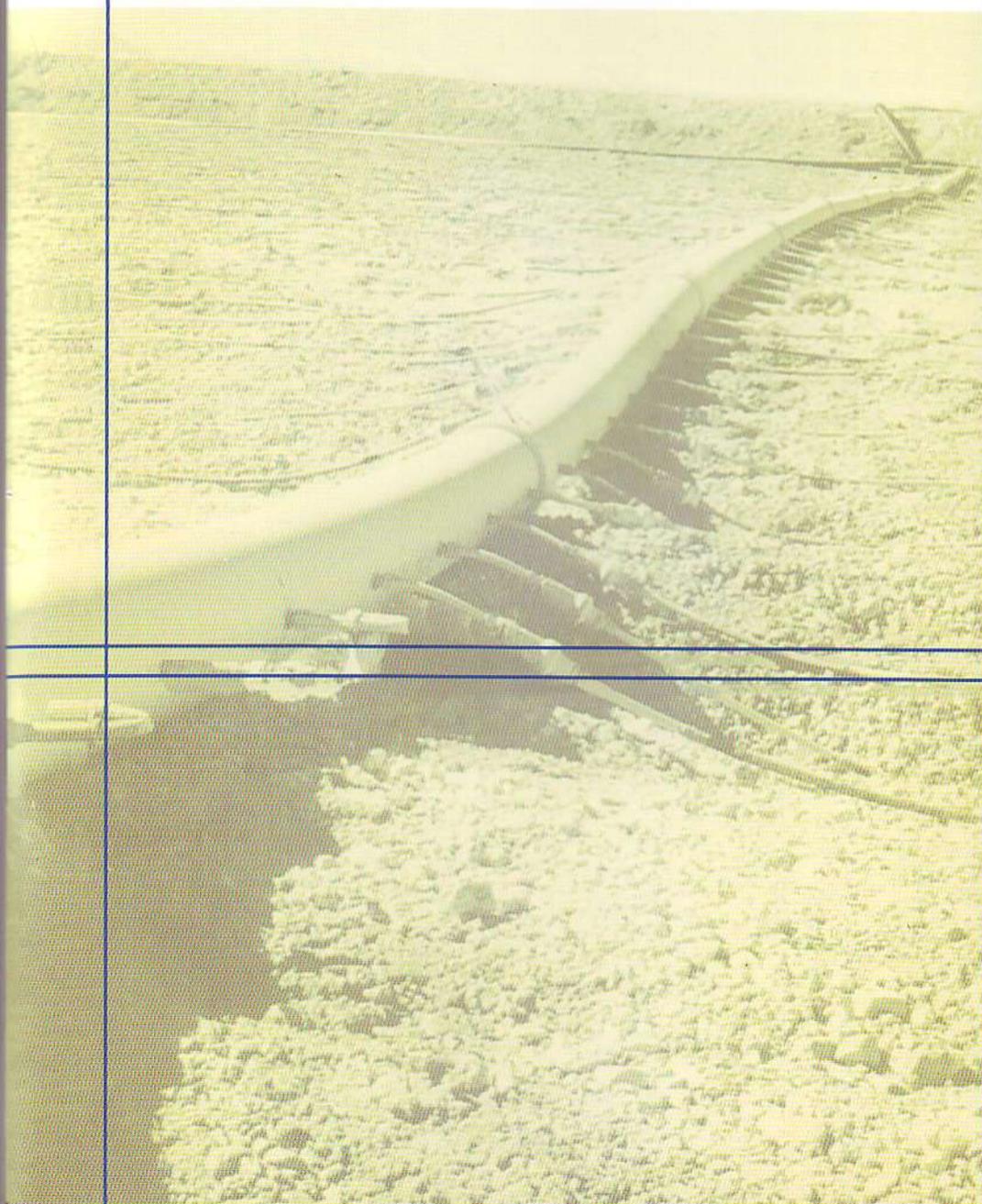


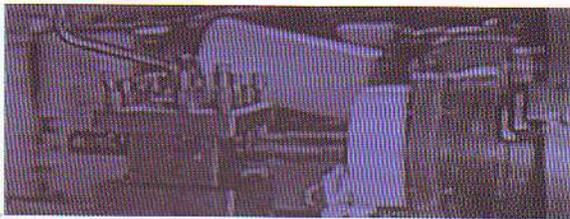
# TEHMCO PVC

## MINERO

### CATALOGO TEHMCO PVC MINERO



TEHMCO  
PVC



## TUBERÍA TEHMCO PVC MINERO

### PRESENTACIÓN

TEHMCO PVC, preocupado permanentemente de investigar y desarrollar alternativas de nuevas tecnologías que satisfagan las necesidades de sus clientes, ha incorporado en su línea de producción un nuevo producto de la más alta tecnología y calidad, la tubería TEHMCO PVC MINERO.

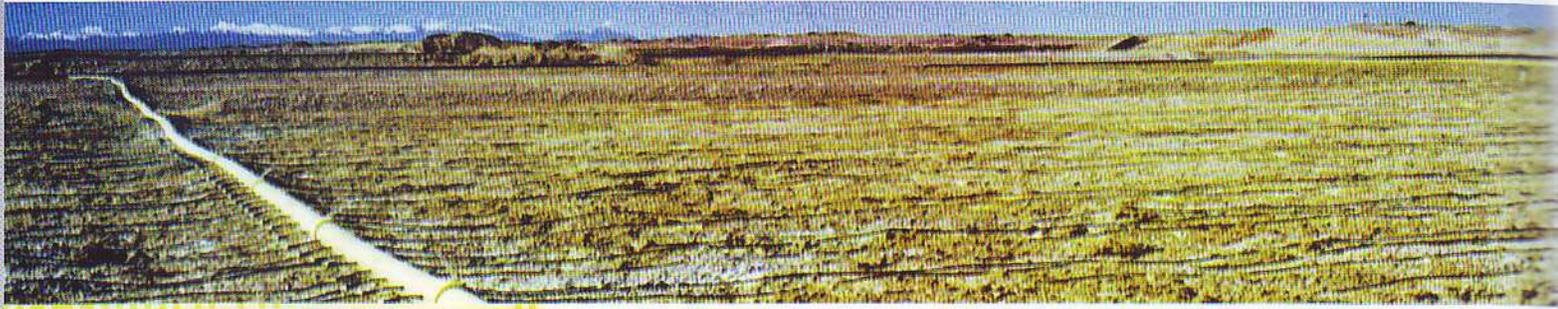
Este sistema de tubería y accesorios, por su diseño de unión, permite una fácil y económica instalación y una variada gama de aplicaciones. Sus propiedades físicas proporcionan una solución a muchas de las necesidades de aplicaciones, sean permanentes o provisorias. La unión ofrecida por este sistema es completamente autocontrolable, fácil de montar y reutilizar. Proporciona un sellado hidráulico de acoplamiento a la tubería con la junta de cuña que se inserta en las ranuras, permitiendo el ensamblaje de forma segura.

La tubería se encuentra disponible en diámetros de 2" a 14", para presiones que van desde 80 psi. hasta 250 psi. y en largo estándar de 6 m. A pedido se fabrica en diámetro de 16" y en diferentes largos.

También se cuenta con una completa línea de fittings. Estos, al igual que la tubería, proporcionan simplicidad e integridad a sus uniones. Los adaptadores permiten conexiones fáciles a tuberías de otros materiales y tipos de uniones.

La mezcla de las materias primas utilizada incluye modificadores de impacto e inhibidores UV, los que proporcionan una mayor resistencia al impacto por un período extenso y permite que pueda ser utilizado en instalaciones expuestas a la intemperie.

La tubería TEHMCO PVC MINERO presenta una serie de otras ventajas adicionales, tales como que los valores promedio de resistencia al impacto son dos a cuatro veces mayores que la resistencia al impacto del PVC convencional, mayor economía por menores costos de fittings, especialmente indicado para instalaciones que transportan lodos debido a que no tiene partes metálicas y no presenta efectos de corrosión.



#### CARACTERÍSTICAS

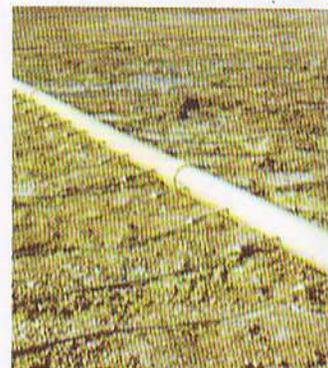
Dada la composición de la mezcla de materias primas y aditivos especiales y a la forma de fabricación, la tubería TEHMCO PVC MINERO presenta una serie de características ventajosas, tales como:

- > Resistencia química: La tubería TEHMCO PVC MINERO no sufre alteraciones al contacto con la gran mayoría de los productos químicos, incluyendo los ácidos utilizados en los procesos mineros y muchos otros compuestos. Su excelente resistencia física a los agentes externos da como resultado una alta calidad y una larga vida útil.
  - > Resistencia mecánica: La tubería TEHMCO PVC MINERO contiene en su mezcla modificadores de impacto que le otorgan una resistencia de alta tensión e impacto que supera ampliamente a la del PVC convencional.
  - > Resistencia hidráulica: Sus especiales características físicas la hacen también destacadamente resistente a la presión hidrostática interna por períodos prolongados de tiempo, bajo las condiciones para las cuales fueron diseñadas.
  - > Inoxidable: Las propiedades inherentes del PVC proporcionan un producto que no se oxida ni se corroe.
  - > Uso al aire libre: Los inhibidores UV agregados a la mezcla de materias primas permiten que la tubería puede ser utilizada en instalaciones expuestas a la intemperie.
- > Sistema de acoplamiento: El novedoso sistema de acoplamiento empleado para unir los componentes, mediante una cuña que se instala entre las ranuras coincidentes de las dos piezas, permite una simple, rápida y reutilizable instalación. No requiere de herramientas especiales.
  - > Peso: El bajo peso de los componentes hacen fácil y rápido su traslado e instalación.
  - > Flexibilidad: El sistema de tuberías es adaptable a través de los obstáculos del terreno, reduciendo la cantidad de fittings requeridos.
  - > Uniformidad: El sistema de fabricación, con resina de PVC de alta calidad, automático y periódicamente controlado, asegura un producto de gran calidad.

## Usos

La Tubería TEHMCO PVC MINERO tiene una infinidad de usos, tales como:

- > Minería por lixiviación en pilas
- > Recolección de sólidos de la lixiviación en aguas subterráneas
- > Desechos de ácidos
- > Tuberías de relaves
- > Tuberías para aguas efluentes y recuperadas
- > Tuberías de procesos metalúrgicos
- > Tuberías para procesos industriales
- > Tuberías para transporte de fluidos a presión en instalaciones subterráneas
- > Tuberías para transporte de fluidos a presión en instalaciones aéreas
- > Redes de emergencia
- > Sistemas de extracción de agua
- > Sistemas de riego
- > Instalaciones provisorias
- > Drenajes
- > Aplicaciones en terrenos inestables
- > Aplicaciones en terrenos irregulares
- > Cruces de caminos
- > Tuberías para pozos
- > Etc.



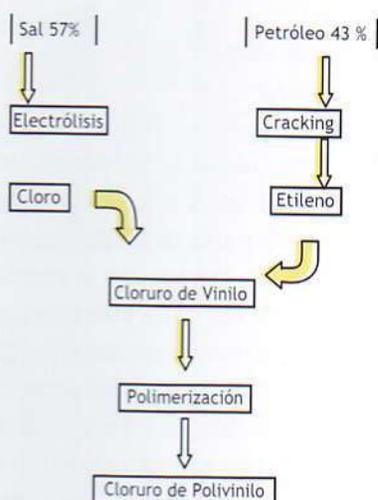


## PROCESO DE EXTRUSION DEL PVC

### MATERIA PRIMA

La materia prima de PVC está, compuesta en un 57% de sal común y en un 43% de petróleo. El contenido relativamente menor de petróleo en el PVC refleja el hecho de que la producción de este material requiere una menor cantidad de los recursos mundiales no renovables de petróleo que otros plásticos. Por su parte, existe un abastecimiento prácticamente inagotable de cloruro de sodio o sal común para la obtención del cloro gas (ver figura 1).

Policloruro de Vinilo (PVC)  
(figura 1)

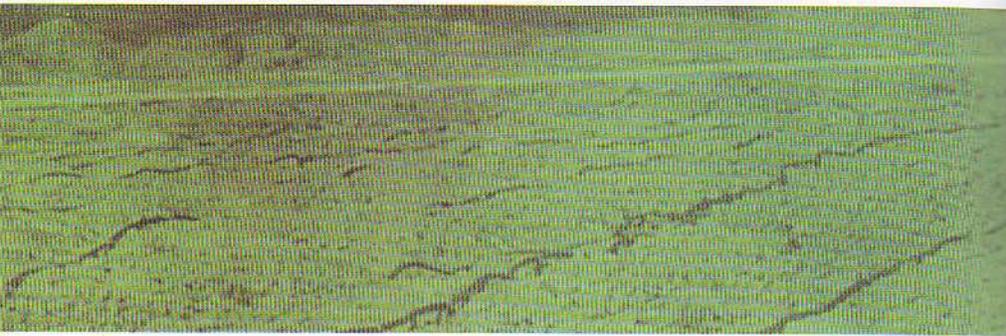


En general, se puede decir que el compuesto básico para la fabricación de tubería de PVC debe tener los siguientes componentes:

- > Resina de PVC, materia prima.
- > Dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>), cumple la función de absorber los rayos UV.
- > Carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>), ayuda a las propiedades químicas de la mezcla.
- > Estabilizantes, compuestos conocidos como ayuda al proceso que en general confieren lubricación a la mezcla.
- > Modificadores de impacto, confieren mayor resistencia.
- > Inhibidores de rayos UV, protegen de la radiación ultravioleta.

El cloro y el etileno son mezclados en reactores especiales, formándose un producto intermedio llamado DCE (di Cloro Etano) que es dividido (craqueado) en hornos, formando MCV, (Monómero de Cloruro de Vinilo). Luego mediante agua y un iniciador el MCV se une en largas cadenas (polimerización) teniendo al término de este proceso el PVC (Cloruro de Polivinilo) como polvo blanco.

No todos los tipos de plásticos son iguales. La simple utilización del plástico no es decisiva. Lo que realmente importa, junto con la calidad y el método de procesamiento, es utilizar la fórmula de compuesto adecuado. Esto garantiza, como lo han demostrado pruebas realizadas para el largo plazo, que las tuberías de vinilo presentan un bajo desgaste, no se ven afectadas por la corrosión y no son atacadas por microorganismos.



## CONTROL DE CALIDAD

### PRESENTACIÓN

La tubería TEHMCO PVC MINERO es controlada durante todo el proceso de fabricación, de manera de garantizar una óptima calidad, cumpliendo además con las especificaciones estándar de la Norma ASTM D-2241 "Especificaciones para cloruro de Polivinilo (PVC) tuberías especificadas para presión (serie SDR)"

### NORMAS APLICABLES

Las normas que rigen la fabricación de la tubería TEHMCO PVC MINERO son:

- > ASTM D-2241 "Especificaciones para Polycloruro de Vinilo (PVC), tuberías especificadas para presión (serie SDR)".
- > ASTM D-3139 "Juntas para tuberías plásticas de presión usando sello elastomérico flexible"
- ASTM F-477 "Especificaciones para sello elastomérico (gasket) para juntas de tubería plástica"

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

TEHMCO PVC MINERO está fabricado con una fórmula especial de PVC, la cual contiene modificadores de impacto e inhibidores UV para dar una gran resistencia al impacto y protección a los rayos UV, por un largo período de tiempo.

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA TUBERIA TEHMCO PVC MINERO

| Propiedad                 | Valor Mínimo              | Norma      |
|---------------------------|---------------------------|------------|
| Resistencia a la tracción | 490 Kg/cm <sup>2</sup>    | ASTM D-638 |
| Módulo de elasticidad     | 28.120 Kg/cm <sup>2</sup> | ASTM D-638 |
| IZOD impacto              | 3.55 Kg/cm <sup>2</sup>   | ASTM D-256 |
| Temperatura de deflexión  | 65 °C                     | ASTM D-648 |
| Inflamabilidad            | Autoextinguible           | ASTM D-635 |
| Resistencia química       | B                         | ASTM D-543 |

*A continuación se muestran los valores mínimos para las propiedades más típicas para este tipo de tubería.*

## SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

Para controlar la calidad del producto se dispone de un sistema de control durante toda producción.

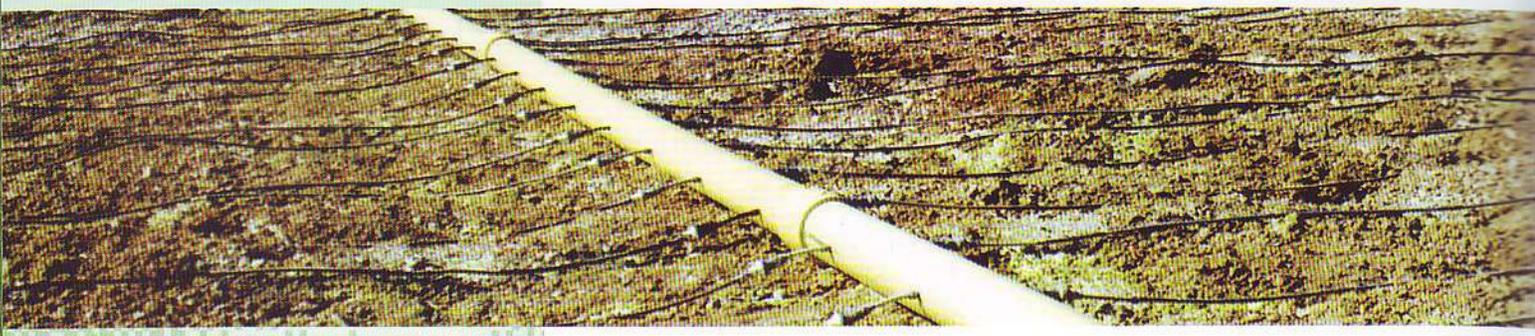
Se cuenta con inspectores de control de calidad que trabajan en turnos semanales rotativos de ocho horas cada uno, cubriendo

de esta manera las veinticuatro horas del día. Se ha diseñado una batería de pruebas, basada en las normas descritas en la siguiente tabla que aseguran la óptima calidad del producto que se está ofreciendo.

| Ensayo   | Norma de Requisito         | Norma de Procedimiento     |
|--|----------------------------|----------------------------|
| Resistencia a aplastamiento  | ASTM D 2241                | ASTM D 2241                |
| Resistencia al impacto   | ASTM D 2241                | ASTM D 2241                |
| Calidad extrusión<br>Resistencia a la presión sostenida <sup>1</sup> | ASTM D 2241<br>ASTM D 2241 | ASTM D 2241<br>ASTM D 2241 |
| Control dimensional<br>Espesor<br>Diámetro                           | ASTM D 2241<br>ASTM D 2241 | ASTM D 2241<br>ASTM D 2241 |
| Presión de ruptura   | ASTM D 2241                | ASTM D 2241                |
| Condición, acabado y apariencia                                      | ASTM D 2241                | ASTM D 2241                |

Nuestra empresa para poder cumplir con la Política de Calidad establecida, tiene un equipo de trabajo en el área que se encuentra presto a satisfacer cualquier necesidad que nuestros clientes tengan.

<sup>1</sup> Los ensayos de presión sostenida son sólo de diseño, no forman parte de un control en línea.



## ESPECIFICACIONES DIMENSIONALES TUBERÍA TEHMCO PVC MINERO.

### DIMENSIONES SISTEMA METRICO DECIMAL

#### REQUISITOS ESPECÍFICOS

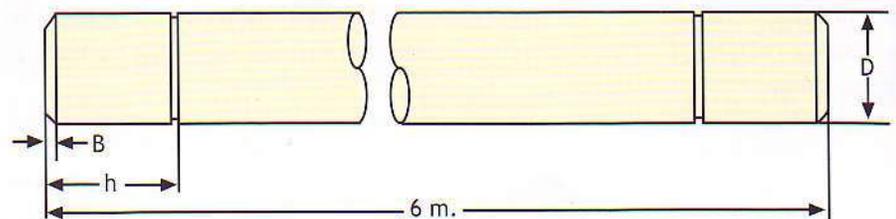
Para el caso de los requisitos dimensionales, éstos están basados en la norma internacional ASTM D 2241

"Especificaciones para Poly Cloruro de Vinilo (PVC), tuberías especificadas para presión (serie SDR)".

El control que se realiza en esta variable es en la línea de producción. Como mínimo cada 2.5 horas se toma una muestra de la máquina extrusora y es controlado su diámetro, ovalidad y espesor. En el caso fortuito de que el producto presente algún desperfecto, esta frecuencia se aumentará en la cantidad de veces que sea necesario para garantizar que los parámetros de calidad cumplan con los requisitos establecidos por la norma. A continuación se incluye una tabla con las especificaciones más características de este producto.

| Diámetro (in) | SDR  | Presión ** Trabajo | Ruptura | D(mm) prom. tol. ± | Espesor (mm) mín tol.    | B (mm) | h (mm) | Peso (kg/m) |
|---------------|------|--------------------|---------|--------------------|--------------------------|--------|--------|-------------|
| 2             | 17   | 17,2               | 56,2    | 60,32 ± 0,15       | 4,5 <sup>(2)</sup> + 0,5 | 3      | 45     | 1,2         |
| 3             | 17   | 17,2               | 56,2    | 88,9 ± 0,20        | 5,2 + 0,7                | 3      | 64     | 2,0         |
| 4             | 17   | 17,2               | 56,2    | 114,3 ± 0,20       | 6,7 + 0,7                | 3      | 76     | 3,4         |
|               | 21   | 14,1               | 44,3    | 114,3 ± 0,20       | 5,4 + 0,7                | 3      | 76     | 2,8         |
| 6             | 17   | 17,2               | 56,2    | 168,3 ± 0,28       | 9,9 + 1,2                | 5      | 76     | 7,3         |
|               | 21   | 13,8               | 44,3    | 168,3 ± 0,28       | 8,0 + 1,0                | 5      | 76     | 6,1         |
| 8             | 17   | 17,6               | 56,2    | 219,1 ± 0,38       | 12,9 + 1,6               | 5      | 78     | 12,4        |
|               | 21   | 13,8               | 44,3    | 219,1 ± 0,38       | 10,4 + 1,3               | 5      | 78     | 10,3        |
|               | 26   | 11,0               | 35,1    | 219,1 ± 0,38       | 8,4 + 1,1                | 5      | 78     | 8,3         |
|               | 32,5 | 6,6                | 28,1    | 219,1 ± 0,38       | 6,7 + 0,8                | 5      | 78     | 6,6         |
| 10            | 21   | 13,8               | 44,3    | 273,1 ± 0,38       | 13,0 + 1,5               | 15     | 89     | 15,9        |
|               | 26   | 11,0               | 35,1    | 273,1 ± 0,38       | 10,5 + 1,5               | 15     | 89     | 12,8        |
| 12            | 21   | 13,8               | 44,3    | 323,9 ± 0,38       | 15,4 + 1,8               | 15     | 89     | 22,3        |
|               | 26   | 11,0               | 35,1    | 323,9 ± 0,38       | 12,4 + 1,5               | 15     | 89     | 18,0        |
|               | 32,5 | 6,6                | 28,1    | 323,9 ± 0,38       | 10,0 + 1,2               | 15     | 89     | 14,5        |
| 14            | 26   | 11,0               | 35,1    | 355,6 ± 0,38       | 13,7 + 1,6               | 15     | 89     | 21,7        |
| 16*           | 26   | 11,0               | 35,1    | 406,4 ± 0,48       | 15,6 + 1,9               | 15     | 89     | 28,4        |

tol: tolerancia / Prom: promedio / \* Solo fabricado a pedido / \*\*kgf/cm<sup>2</sup>



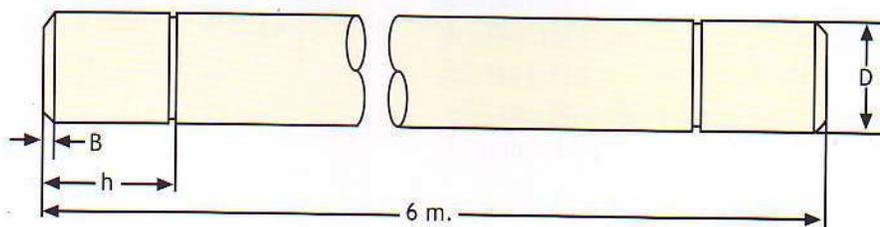
(2) Espesor de pared reforzado para ensamble mecánico



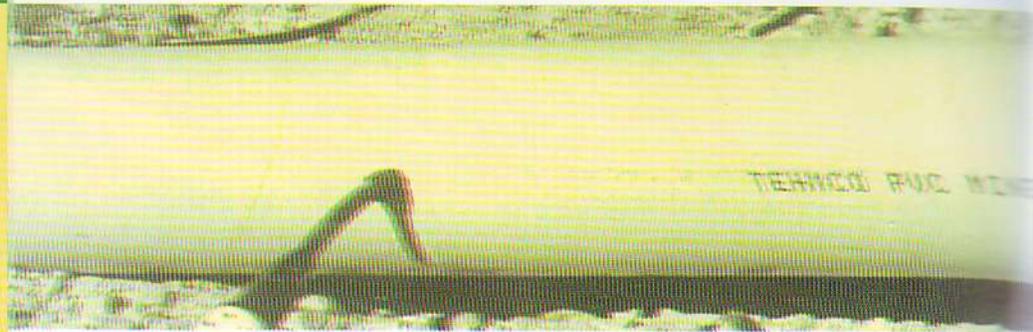
## DIMENSIONES SISTEMA IMPERIAL

| Diámetro (in) | SDR  | Presión ** |         | D(in)  |        | Espesor (in)<br>min tol.    | B (in) | h (in) | Peso (lb/pie) |
|---------------|------|------------|---------|--------|--------|-----------------------------|--------|--------|---------------|
|               |      | Trabajo    | Ruptura | prom.  | tol. † |                             |        |        |               |
| 2             | 17   | 250        | 800     | 2,375  | 0,006  | 0,17 <sup>(3)</sup> + 0,020 | 0,12   | 1,75   | 0,8           |
| 3             | 17   | 250        | 800     | 3,500  | 0,008  | 0,206 + 0,025               | 0,12   | 2,52   | 1,3           |
| 4             | 17   | 250        | 800     | 4,500  | 0,009  | 0,265 + 0,032               | 0,12   | 3,00   | 2,3           |
|               | 21   | 200        | 630     | 4,500  | 0,009  | 0,214 + 0,026               | 0,12   | 3,00   | 1,9           |
| 6             | 17   | 250        | 800     | 6,625  | 0,011  | 0,390 + 0,047               | 0,20   | 3,00   | 4,9           |
|               | 21   | 200        | 630     | 6,625  | 0,011  | 0,316 + 0,038               | 0,20   | 3,00   | 4,1           |
| 8             | 17   | 250        | 800     | 8,625  | 0,015  | 0,508 + 0,061               | 0,20   | 3,07   | 8,3           |
|               | 21   | 200        | 630     | 8,625  | 0,015  | 0,410 + 0,049               | 0,20   | 3,07   | 6,9           |
|               | 26   | 160        | 500     | 8,625  | 0,015  | 0,332 + 0,040               | 0,20   | 3,07   | 5,6           |
|               | 32,5 | 125        | 400     | 8,625  | 0,015  | 0,265 + 0,032               | 0,20   | 3,07   | 4,4           |
| 10            | 21   | 200        | 630     | 10,750 | 0,015  | 0,511 + 0,061               | 0,59   | 3,50   | 10,7          |
|               | 26   | 160        | 500     | 10,750 | 0,015  | 0,413 + 0,050               | 0,59   | 3,50   | 8,6           |
| 12            | 21   | 200        | 630     | 12,750 | 0,015  | 0,606 + 0,073               | 0,59   | 3,50   | 15,0          |
|               | 26   | 160        | 500     | 12,750 | 0,015  | 0,490 + 0,059               | 0,59   | 3,50   | 12,1          |
|               | 32,5 | 125        | 400     | 12,750 | 0,015  | 0,392 + 0,047               | 0,59   | 3,50   | 9,8           |
| 14            | 26   | 160        | 500     | 14,000 | 0,015  | 0,538 + 0,064               | 0,59   | 3,50   | 14,6          |
| 16*           | 26   | 160        | 500     | 16,000 | 0,019  | 0,615 + 0,074               | 0,59   | 3,50   | 19,1          |

tol: tolerancia / Prom: promedio / \*\* PSI / \* Sólo fabricado a pedido



(3) Espesor de pared reforzado para ensamble mecánico



## CONTROL DE CALIDAD

### PRUEBAS DE PRESIÓN

Existen tres tipos de pruebas para presión, las que dependiendo del tiempo que éstas duren, se pueden realizar durante la producción (como frecuencias en línea), o bien, una inspección por lote. De acuerdo a esta variable se clasifican en:

1. Ensayo de presión sostenida
2. Ensayo de regresión acelerada
3. Ensayo de presión de ruptura

Las longitudes especificadas de las probetas para la realización de las pruebas de presión son las siguientes:

- > Mínimo: 10 veces el diámetro nominal, con un largo no inferior a 250 mm.
- > Máximo 1.000 mm.

a) Presión sostenida: Se somete una probeta a la presión indicada en la siguiente tabla por un período de 1000 horas a  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ , durante el período de prueba la tubería no debe fallar, inflar, filtrar o presentar algún tipo de ruptura.

### PRESIÓN APLICADA A UNA PROBETA PARA UN ENSAYO DE PRESIÓN SOSTENIDA.

| SDR  | PVC 12454 B |             |
|------|-------------|-------------|
|      | (psi)       | Mpa (bar)   |
| 17   | 530         | 3,65 (36.5) |
| 21   | 420         | 2,90 (29.0) |
| 26   | 340         | 2,34 (23.4) |
| 32.5 | 270         | 1,86 (18.6) |

b) Regresión acelerada: Las curvas de regresión son realizadas por el productor de resina, en donde a través de ensayos de laboratorio, se determina su "tensión hidrostática de diseño".

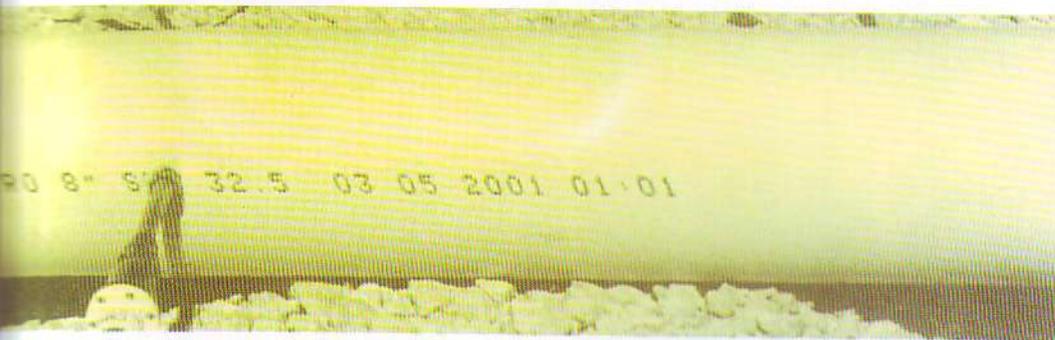
c) Presión de ruptura<sup>(4)</sup>: la mínima presión de ruptura aplicada debe ser la mostrada en la siguiente tabla. El tiempo de prueba en cada muestra debe ser no menos de 60 segundos.

### PRESIÓN APLICADA A UNA PROBETA PARA UN ENSAYO DE PRESIÓN DE RUPTURA.

| SDR  | PVC 12454 B |             |
|------|-------------|-------------|
|      | (psi)       | Mpa (bar)   |
| 17   | 800         | 5,52 (55.2) |
| 21   | 630         | 4,34 (43.4) |
| 26   | 500         | 3,45 (34.5) |
| 32.5 | 400         | 2,76 (27.6) |

<sup>(4)</sup> este es el ensayo de presión realizado para nuestra tubería TEHMCO PVC MINERO.





### PRUEBAS DE APLASTAMIENTO

Mediante un equipo como el mostrado en la fotografía se aplasta una muestra de 50 mm. de largo entre platos paralelos hasta una distancia entre los platos de un 40% del diámetro exterior de la tubería.

La razón de carga debe ser uniforme y tal que la compresión se complete de 2 a 5 minutos. Luego se remueve el cargador y se examina la muestra para verificar la presencia de hendiduras, cracking (agrietamiento) o quiebres.

Equipo aplastamiento



### RESISTENCIA AL IMPACTO

La resistencia al impacto es probada durante la fabricación bajo el método indicado en la norma ASTM D-2444 "Método de ensayo para la determinación de la resistencia al impacto de tubería y fittings termoplásticos por medio de un percutor". La mínima resistencia al impacto de la tubería de PVC está dada en la siguiente tabla a 23°C. Una vez finalizado el ensayo, la muestra no debe evidenciar hendiduras, cracking o quiebres.

| Diámetro (in) | Resistencia (pie x lbf) | Altura de impacto <sup>(5)</sup> (m) |
|---------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 2             | 40,7                    | 0,5                                  |
| 3             | 81,3                    | 0,9                                  |
| 4             | 122,0                   | 1,4                                  |
| 6             | 162,7                   | 1,8                                  |
| 8             | 216,9                   | 2,4                                  |
| 10            | 216,9                   | 2,4                                  |
| 12            | 216,9                   | 2,4                                  |

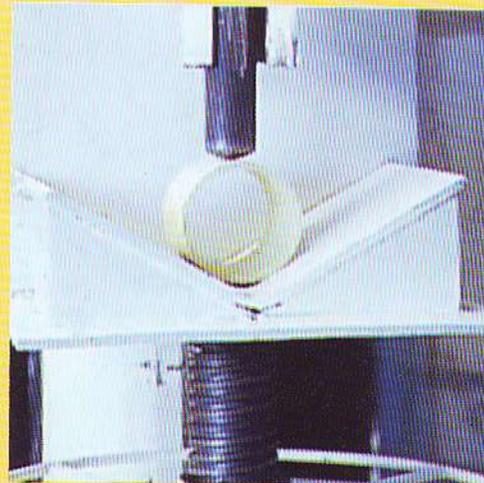
### CALIDAD DE LA EXTRUSIÓN

Este ensayo se realiza para verificar si el material fue bien plastificado en la máquina extrusora. Consiste en exponer una muestra de 5 cm de largo con un espesor máximo de 3 mm. en acetona anhidra durante 20 minutos. Una vez finalizado el ensayo, la muestra no debe presentar descascaramiento, abultamiento ni grietas.

### RESISTENCIA QUÍMICA

El cloruro polivinilo utilizado para la fabricación de la tubería TEHMCO PVC MINERO es del tipo I y el grado I, otorgándole una resistencia química mayor que la requerida por la Norma ASTM D-1784, pudiendo ser utilizada con compuestos acuosos, salmueras, desechos de ácidos u otros químicos. Se adjunta una tabla con la resistencia a 23 y 60°C con las sustancias químicas más comúnmente utilizadas.

Equipo aplastamiento



<sup>(5)</sup> Considerando una masa del impactador de 20 lbs. (9,1 kg)



## EFFECTOS DE LA TEMPERATURA

El PVC, por ser un polímero, presenta restricciones respecto de la temperatura, cuyos principales efectos se ven reflejados en la resistencia a la presión hidrostática interior y en la dilatación térmica.

Como información general podemos indicar que el uso del PVC está recomendado para temperaturas inferiores a 60°C.

### DEPENDENCIA DE LA PRESIÓN EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA

Es necesario indicar que la tubería de PVC disminuye su resistencia a la presión hidrostática interior a medida que aumenta la temperatura del fluido a transportar. Esto se debe principalmente a la dependencia que existe entre la tensión de diseño y la temperatura, teniendo su punto máximo a los 60°C, temperatura sobre la cual no es recomendable el uso del PVC. Las presiones de trabajo de la tubería de PVC están calculadas para una temperatura de 23°C, por lo que cualquier aumento de esta variable, producirá una disminución en la presión que soporte la tubería. Una forma de ejemplificar este fenómeno es dimensionar este cambio a través de un gráfico donde se cuantifica el factor de pérdida en función de la temperatura (gráfico 1).

### DILATACIÓN Y CONTRACCIÓN TÉRMICA

El PVC por efectos del calor presenta dilataciones y contracciones, las cuales se

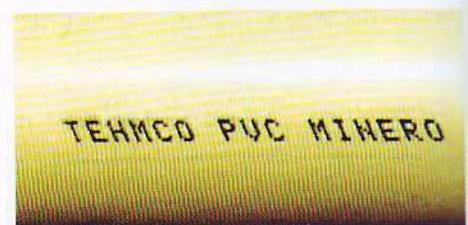
verán afectadas por las condiciones climáticas del medioambiente y la temperatura del fluido a transportar.

Este fenómeno se puede describir a través del coeficiente de dilatación térmica, el que para el caso del PVC es 0.08 (mm/m °C). En la gráfica se describe el cambio longitudinal que se producirá por este efecto para el caso de una línea instalada de 50 m. de largo (gráfico 2).

### CONFECCIÓN, ACABADO Y APARIENCIA

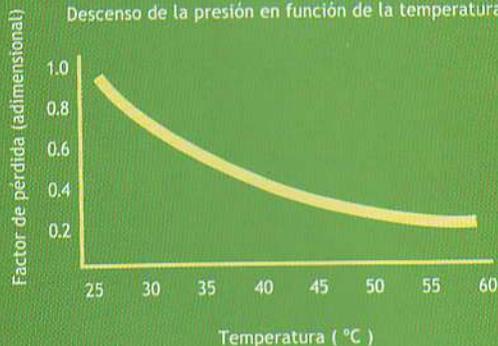
La tubería debe ser homogénea en todo su largo y libre de grietas o fisuras visibles, perforaciones, elementos extraños u otro defecto. La tubería debe ser uniforme tanto como sea la práctica comercial en color, opacidad, densidad y otras propiedades físicas.

La tubería TEHMCO PVC MINERO identifica claramente en su rotulado la marca, dimensión, clase, norma, fecha y hora de fabricación.



(gráfico 1)

Descenso de la presión en función de la temperatura



(gráfico 2)

Cambio en la longitud de una línea de 50 m

