamiento

El aislamiento térmico tiene propiedades, de las cuales, es indispensable su conocimiento, para determinar el recubrimiento como su resistencia a solventes.

Debido a que, por lo general, se aísla a temperatura ambiente, los equipos tenderán a contraerse o dilatarse, según la temperatura de operación, por lo que se moverá también el aislamiento. El recubrimiento ideal deberá trabajar en conjunto con el aislamiento, es decir, que se adhiera de tal modo al aislamiento, que absorba todos los movimientos, tanto del equipo como del aislamiento mismo, por lo que el recubrimiento ideal deberá ser flexible y no rígido, ya que un acabado rígido tendrá sus propios movimientos que erosionarán el aislamiento.

2.3.1 Localización

Esta influye mucho en el tipo de recubrimiento a usar, ya que las condiciones varían totalmente. Existen dos tipos de localización del aislamiento, que son:

Intemperie : con este término expresamos también **SERVICIO PESADO**, ya que el recubrimiento a usar, deberá resistir erosión, agua y rayos solares. Los materiales que refuercen los recubrimientos también deberán resistir este tipo de abuso.

Bajo techo: cuando el aislamiento se encuentre bajo techo, puede estar en dos subtipos de localización: **OCULTO Y EXPUESTO**.

Oculto bajo techo: cuando tengamos este subtipo de localización, el recubrimiento del aislamiento térmico deberá, aparte de la flexibilidad, reunir la propiedad de que evite la reproducción de microorganismos que puedan invadir el aislamiento, destruyéndolo, lo más común en aislamientos, es que trabajen con alta temperatura.

Con baja temperatura, el recubrimiento tendrá la característica, además de las mencionadas, de evitar el paso de vapor de agua a través de él.

Expuestas bajo techo: en este subtipo de localización, el recubrimiento deberá admitir código de colores, así como mantenimiento, por lo que las propiedades del recubrimiento irán íntimamente ligadas con el tipo de abuso físico al que estará expuesto.

2.4 Tipos de abuso

2.4.1 Abuso físico

Este, así como el esfuerzo del recubrimiento, nos indicará el tipo de consistencia que se requiere, por lo que si un equipo estará expuesto a paso de personal, el espesor del recubrimiento deberá ser mayor que una instalación aérea.

2.4.2 Abuso químico

Este es de capital importancia, ya que, tanto la temperatura como la concentración de los ácidos, álcalis, sales, solventes y mixturas, actúan en forma diferente sobre las diferentes clases de recubrimientos. Los recubrimientos para aislamiento térmico son de base asfáltica, ya sean en solución o suspensión, y pueden ser poliméricos, elastoméricos y epoxidados.

Existen aislamientos, como la espuma de vidrio (Foam Glass), que, al contacto entre placa aislante y placa aislante, al tener movimiento, provoca la destrucción del aislante mismo, por lo que se forma una cama con el sellador, con el fin de evitar la destrucción del aislamiento.

Cuando el aislamiento es granular o celular, los movimientos de contracción del equipo, cuando trabaja a bajas temperaturas, destruyen el aislamiento y, para evitar este fenómeno, se requiere provocar juntas de dilatación y contracción que las absorba un sellador

Cuando la temperatura de operación es baja (temperatura inferior a cinco grados centígrados o de congelación), el sellado en los remates es imprescindible, ya que si no se hace, provocará la destrucción de la protección del aislamiento, así como la del aislamiento mismo. Los remates son necesarios en cualquier tipo de instalación, no importando si es baja o alta temperatura; pero, hacemos especial énfasis en servicio a baja temperatura por la existencia de hielo.

2.5 Los termoaislantes

El objetivo del aislamiento térmico, tal como se usa en la industria, es la reducción de los flujos de calor indeseables. Sin embargo, en la mayoría de los casos, el aislamiento representa una necesidad importante; pero, secundaria, que deriva de factores económicos, técnicos y/o humanos.

Los factores económicos provienen del interés que representa el ahorro de energía desperdiciada en flujos secundarios.

Los factores técnicos aparecen en los procesos, en los cuales, una temperatura debe conservarse constante para mantener ciertas propiedades físicas.

Los factores humanos resultan de la necesidad de efectuar trabajos en la cercanía de fuentes de calor o de frío, donde la temperatura sería insoportable o peligrosa para el operario.

La transmisión de calor entre dos materiales resulta de cuatro procesos físicos:

- Conducción sólida
- Conducción gaseosa
- Convección
- Radiación

2.5.1 Clasificación de los aislantes

Clasificación de los aislantes en función de su origen y de su estructura

Como cualquier material, los aislantes pueden separarse en tres categorías, que son determinadas por su origen:

- Aislantes de origen biológico (corcho, balsa, fibras,...)
- Aislantes de origen mineral (asbestos, tierra de diatomea, vermiculita,...)
- Aislantes sintéticos (espumas, super aislantes,...)

Sin embargo, para una aplicación industrial, el conocimiento de la estructura es mucho más importante, ya que ésta condiciona la tecnología de su utilización.

En base a la estructura, pueden distinguirse las siguientes categorías:

- Aislantes en polvo
- Aislantes fibrosos
- Espumas
- Aislantes compuestos y super aislantes

2.5.2 Polvos aislantes

Estos aislantes son obtenidos por aglomeración de pequeñas partículas, cuyo diámetro fluctúa de algunos micrones a algunos milímetros, con intersticios entre granos llenos de aire o algún otro gas.

2.5.3 Aislantes fibrosos

Estos materiales, generalmente de origen vegetal o mineral, son obtenidos por yuxtaposición de una infinidad de fibras unidas entre sí con un aglomerante.

2.5.4 Espumas

Estos materiales, de origen sintético, son obtenidos por la expansión de un gas, que deja una infinidad de células abiertas o cerradas en la masa del material.

El proceso de transferencia de calor es, entonces, principalmente por medio de conducción gaseosa en las células, teniendo este último proceso una importancia mayor.

Entre las espumas sintéticas más utilizadas, están:

- Los poliestirenos
- Los poliuretanos
- Los policloruros de vinilo

Las técnicas de obtención (expansión in situ, extrusión, espumado,...) y las propiedades mecánicas, permiten una utilización sencilla en la mayoría de los procesos industriales que no requieren temperaturas superiores de 100 a 120 °C. Su degradación en el tiempo puede ser mantenida en los límites inferiores a las que resultan de las deterioraciones mecánicas en los polvos o de las fibras aislantes. Además, estos materiales permiten la prefabricación de elementos de estructura aislante con una gran precisión, lo cual, favorece la utilización industrial en serie.

2.5.5 Aislantes compuestos y super aislantes

Esta denominación corresponde a materiales heterogéneos, obtenidos mediante un proceso fisico-químico, que une entre sí a ciertos elementos aislantes en forma más o menos rígida.

Los materiales heterogéneos no rígidos están constituidos por sistemas de multicapas, que son utilizados principalmente a baja temperatura y a baja presión.

Estos materiales, comúnmente llamados super aislantes, están constituidos por capas reflectoras y por capas aislantes, a manera de disociar los procesos de transferencia de calor por conducción, convección y radiación.

La utilización de n capas reflectoras térmicamente aisladas, permite reducir la transferencia de calor en un factor $n + 1$.

Limitando también los procesos de conducción gaseosa y sólida, se obtiene valores de conductividad térmica muy bajos. Estos materiales son utilizados especialmente en la industria criogénica.

2.6 Clasificación en función de la temperatura de utilización

Es costumbre considerar tres clases de materiales aislantes:

- Aislantes refractarios, susceptibles de trabajar a temperaturas superiores a 1600 °C
- Aislantes semi refractarios, capaces de soportar hasta 1000°C
- Aislantes ordinarios, capaces de soportar hasta 700°C

Sin embargo, para la presentación que nos interesa ahora, preferimos definir cuatro zonas de temperatura de utilización:

- Zona de las altas temperaturas
- Zona de las temperaturas industriales, que se extiende desde la temperatura ambiente hasta 700°C
- Zona de las bajas temperaturas, desde -50°C hasta + 50°C
- Zona de las temperaturas criogénicas

Obviamente, no existe una transición claramente marcada entre los diferentes rangos de temperatura; sin embargo, esta clasificación permite distinguir grupo de materiales.

2.6.1 Zona de las altas temperaturas

Los materiales refractarios o semirefractarios que son utilizados a estas temperaturas, contienen una proporción variable de cristales y productos amorfos, y la conductividad térmica depende de las proporciones respectivas de estos productos. Decrece con la temperatura, cuando hay una predominancia de productos cristalinos, y crece, cuando la proporción de materiales amorfos es considerable.

2.6.2 Zonas de las temperaturas industriales

Estas temperaturas van de la temperatura ambiente a los 700°C, aproximadamente, y corresponden al dominio de utilización de las lanas minerales o de las fibras de vidrio, cuya densidad fluctúa entre los 50 y 300 Kg./m. Estos materiales se presentan en forma de paneles, colchonetas, medias, cañas y requieren de un revestimiento que los proteja mecánicamente y contra los agentes de la intemperie.

2.6.3 Zonas de temperaturas comprendidas entre -50°C y +50°C

La utilización de un aislamiento en este rango de temperatura no se debe, tanto a la necesidad de reducir las pérdidas térmicas como a la obligación de mantener una temperatura constante en el interior de una construcción, independientemente de las fluctuaciones exteriores. Estas construcciones pueden ser bodegas frigoríficas, transportes isotérmicos, casas e inmuebles industriales.

Entre los materiales más usuales, están los espumados: poliuretano, poliestireno, espumas fenólicas, concretos ligeros. Estos materiales, que existen en forma de placas o que pueden ser aplicados in situ, presentan las siguientes ventajas:

- Baja conductividad térmica, 20-40 x 10 W M C
- Baja densidad, 10150 Kg./m
- Variaciones dimensionales reducidas en el rango de temperatura considerada
- Envejecimiento controlable y limitado
- Facilidad de instalación.

Estas ventajas permiten entender el porqué de su desarrollo en los últimos 15 años. Sin embargo, el incremento del precio del petróleo ha producido aumento de precios muy considerable. Esto resultará, a la larga, en un cambio de las instalaciones: reducción de los gastos de inversión y utilización de máquinas frigoríficas con costos de funcionamiento más baratos. Es conveniente señalar la importancia de los procesos que aprovechan energías desperdiciadas, como son, vapor a baja temperatura (100-150°C), energía solar, gases de combustión, energía geotérmica, etc., para producir refrigeración por medio de ciclos de absorción o de regeneración térmica.

3. RESULTADOS

3.1 Análisis previos

Se han realizado estudios a diferentes batches en producción utilizando otros medios de enfriamiento. A continuación se muestran los resultados de dichos estudios.

Nombre de la muestra: Desodorante en barra

Código : Batch 200-P

Fecha de inicio: 27/07/95

Tipo de recipiente: Envase plástico

Peso Neto: 1.75 oz

Fecha de finalización: 27/07/95

Determinaciones solicitadas: análisis fisicoquímico.

GRUPO	Parte analizada	Promedio dureza	% Al/Zr	Propiedades organolépticas
A	Arriba	3.50	24.68	Cristales en la superficie de la barra OK
	Mitad	3.75	23.92	
	Abajo	3.20	22.47	Espacio vacío en el fondo

GRUPO	Parte analizada	Promedio dureza 3.5 - 6.0	% Al/Zr 22-24.6	Propiedades organolépticas
B	Arriba	3.65	20.79	Cristales en la superficie de la barra
	Mitad	4.40	23.21	OK
	Abajo	4.70	21.95	OK
C	Arriba	4.30	25.48	Cristales en la superficie de la barra
	Mitad	5.10	22.63	Cristales en forma circular a los lados
	Abajo	5.15	23.97	Presencia de algunos cristales

1. El grupo "A", se refiere a los desodorantes que fueron envasados y continuaron su proceso de enfriamiento a temperatura ambiente, hasta su solidificación.
2. El grupo "B", se refiere a los desodorantes que luego de envasados fueron colocados en bandejas y enfriados por medio de un ventilador.
3. El grupo "C", se refiere a los desodorantes que inmediatamente después de envasados fueron colocados en corrugados.
4. Los resultados del análisis de dureza se encontraron dentro de especificación a lo largo de toda la barra, en cada uno de los grupos.
5. Los resultados de la cuantificación del ingrediente activo, en el grupo "A" Se encontró dentro de especificación y vario de una forma uniforme. En el grupo "B" los resultados del análisis de la barra en la parte de arriba y en la de abajo

están por debajo del límite inferior de especificación, en la parte media, se encuentra dentro de especificación y con respecto a las otras dos partes de la misma barra, se encuentra más concentrada. En los desodorantes del grupo "C" los resultados se encontraron dentro de especificación en la parte de abajo y parte media de la barra, rebasando el límite máximo de especificación en la parte de arriba, donde se encontró la mayor concentración.

6. El color y olor de los desodorantes evaluados en los tres grupos son similares al standard, mientras que la apariencia varia: en el grupo "A" se observa cristalización en la parte superior de la barra, como sucede actualmente en la mayoría de estos productos; en el grupo "B" la cristalización se observa también en la parte superior, solo que es más extensa que en las barras del grupo "A"; y en el grupo "C" se observa la misma cristalización que en el grupo "B" y además se observa a ambos lados de la barra, en forma circular y ocupando un área de aproximadamente el 80% de su superficie.

El otro estudio se realizó de manera similar, y los resultados que se obtuvieron son los siguientes:

Número de Batch: 215-P

Fecha de fabricación: 16/08/95

Concentración de aluminio zirconio: 24.43%

Especificación : 22.0 - 24.6 %

Color : Igual al estándar

Barras envasadas y colocadas en estanterías en bandejas y enfriados con ventilador. Total de barras para el estudio 10 unidades

Nota : las letras "A"= arriba de la barra; "B" = en medio de la barra y "C" = abajo de la barra.

No. Barra	% Al/Zr	Dureza	Observaciones
1. A	25.49	4.0	Formación de cristales en la superficie de la barra
1. B	27.88	3.4	Cristales arriba y ambos lados de la barra
1. C	25.16	3.9	Cristales en forma circular a 2.5 cm del alto
2. A	24.67	3.45	Formación cristales en la superficie
2. B	27.88	3.05	50 % superficie con cristales, color OK
2. C	25.49	2.60	Color y Olor = OK
3. A	25.94	3.55	Formación de cristales 85 % de la superficie
3. B	28.68	3.00	Igual que en 3. A
3. C	27.94	3.10	Igual que en 3. A
4. A	29.80	3.30	Cristales en superficie 30 %, color OK, olor OK
4. B	29.42	3.50	Igual que en 4. A
4. C	23.71	3.15	Igual que en 4. A
5. A	32.12	3.25	Cristales en superficie 30 %, color OK, olor OK
5. B	30.04	3.20	Igual que en 5. A
5. C	27.08	2.80	Igual que en 5. A

No. Barra	% Al/Zr	Dureza	Observaciones
6. A	24.27	3.40	Cristales en la superficie en forma de círculo en un 60%, color y olor OK
6. B	26.00	3.45	Igual que en 6. A
6. C	24.39	2.80	Igual que en 6. A
7. A	49.2	3.50	Cristales en la superficie 50 % color y olor OK
7. B	24.27	3.75	Igual que en 7. A
7. C	23.37	3.70	Igual que en 7. A
8. A	23.06	3.55	Cristales en la superficie en 50% color, olor y apariencia OK
8. B	24.48	2.60	Igual que en 8. A
8. C	24.67	3.70	Igual que en 8. A
9. A	25.05	3.55	Cristales en la superficie en 75 % color, olor y apariencia OK
9. B	24.39	2.90	Igual que en 9. A
9. C	23.10	3.10	Igual que en 9. A
10. A	28.68	3.85	Cristales en la superficie en 40% color, olor y apariencia OK
10. B	29.28	3.60	Igual que en 10. A
10. C	23.74	3.65	Igual que en 10. A

A continuación se describe el método fisicoquímico para el cálculo del porcentaje del complejo de aluminio zirconio y dureza.

3.2 Porcentaje de complejo aluminio zirconio

A : Porcentaje complejo aluminio zirconio de la materia prima

1. Pesar con aproximación de 0.1 gr, a 0.5 gr de muestra de la materia prima que se utilizó en la fabricación del concentrado en un erlenmeyer de 125 ml.
2. Agregue 40 ml de agua destilada y 40 ml de alcohol etílico. Agítese hasta disolver.
3. Agregue 10 gotas de indicador diclorofluoresceína al 0.1 % en Alcohol y titule luego con solución de nitrato de plata 0.1 N hasta el punto final, el cuál se evidencia con el apareamiento de un color rosado: este se obtiene después de una floculación de cloruro de plata.

$$\begin{array}{l} \% \text{ Cloruros} \\ \text{en} \end{array} = \frac{\text{ml de AGNO}_3 \times \text{N de AGNO}_3 \times 3.545}{\text{Peso de la muestra}}$$

Materia prima

Peso de la muestra

B : Porcentaje complejo aluminio zirconio en el concentrado

1. Pesar con aproximación de 0.1 gr, a 1.0 gr de muestra de concentrado en un erlenmeyer de 125 ml
2. Agregue 40 ml de alcohol etílico y agite hasta disolver. Caliente si es necesario. Luego agregue 50 ml de agua destilada. Agite hasta disolver.

3. Agregue aproximadamente 25 mg de bicarbonato de sodio o potasio y 10 gotas de indicador diclorofluoresceína al 0.1 % en alcohol y titule luego con solución de nitrato de plata 0.1 N hasta el punto final, el cual se evidencia con el apareamiento de un color rosado: este se obtiene después de una floculación de cloruro de plata.

$$\begin{array}{l} \% \text{ AL/ZR} \quad \quad \quad \text{ml de AGNO}_3 \times \text{N de AGNO}_3 \times 3.545 \\ \text{en} \quad \quad \quad = \quad \quad \quad \text{-----} \end{array}$$

El Batch $\quad \quad \quad$ Peso de muestra \times % cloruros Mat. prima (@)

@ cálculo realizado en el inciso A.

Especificaciones : 39.00 - 45.00 % (pre -mezcla)

$\quad \quad \quad$ 22.00 - 24.60 % (en proceso, antes de llenado y producto terminado)

Dureza:

1. Coloque la muestra en la base del aparato y ajuste el alto del mecanismo de la cabeza con el tornillo de ajuste vertical a modo que el cono penetrante quede en contacto con la superficie de la muestra. Para una barra ovalada, la punta del cono debe quedar a una distancia de 15 mm del arco del empaque.

2. Suelte el cono de penetración presionando la palanca con el pulgar y detenga por 10 segundos.
3. Para leer la penetración, presione la palanca de profundidad suavemente; lea la lectura del dial.
4. Tome 2 lecturas, las cuales deben ser en los dos extremos de la Barra. Promedie las lecturas.

Especificaciones : 3.5 - 6.0 mm

Tabla No.I

Las especificaciones del aluminio zirconio complejo son:

% Aluminio	14.5 - 15.5
Radio Atómico Al/Zr	3.4 - 3.8
% Cloruros	17.0 - 18.5
Radio Atómico metal/Cloruro	0.9 - 1.5
pH (15% acuoso)	3.8 - 4.1
% Glicerina	10.5 - 13.5
Hierro PPM	100 máximo
Metales pesados PPM	10 máximo
Apariencia, color y olor	Estándar
% Sulfatos (Tentativo)	2.0 máximo
Tamaño de Partícula	Mesh 325 98.5 % Mesh 115 100 % Mesh 48 100 %

3.3 Resultados de análisis de desodorante antitranspirante en barra, muestras obtenidas en el túnel de enfriamiento

Tabla No.II

Análisis sobre la base del % de Aluminio Zirconio

MUESTRA	PESO MUESTRA	ML. AgNO ₃	%AL/ZR
BARRA No.1			
ARRIBA	1.47	18.3	23.76
MEDIO	1.30	16.40	23.86
ABAJO	1.48	18.50	23.86
BARRA No.2			
ARRIBA	1.44	17.97	23.82
MEDIO	1.58	19.60	22.65
ABAJO	1.50	17.50	22.50
BARRA No.3			
ARRIBA	1.37	18.70	24.47
MEDIO	1.10	13.80	24.53
ABAJO	1.51	18.20	23.00
BARRA No.4			
ARRIBA	1.39	16.70	22.92
MEDIO	1.45	16.40	22.52
ABAJO	1.48	17.70	22.82
BARRA No.5			
ARRIBA	1.50	18.20	23.15
MEDIO	1.16	13.90	22.86
ABAJO	1.54	18.60	23.06
BARRA No.6			
ARRIBA	1.44	18.00	23.86
MEDIO	1.18	15.20	24.59
ABAJO	1.50	18.30	23.29
BARRA No.7			
ARRIBA	1.48	17.03	22.50
MEDIO	1.49	17.80	22.80
ABAJO	0.95	11.40	23.89
BARRA No.8			
ARRIBA	1.50	17.70	22.53
MEDIO	1.53	18.90	23.80
ABAJO	1.44	18.00	23.86

MUESTRA	PESO MUESTRA	ML AgNO ₃	% AL/ZR
BARRA No 9			
ARRIBA	1.56	18.60	22.76
MEDIO	1.62	18.30	22.95
ABAJO	1.50	17.40	22.14
BARRA No 10			
ARRIBA	1.58	18.00	23.14
MEDIO	1.62	21.00	24.56
ABAJO	1.62	18.30	22.95
BARRA No 11			
ARRIBA	1.16	13.90	22.86
MEDIO	1.10	13.80	24.53
ABAJO	1.44	18.00	23.86

Todas las muestras son del batch 054-S producido en el mes de Octubre de 1998.

A continuación se presentan los planos del diseño del túnel de enfriamiento incluyendo los de planta, elevación e isométrico.

4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TÚNEL DE ENFRIAMIENTO

El túnel está construido con lámina galvanizada de calibre 28 a lo largo y ancho del cuerpo, que es el lugar donde se lleva a cabo la mayor transferencia de calor. En esta sección las laminas interior y exterior están separadas por Duroport. Los recirculadores que posee el túnel están constituidos por lamina galvanizada de calibre 22.

En toda la parte exterior del túnel, se ha colocado un recubrimiento de yeso de enfermería a manera de aislante al ambiente.

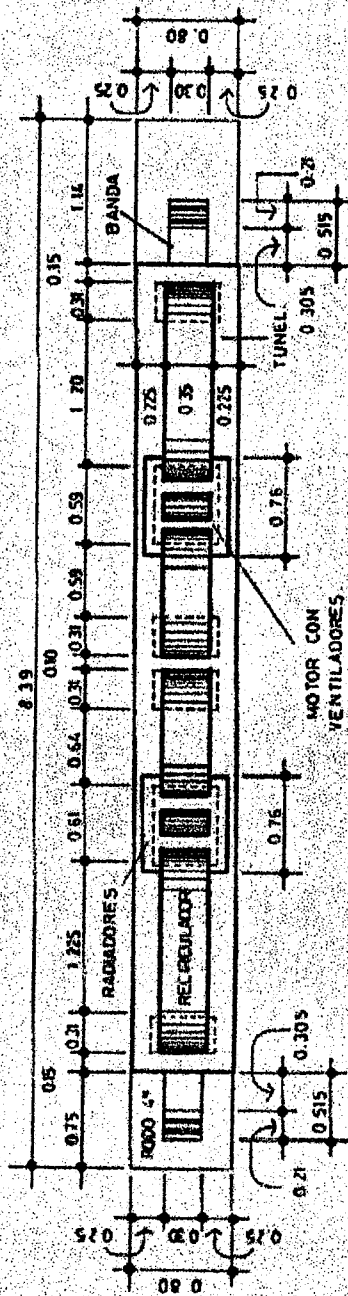
En cada recirculador esta colocado un radiador de panal, por el cual circula aire impulsado por un motor de $\frac{3}{4}$ de HP, asentado en una base de motor angular de 1 $\frac{3}{16}$ pulgadas.

El túnel esta acentado sobre patas de soporte hechas con tubo cuadrado de 1 $\frac{1}{2}$ por 1 $\frac{1}{2}$ pulgadas.

Los desodorantes son transportados por el interior del túnel a través de una banda hecha de hule y lona movida con un motor trifásico que permite dar un tiempo de residencia para los desodorantes de entre 30 y 45 minutos.

El túnel es enfriado por un chiller el cual trabaja con una solución de Agua/Propilenglicol en una relación 50/50, el equipo trabaja a una presión de 250 PSI. En el chiller las mangueras para agua son de $\frac{3}{4}$ de pulgada de material de caucho.

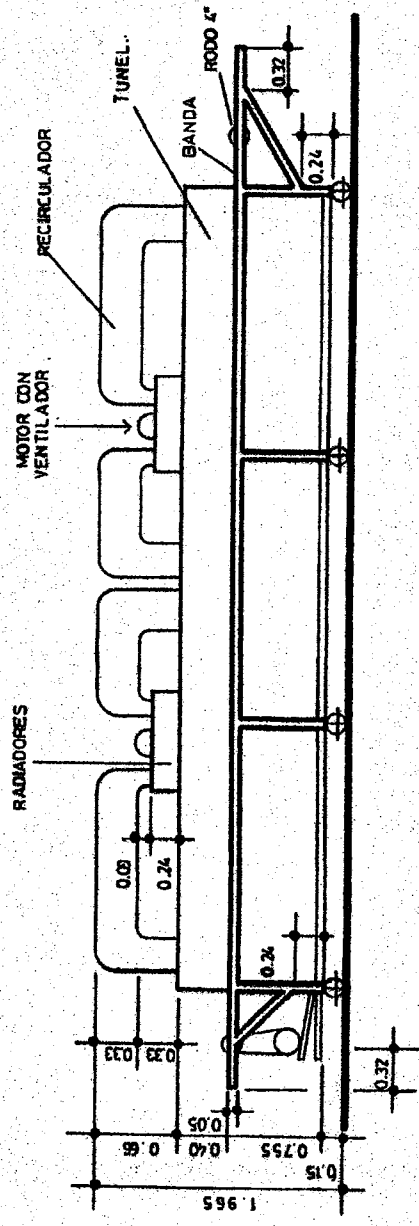
FIGURA No.4



Planta-Tunel-de Enfriamiento- Con Banda Transportadora.

ESC. 1:30

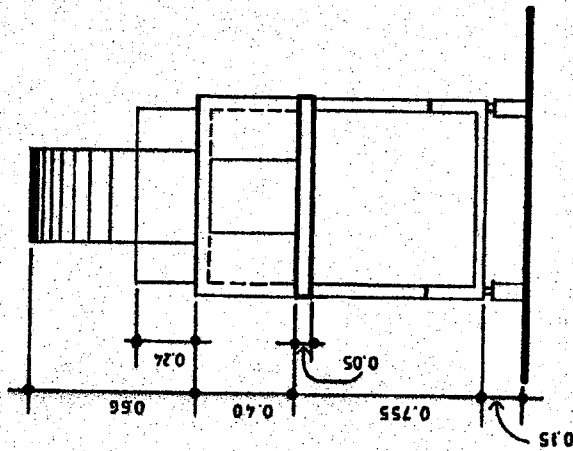
FIGURA No.5



**Elevacion-Tunel-de-Enfriamiento-
Con Banda Transportadora.**

ESC. 1:50

FIGURA No.6



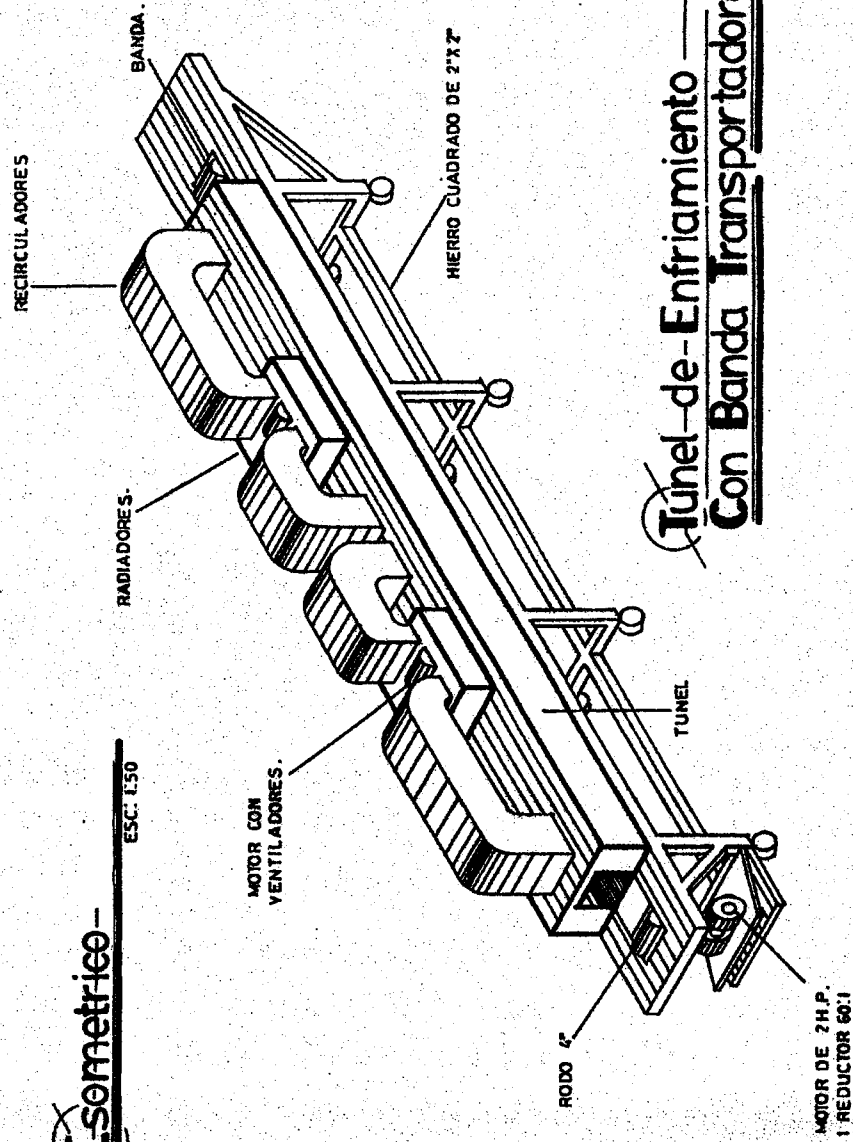
Perfil - Tunnel - de - Enfriamiento -
Con Banda Transportadora

ESC. 1:25

FIGURA No. 7

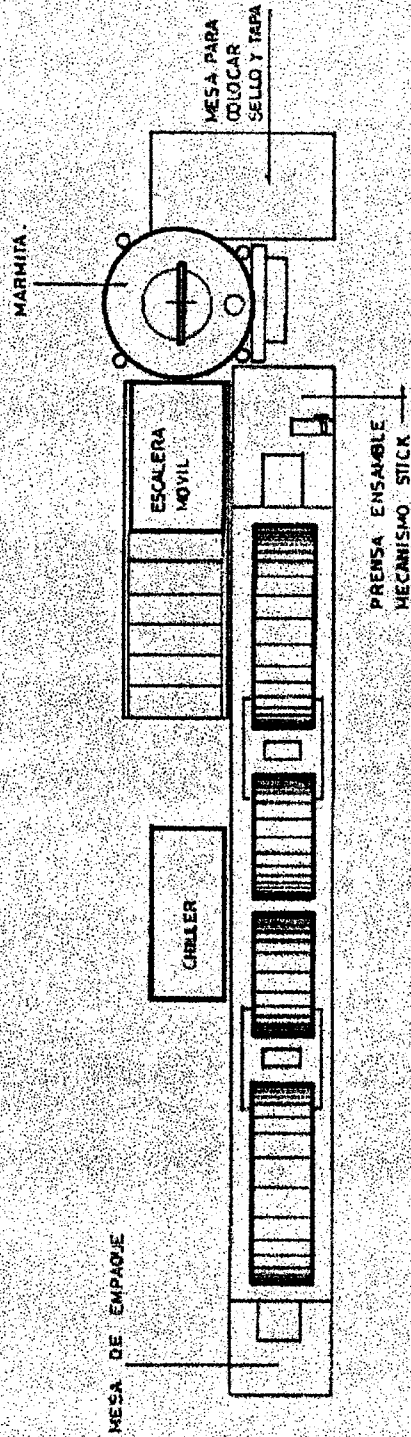
Isométrico

ESC. 1:50



**Túnel de Enfriamiento
Con Banda Transportadora.**

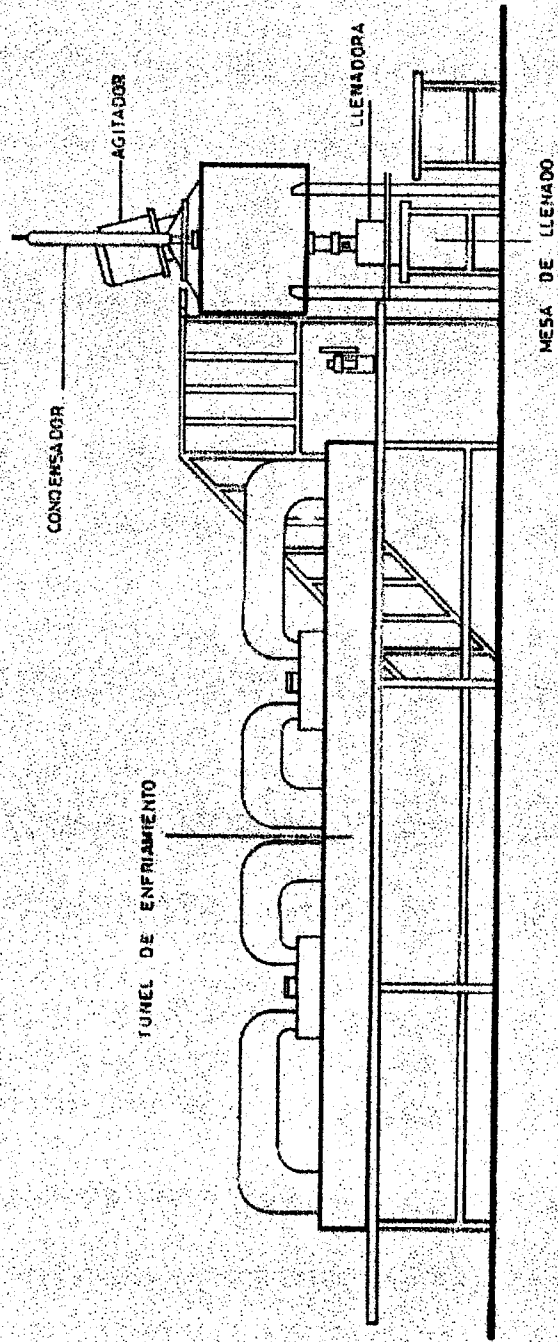
FIGURA No. 8



Planta - Tunel - de - Enfriamiento
- En - Produccion -

ESC. 1:50

FIGURA No. 9



~~Elevacion Tunnel de Enfriamiento~~
~~En Produccion~~

ESC 1:50

4.1 Equipo y accesorios auxiliares

1. **MARMITA (PAILA ENCHAQUETADA)
ACERO INOXIDABLE
SERIE 2708
"JACKET" 50
NÚMERO DE SERIE DE FABRICACION 22913-1
AÑO DE CONSTRUCCION 1974
CAPACIDAD EN GALONES 170
ANCHO DE LA CONCHA 109
ANCHO DE CABEZA 109
BELDING MICHIGAN**

2. **CHILLER EMPAQUETADO PORTATIL (PACKAGED PORTABLE
CHILLER)
CAPITOL TEMPROL CORP.
MODELO 500 V
CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO EN TONELADAS 50
AGUA 7.3
BOMBA DE CIRCULACION 1 ½ HP
CAPACIDAD 40 GMP
COMPRESOR 5 HP
79000 BTU/HR CAPACIDAD 105 COND. TEMP.
CAPACIDAD DEL TANQUE 25 GALONES**

3. **AGITADOR
MIXING EQUIPMENTS CO. INC.
LIGHTNING
ROCHESTER, N. Y.
MODELO N 33 AG
AIR MOTOR DRIVE
FIXED MOUNT MIXER**

4. **LLENADORA
FLEXIFILLER
MECANISMO DE LEVA Y EMBOLO**

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se presentan los planos detallados del túnel de enfriamiento, del cual se puede decir que está formado con materiales de fácil accesibilidad en el mercado. No por esto son los mejores en cuanto a características de conductividad y aislamiento de temperatura.

En los resultados obtenidos a través de enfriamiento utilizando métodos diferentes al del túnel, se puede observar que la variación del ingrediente activo (Aluminio Zirconio) a lo largo de la barra es heterogénea y encuentran en ciertas unidades altamente concentrada en la parte superior, debido a que es la parte más vulnerable para la transferencia de calor. Esto no permite la producción de un producto de características homogéneas que brinden una protección al usuario contra la sudoración durante todo el tiempo de vida de la barra; es decir, es un producto de baja calidad.

Los métodos de enfriamiento utilizando estanterías restringen el movimiento del viento producido por el ventilador. Además llevan a cabo una transferencia de calor principalmente en una de las superficies de la barra, lo que origina la distribución heterogénea del ingrediente activo a lo largo de la misma.

Los promedios de la distribución en los batches 200-P y 215-P son los siguientes:

Número de Batch	200-P	215-P
ARRIBA	23.65	28.83
MEDIO	23.25	27.23
ABAJO	22.80	24.86

Estos resultados comparados con la especificación para este producto (22 – 24.6) denotan la necesidad de lograr una mejor distribución del ingrediente activo.

Además de la distribución del ingrediente activo en la barra, el problema se agrava cuando se necesita una alta producción que involucre Batches más grandes, lo que implicaría un mayor espacio, mayores tiempos de enfriamiento, una distribución más heterogénea del aluminio zirconio a lo largo de la barra, debido a que el aumento de unidades por enfriar impedirían la circulación de aire en todo el batch.

Del análisis de la distribución del aluminio zirconio utilizando el Batch 054 – S y una producción normal en el túnel, se tiene:

NUMERO DE BATCH	TIEMPO
ARRIBA	23.25
MEDIO	23.62
ABAJO	23.20

Con la utilización del túnel de enfriamiento, se mejoro sustancialmente la distribución del aluminio zirconio, obteniéndose ya una calidad de producto competitiva, esto debido a que el diseño del túnel permite que toda la superficie de la barra tenga contacto con el aire frío que circula por el interior de la cámara, con lo que se logra una homogeneidad de distribución por el enfriamiento general.

Con la utilización del túnel de enfriamiento se obtienen beneficios tales como:

- La posibilidad de realizar programas de producción tomando como variable critica el tiempo de circulación de la banda transportadora del túnel.
- Una disminución del espacio necesario para el enfriamiento, a través de una producción en línea.
- Mayor automatización en el proceso.

CONCLUSIONES

- 1. El enfriamiento artificial proporcionado por el túnel, permite homogeneidad del ingrediente activo componente del producto, debido a que se reducen las zonas de sedimentación por peso de las partículas.**
- 2. Este enfriamiento permite tener un control sobre la calidad de la barra, así como su presentación.**
- 3. El equipo permite programar una producción basada en tiempos de enfriamiento estandarizados por la velocidad de la banda.**
- 4. Se logra un aumento en la eficiencia del proceso de producción, a través de la automatización del proceso de enfriamiento.**

RECOMENDACIONES

- 1. Evaluar la posibilidad de cambiar las mangueras de hule por tubería de cobre, así como buscar productos aislantes sustitutos del duropor y el yeso, que aumenten el aislamiento térmico.**
- 2. Se debe determinar si una variación en la velocidad de la banda transportadora, permitiría utilizar el equipo para producción, por ejemplo de otros productos como veladoras y veladoras.**
- 3. Adaptar un sistema al túnel que permita modificar la velocidad de la banda transportadora.**

BIBLIOGRAFÍA

COTI SAC , Erick Adolfo. Estudio y mejoramiento del sistema de refrigeración de la embotelladora de los Altos Quetzaltenango. Tesis: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos Guatemala, 1996

ESTRADA MARTÍNEZ, José Arturo. Sistema de aislamiento térmico aplicados a la industria petrolera. Tesis: Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos Guatemala, 1996

HEARN E.J. Resistencia de materiales, diseño de estructura y máquinas . Nueva Editorial Interamericana. México D.F. 1984. 638pp.

McQUAY. Installation and Maintenance Data. Air conditioning. Bulletin No. IM548-3, February 1996

PITA, Edward G. Acondicionamiento de Aire, principios y sistemas. Segunda edición en Inglés, primera en Español. Compañía editorial Continental S.A. de C.V. México, 1986. 542 pp.

REMINGTON, Farmacia práctica de. Editorial Uthea, México 1953, 1786 pp.

Anexo**TABLA "III"****BARRA PARA HOMBRE/SOLIDOS**

Marca	Unidades	Porcentaje de mercado
1. Speed Stick	182,714 unidades	48.1 %
2. Old Spice	65,691 unidades	17.3 %
3. Brut	34,946 unidades	9.2 %
4. Gillette Series	31,968 unidades	8.4 %
5. Valet	31,440 unidades	8.3 %
6. Status	10,032 unidades	2.6 %
7. Cravatt	9,804 unidades	2.6 %
8. Arrid	5,074 unidades	1.3 %
9. Vanguard	3,227 unidades	0.9 %
10. 8 x 4	3,084 unidades	0.8 %
11. Rexona	1,621 unidades	0.4 %
12. Otros	0 unidades	-----
Total de este segmento	379,602 unidades	100.0 %

Compras en tiendas autoservicio

Datos de: GSI/IRI de Guatemala

Fecha 10/23/97

TABLA "IV"**BARRAS PARA MUJER / SOLIDOS**

Marca	Unidades	Porcentaje del mercado
1. Lady Speed Stick	219,562 unidades	39.1 %
2. Lady Valet	88,846 unidades	15.8 %
3. Secret	88,741 unidades	15.8 %
4. Lady Teen Spirit	79,447 unidades	14.1 %
5. Aromatik	21,000 unidades	3.7 %
6. Sure	18,143 unidades	3.2 %
7. Suave	15,290 unidades	2.7 %
8. 8 x 4	6,349 unidades	1.1 %
9. Jean Nate	4,905 unidades	0.9 %
10. Rexona	3,416 unidades	0.6 %
11. Giresse	3,279 unidades	0.6 %
12. Acero	2,695 unidades	0.5 %
13. Almay	2,058 unidades	0.4 %
14. Grato	1,763 unidades	0.3 %
15. Hi-Dry	1,182 unidades	0.2 %
16. Otros	4,972 unidades	0.9 %
Total de este segmento	561,648 unidades	100.0 %

Compras en tiendas auto servicio

Datos de : GSI/IRI de Guatemala

Fecha 10/23/97

TABLA "V" ESPECIFICACIONES DEL TUBO DE ACERO

Diámetro del Tubo en Plg	Cédula	Diámetro exterior plg	Diámetro interior plg	Espesor de pared	Peso lb/ft	Volumen gal/ft
1/2	40	0.840	0.622	0.109	0.850	0.0158
3/4	40	1.050	0.824	0.113	1.130	0.0276
1	40	1.315	1.049	0.133	1.678	0.0449
1 1/4	40	1.660	1.380	0.140	2.272	0.0774
1 1/2	40	1.900	1.610	0.145	2.717	0.106
2	40	2.375	2.067	0.154	3.652	0.174
2 1/2	40	2.875	2.469	0.203	5.790	0.248
3	40	3.500	3.068	0.216	7.570	0.383
3 1/2	40	4.000	3.548	0.226	9.110	0.513
4	40	4.500	4.026	0.237	10.790	0.660

Tabla "VI" Especificaciones del Propilenglicol

Temperatura práctica mínima	- 10 ° C
Toxicidad	ninguna
Explosividad	ninguna
Corrosividad	media
Costo	medio
Densidad	1.118 gr/lt
Concentración	60 % en agua

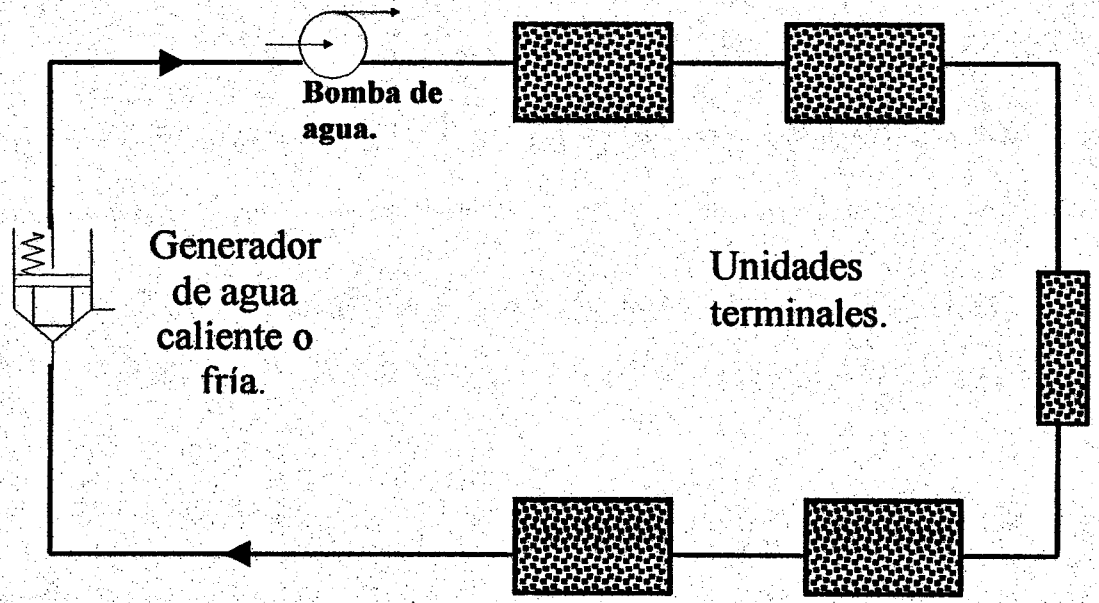


Figura No. 1 Sistema de tubería, circuito en serie. Esquemático.

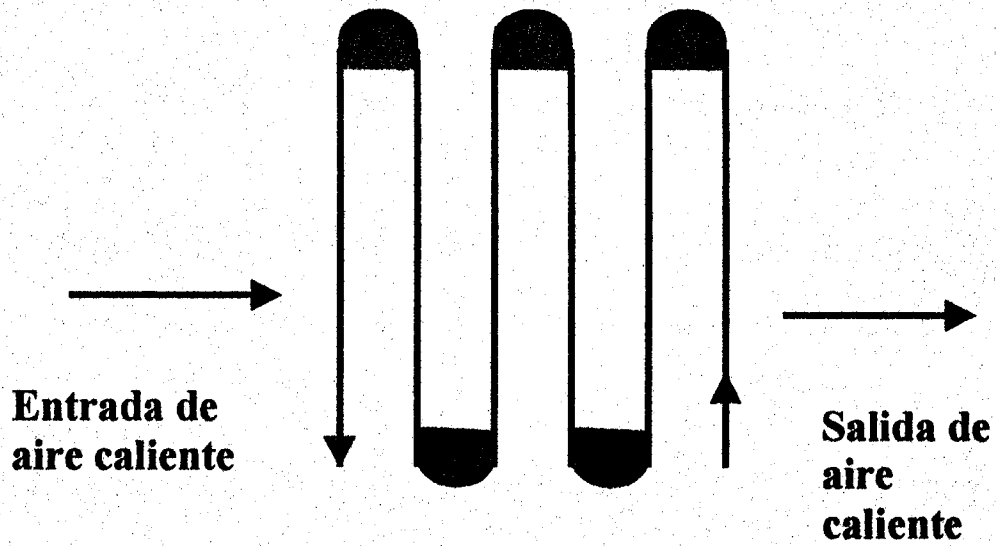


Figura No. 2 Disposición de flujos de aire y agua en contra corriente para una unidad de enfriamiento

Figura No. 3 Termómetro de carátula con vástago, sensor bimetalico

