

RECUBRIMIENTO EN CAUCHO TERMOENCOGIBLE PARA MITIGAR PATOLOGIAS
EN TUBERIA HIDRAULICA EN PVC EXPUESTAS

PABLO DAVID ROBAYO MENDIETA
SEBASTIAN STEVEN SALINAS BERMUDEZ



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD ARQUITECTURA
TECNOLOGIA EN CONSRUCCIONES ARQUITECTONICAS
BOGOTA
2020

**RECUBRIMIENTO EN CAUCHO TERMOENCOGIBLE PARA MITIGAR
PATOLOGIAS EN TUBERIA HIDRAULICA EN PVC EXPUESTAS**

**PABLO DAVID ROBAYO MENDIETA
SEBASTIAN STEVEN SALINAS BERMUDEZ**

Tecnólogo Construcciones Arquitectónicas

Melisa Gálvez Bohórquez

Docente



Universidad La Gran Colombia

Facultad Arquitectura

Tecnología en Construcciones Arquitectónicas

Bogotá

Dedicatoria

Dedica el siguiente proyecto a nuestros padres y hermanos que han estado presentes, acompañando y apoyando el trascurso de nuestros estudios, y a la Universidad la Gran Colombia por los conocimientos brindado, y la cual vio el crecimiento como estudiantes, personas y profesionales.

Agradecimientos

En primer lugar, agradecemos a nuestros formadores en la tecnología en construcciones arquitectónicas de la Universidad la Gran Colombia, personas que con partieron su gran sabiduría, quienes se esforzaron por ayudando a llegar a este punto, también agradecemos a todos los que fueron mis compañeros de clase durante los anteriores semestres.

Tabla de contenido

Resumen.....	10
Abstract	11
1 Introducción.....	12
2 Justificación	16
3 Identificación del problema	17
4 Pregunta problema.....	17
5 Objetivo	18
5.1 Objetivo General.....	18
5.2 Objetivos Específicos.....	18
6 Marco Teórico	19
7 Marco conceptual	25
8 Marco Normativo	26
9 Aspectos Metodológicos.....	27
10 Fase I. Registro y evidencia de patologías.....	29
11 Fase II. Identificación de materiales	34
12 Fase III. Ensayo casero de dilatación térmica.....	37
12.1 Análisis y discusión de resultados.....	47
13 Fase IV desarrollo del prototipo	50
14 Fase V: Producto final	51

RECUBRIMIENTO EN CAUCHO TERMOENCOGIBLE

	5
15 Conclusiones y recomendaciones	52
16 Anexos	53
16.1 Guía de instalación del prototipo de termoencogible para tuberías hidráulicas en PVC53	
16.2 Ficha técnica termoencogible aplicado a tuberías hidráulicas de PVC.....	59
16.3 Análisis de costos, ejemplos y viabilidad.	61
17 Bibliografía	64
18 Lista de Referencia o Bibliografía	65

Lista de figuras

Figura 1 Variación Espacio Temporal De La Radiación Ultravioleta. IDEAM (2014).....13

Figura 2 CARTA SOLAR DE BOGOTA, TRAYECTORIA DEL SOL EN 12 HORAS.....14

Figura 3 DILATACION POR CAMBIO DE TEMPERATURA DE ZEPEDA21

Figura 4 FICHA TECNICA TUBO CONDUIT 1/2 PULGADA x1 METRO PAVCO23

Figura 5 FICHA TECNICA TUBERIA EN PVC RDE21 CON RECUBRIMIENTO HDPE+UV23

Figura 6 FICHA TECNICA DE CAUCHO TERMOENCOGIBLE DE 1/2 DE DIAMETRO24

Figura 7 Vivienda #1 calle 20 c #12 47Este.31

Figura 8 VIVIENDA #2 CRR 25A 1D 32, BOGOTA.....33

Figura 9 FICHA TECNICA TAMAÑOS ESTANDAR PARA TUBO TERMOENCOGIBLE35

Figura 10 FICHATECNICA CON LAS PROPIEDADES DEL TUBO TERMOENCOGIBLE.....36

Figura 11 GRAFICA DILATACION DE TUBERIA POR RADIACION SOLAR.47

Figura 12 GRAFICA DILATACION DE TUBERIA POR CALOR ARTIFICIAL48

Figura 13 DIMENSIONES DE TERMOENCOGIBLE PARA APLICACION EN TUBERIA HIDRAULICA EN PVC.50

Figura 14 RECUBRIMIENTO DE CAUCHO TERMOENCOGIBLE APLICADO A TUBUERIA HIDRAULICA DE PVC.....51

Lista de Tablas

Tabla 1 FACTORES PARA CORRECCION DE PRESION DE TRABAJO POR AUMENTO DE TEMPERATURA20

Tabla 2 VIVIENDAS DE ESTUDIO29

Tabla 3 DIMENSION DE TUBERIAS PARA ENSAYO DE DILATACION TERMICA38

Tabla 4 Dimensión de tuberías con aplicación de caucho termoencogible para ensayo de dilatación térmica39

Tabla 5 Base de madera de apoyo para ensayo de dilatación térmica.40

Tabla 6 Montaje de secciones de tubería sobre base de madera para ensayo de dilatación térmica.41

Tabla 7 Temperatura secciones de tubería después de 30 minutos a exposición solar natural.42

Tabla 8 DIAMETRO SECCIONES DE TUBERIA DESPUES DE 30 MINUTOS A EXPOSICION SOLAR NATURAL.....43

Tabla 9 AUMENTODE TEMPERATURA ARTIFICIAL POR PISTOLA DE CALOR.44

Tabla 10 TEMPERATURA SECCIONES DE TUBERIAS EXPUESTAS A 10 MINUTOS DE CALOR ARTIFICIAL.....45

Tabla 11 DILATACION DE TUBERIAS DESPUES DE 10 MINUTOS DE EXPOSICION A CALOR ARTIFICIAL.46

Resumen

Esta investigación se enfoca en las patologías de las tuberías hidráulicas de PVC que se encuentran expuestas en cubiertas de viviendas residenciales en la ciudad de Bogotá, presentando dilatación producida por los rayos solares y contracción por reducción en la temperatura, generando así cristalización, agrietamientos y fisuras en la tubería hidráulica. De esta manera se pueden ocasionar patologías en la construcción como filtraciones de agua, humedades en placa y debilitamiento estructural.

Se evidencia que estos problemas son recurrentes en viviendas residenciales, específicamente en viviendas de dos plantas, que cuentan con tanques de reserva de agua y tuberías expuestas en cubiertas, debido a estos inconvenientes se han generado diversos productos para la protección de las tuberías hidráulicas como lo son los tubos flexibles conduit PAVCO de ½ pulgada y el recubrimiento tipo chaqueta HDPE + UV que retarda el congelamiento de agua en las tuberías de PVC, sin embargo no lo evitan de manera efectiva. Ahora bien, teniendo en cuenta que en el mercado no es posible encontrar un producto eficiente que supla esta necesidad, se busca optimizar un recubrimiento en caucho termoencogible tipo envolvente para tuberías hidráulicas en PVC nuevas para mejorar la respuesta de la tubería frente a estas patologías, dando así una posible solución a los inconvenientes ya mencionados.

PALABRAS CLAVES: Caucho termoencogible, Tuberías hidráulica de PVC, Recubrimiento de protección, Patologías, Radiación ultra violeta, Foto degradación, Dilatación térmica.

Abstract

This research focuses on the pathologies of PVC hydraulic pipes that are exposed on roofs of residential homes in the city of Bogotá, presenting expansion produced by sunlight and contraction due to a reduction in temperature, thus generating crystallization, cracks and fissures. In the hydraulic pipeline. In this way, construction pathologies such as water leaks, plaque humidity and structural

weakening can be caused. It is evident that these problems are recurrent in residential homes, specifically in two-story homes, which have water reserve tanks and exposed pipes on roofs, due to these drawbacks, various products have been generated for the protection of hydraulic pipes, such as are the ½ inch PAVCO flexible conduit pipes and the HDPE + UV jacket coating that retards the freezing of water in PVC pipes, however they do not prevent it effectively. Now, taking into account that in the market it is not possible to find an efficient product to meet this need, we seek to optimize a shrink-type heat shrinkable rubber coating for new PVC hydraulic pipes to improve the pipe's response to these pathologies, thus giving a possible solution to the aforementioned drawbacks.

Keywords: Heat shrinkable rubber, PVC hydraulic pipes, Protective coating, Pathologies, Ultra violet radiation, Photo degradation, Thermal expansión.

1 Introducción

El policloruro de vinilo o [P.V.C] es un material plástico sintético, fabricado por el hombre, clasificado dentro de los termoplásticos, esto significa que estos materiales arriba de cierta temperatura se expanden, y por abajo de esa temperatura se contraen. Las primeras aplicaciones de PVC no plastificado, se encuentran en los tubos fabricados en Alemania, con el propósito de conducir ácidos y otros líquidos corrosivos (ZEPEDA, 2001, pág. 209).

En el año 1967 PAVCO introdujo al mercado colombiano las tuberías de PVC producidas para uso en viviendas. Actualmente, en el área de la construcción el policloruro de vinilo (PVC) es el material más utilizado en las instalaciones eléctricas, sanitarias, de ventilación e hidráulicas, pero como todos los materiales, las tuberías en PVC presentan ventajas y limitaciones en cada uso que se les da. (PAVCOWAVIN, 2020). Teniendo en cuenta lo anterior en este trabajo de investigación se aborda el estudio de fallas y falencias de las tuberías hidráulicas de PVC que suelen ser frecuentes en obras ya realizadas, como los agrietamientos, fisuras, rupturas, cristalización y deformaciones, dado que la NTC 1087 estipula que a través de los tejados no se debe instalar tubería, excepto la de ventilación, que va a estar expuesta a la luz solar directa después de la instalación (NTC1087 Apart.1.9, 2016) reduciendo de manera significativa la vida útil de las tuberías hidráulicas de PVC. Según los registros del instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales [IDEAM] (2014) Bogotá ha llegado a registrar una temperatura de entre 25 °C siendo la temperatura más alta y 2 °C siendo la más baja en un día, generando patologías en las tuberías hidráulicas, teniendo en cuenta que estas soportan temperaturas máximas de 23 °C, como se evidencia en la figura 1 Variación Espacio Temporal De La Radiación Ultravioleta.

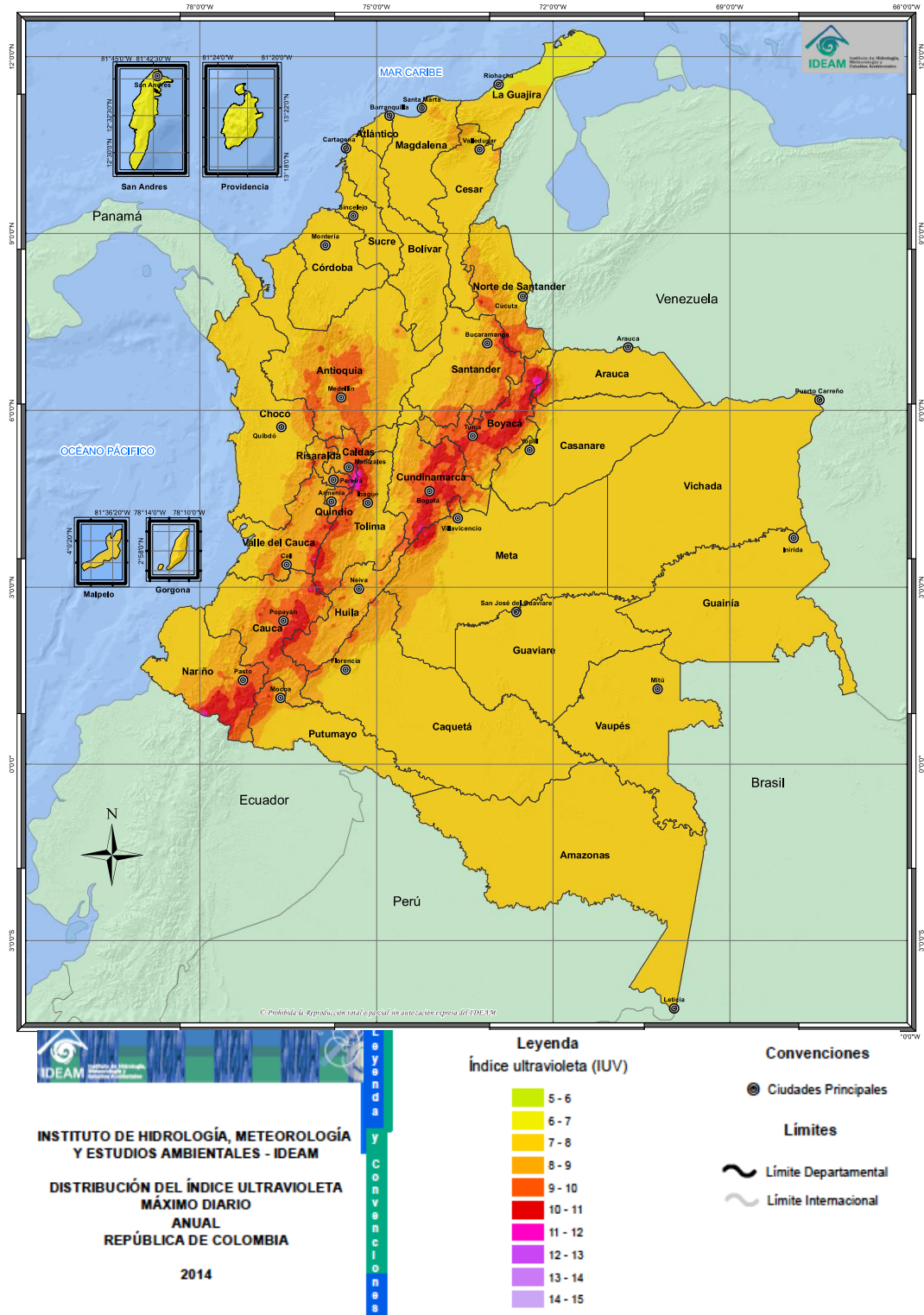


Figura 1 Variación Espacio Temporal De La Radiación Ultravioleta. IDEAM (2014).

ADAPTADO DE: Variación Espacio Temporal De La Radiación Ultravioleta. IDEAM (2014). <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/variacion-espacio-temporal-de-la-radiacion-ultravioleta>

Teniendo en cuenta lo anterior se apoya en la carta solar de la ciudad de Bogotá, exponiendo que en una jornada de 12 h de 6 am a 6 pm, donde las 3 pm es la hora en la cual el sol está en su punto más alto sobre la capital, las cubiertas son las principales afectadas por la radiación solar.

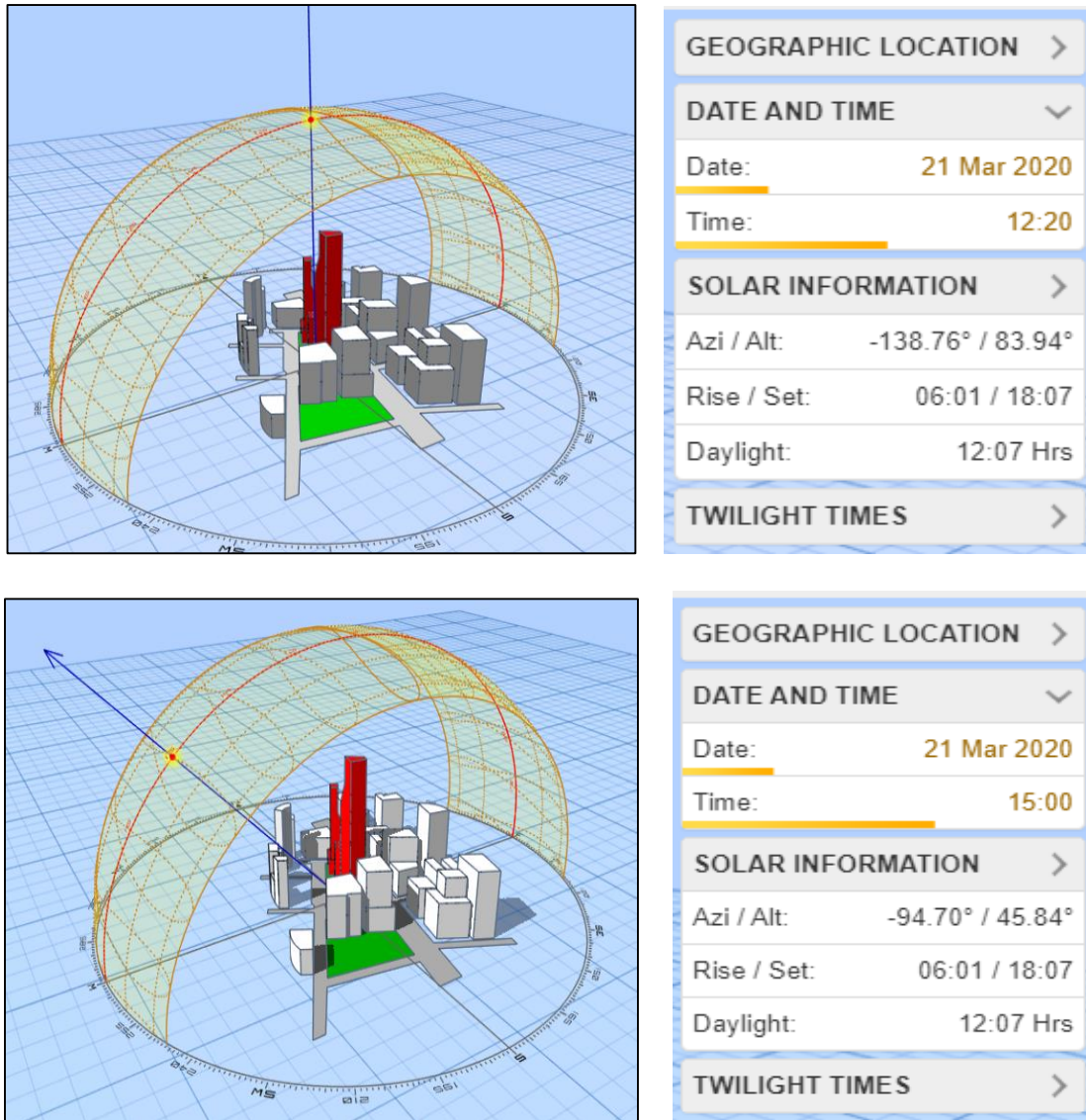


Figura 2 CARTA SOLAR DE BOGOTA, TRAYECTORIA DEL SOL EN 12 HORAS

ADAPTADO DE: 3D SUN-PATH. Dr. Andrew J. Marsh, (2020). <http://andrewmarsh.com/software/sunpath3d-web/>

Demostrando así que la radiación solar es un factor generador de afectaciones en tuberías hidráulicas, esto es recurrente en obras ya ejecutadas y de esta manera se busca optimizar un recubrimiento en caucho termoencogible de ½ pulgada tipo envolvente para mejorar la respuesta de las tuberías hidráulicas en PVC dotándolas de mayor resistencia, mejorando su respuesta y desempeño frente a fracturas, rupturas, deformaciones por la dilatación y contracción de la tubería hidráulica en PVC, reduciendo sobre costos, filtraciones, desperdicios en vertederos y afectaciones estructurales siendo este recubrimiento una gran alternativa y aporte para darle una posible solución a esta problemática.

2 Justificación

Es relevante proponer una solución para las tuberías hidráulicas de PVC expuestas a la intemperie ya que se están presentando patologías como rupturas, agrietamientos, cristalización y deformaciones debido a la dilatación y contracción de la tubería hidráulica en PVC por cambios de temperatura en el ambiente como lo menciona (AMANCO, 2010, pág. 10) en su manual técnico de tubo sistemas hidráulicos, teniendo en cuenta que en la ciudad de Bogotá en viviendas de uso residencial estas tuberías se encuentran en las cubiertas ya que van conectadas a los tanques de reserva como se observa en la Ilustración 7, hincando en el Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM) de Colombia se evidencia que al sol estar en su punto máximo la cubierta es la fachada más afectada por la radiación solar como se refiere en la Ilustración 1 e Ilustración 2 de las pg. 13-14, considerando que la dilatación por cambio de temperatura es de 0.08 mm por °C y por cada metro, en un tubo sanitario con un largo de 300 mm obtenemos un alargamiento de 9,6 mm si la temperatura en el tubo cambia de 20°C a 60°C, este cambio de longitud puede producir tensiones en el material que pueden llegar a producir fallas (ZEPEDA, 2001).

Siendo una de las razones por las que se debe remplazar las tuberías hidráulicas en PVC expuestas a la intemperie, produciendo filtraciones de agua, humedades en placa, debilitamiento estructural y aumentando residuos de PVC en vertederos, tomando como mejor alternativa el recubrimiento en caucho termoencogible para tuberías hidráulicas en PVC ya que optimiza y mejora la misma, dotándola de características como mayor flexibilidad, retardante de llama, temperatura de funcionamiento continuo de - 45°C hasta 125 °C evitando los daños ya nombrados y así extendiendo su vida útil.

3 Identificación del problema

En las instalaciones hidráulicas de PVC se pueden evidenciar una serie de afectaciones producidas por la radiación solar directa y el descenso de la temperatura, generando cristalización, deformaciones en la tubería, agrietamientos y fisuras, de esta manera se pueden ocasionar patologías en la construcción como filtraciones de agua, humedades en placa y debilitamiento estructural.

4 Pregunta problema

¿Cómo el caucho termoencogible puede optimizar las tuberías hidráulicas de PVC expuestas afectadas por patologías como la cristalización y deformaciones en la tubería?

5 Objetivo

5.1 Objetivo General

Implementar un recubrimiento a partir de caucho termoencogible que permita mejorar la resistencia en las tuberías hidráulicas en PVC frente a patologías, rupturas, agrietamientos y cristalización por dilatación y contracción de la tubería por cambios de temperatura en el ambiente.

5.2 Objetivos Específicos

- Conocer las características y propiedades físicas de las tuberías hidráulicas en PVC y su respuesta frente a los cambios de temperatura en el ambiente, los cuales generan patologías como cristalización, fisuras, dilatación, contracción y deformaciones de la tubería en proyectos de viviendas residenciales ya ejecutados antes del año 2010 en la ciudad de Bogotá.
- . Conocer las propiedades de caucho termoencogible, su funcionalidad y disponibilidad como recubrimiento tomando en cuenta aspectos económicos para su aplicación en tuberías hidráulicas de PVC
- Desarrollar un recubrimiento en caucho aplicable a las tuberías hidráulicas en PVC para minimizar patologías y afectaciones de las tuberías hidráulicas en PVC.

6 Marco Teórico

Desde hace unas décadas se han realizado una gran variedad de estudios frente a los principales problemas y patologías que presentan las tuberías de PVC. Entre los primeros antecedentes se encuentran las investigaciones realizadas en el año 1987 Y 1999 por las empresas **EMOS y ESSCO**, donde el autor expone que el 27.7 % de las fallas es por presión de agua y un 2.8 % a otras razones y “ la importancia que tiene la acción de la radiación solar en la tuberías expuestas a esta, que disminuye su resistencia a los impactos que pueda ser sometida recomendando a los clientes la necesidad de proteger las tuberías que van a estar expuestas a la intemperie por largos periodos de tiempo (Norambuena, 2000, pág. 36) de esta manera se concluye que los cambios de temperatura en el ambiente y la presión de agua están relacionados con los agrietamientos y fisuras en las tuberías de PVC.

A mediados del año 2009 en la Universidad de Extremadura de España se analizan dos muestras de tuberías en PVC sometiéndose a diferentes esfuerzos y análisis, indicando que las tuberías de PVC desde su momento de fabricación contienen microfisuras por secciones en la totalidad del tubo de PVC. (Díaz-ParralejoSánchez-GonzálezGallego-NúñezGuiberteau, 2009, pág. 516)

Investigaciones actuales como la que entrega la empresa AMANCO en su manual técnico de tubosistemas hidráulicos de PVC, aborda la resistencia del material a los efectos ambientales y efectos del clima indicando que “Las tuberías están diseñadas para operar a 23 °C, como temperatura promedio. Si la temperatura decrece, su rigidez y resistencia a la tensión incrementa, por lo que su capacidad de presión y habilidad de soportar cargas aumentan.

Pero simultáneamente decrece su resistencia al impacto y su ductilidad decrece, que implica mayor cuidado en el proceso de instalación y manipulación. Si la temperatura aumenta, disminuye su rigidez y resistencia a la tensión, lo que significa que debe tener mayor cuidado en la instalación y que su capacidad de resistencia a la presión interna disminuye y debe tenerse en cuenta anticipadamente el diseño.” (AMANCO, 2010, pág. 9) ofreciendo una tabla para el cálculo de temperatura según la presión del agua sobre la tubería.

Tabla 1 FACTORES PARA CORRECCION DE PRESION DE TRABAJO POR AUMENTO DE TEMPERATURA

Temperatura °C (°F)	Factor para Multiplicar Presión de Trabajo a 23°C
27 (80)	0,88
32 (90)	0,75
38 (100)	0,62
43 (110)	0,50
49 (120)	0,40
54 (130)	0,30
60 (140)	0,22

ADAPTADO DE: *Manual Técnico de Tubosistemas Hidráulicos. AMANCO (2010).*

http://www.drentec.com.mx/documento/Biaxial_2010_SDR46ok.pdf

Además, Amanco en su manual técnico de tubosistemas hidráulicos indica que las “Largas exposiciones a la radiación ultravioleta, UV, provenientes de la luz sola, pueden causar deterioro en la superficie del PVC-O Amanco Biaxial. Este término es llamado degradación ultravioleta. El deterioro causa disminución en la resistencia al impacto. Pero no afecta la resistencia a la presión. Las tuberías de PVC-O Amanco Biaxial no son recomendadas para aplicaciones donde se van a estar expuestas en forma permanente a la luz solar, a menos de que se provea alguna protección como pintura o recubrimientos.” (AMANCO, 2010, pág. 10) recomendando que las tuberías hidráulicas de PVC. No deben estar expuesta a radiación solar continua a menos de contar con una envolvente o recubrimiento.

Por otra parte, el libro Manual de instalaciones Hidráulicas, sanitarias, aire, gas y vapor hace enfoque a “Las limitaciones de las tuberías de PVC que hay que tomar en cuenta son:

1. A temperatura inferior a 0°C el PVC reduce su resistencia al impacto.
2. La tubería de PVC no debe quedar expuesta por periodos prolongados a los rayos del sol, porque estos pueden afectar ciertas propiedades mecánicas de la tubería.
3. Las tuberías de PVC fácilmente pueden sufrir raspaduras. (ZEPEDA, 2001, pág. 211)

Además, Zepeda explica su ejemplo de dilatación en una tubería de PVC exponiendo que:

“La dilatación por cambio de temperatura en PVC es la siguiente:

0.08 mm por grado centígrado y por cada metro, esto significa que una instalación sanitaria con tubería de PVC, en la cual tenemos cambios constantes de temperaturas de 40°C. Aproximadamente un tubo con un largo de 3000mm sufre una dilatación de 9,6 mm. Este cambio de longitud puede causar tensiones en el material que pueden llegar a producir fallas” (ZEPEDA, 2001, pág. 279)

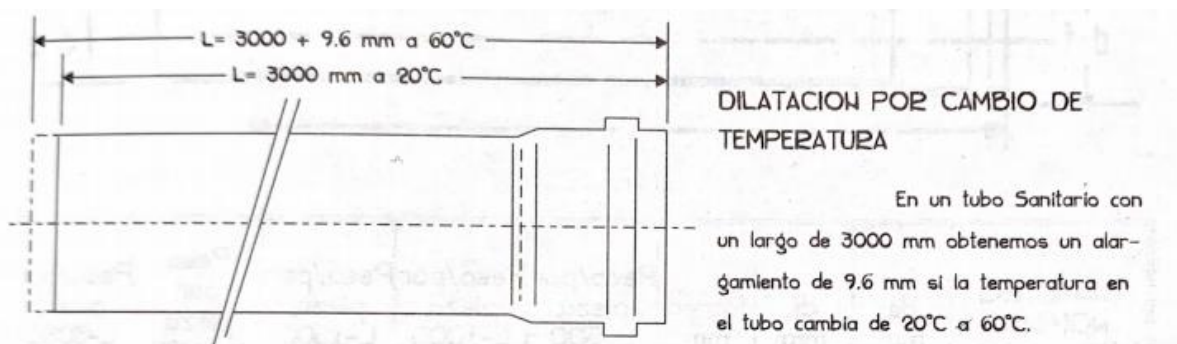


Figura 3 DILATACION POR CAMBIO DE TEMPERATURA DE ZEPEDA

TOMADO DE: Manual de instalaciones hidráulicas, sanitarias, aire, gas y vapor. Editorial limusa (2001).

En cuanto al contexto colombiano y su normativa para tuberías en PVC se estipula en la norma NTC 1087 apartado A.1.9 sobre expansión térmica que “se deben emplear métodos

aprobados para permitir la expansión térmica y el movimiento en todas las instalaciones de tuberías, en las derivaciones o cambios de dirección la tubería se apoya, pero no se sujeta con demasiada rigidez. Los orificios a traes de los elementos de la estructura deben estar dimensionados adecuadamente para permitir un movimiento holgado. A través de los tejados no se deben instala tubería, excepto la de ventilación, que va a estar expuesta a la luz solar directa después de la instalación. (NTC1087Apart.1.9, 2016, pág. 12) y conforme al A.1.1.11 sobre tuberías expuestas “Cuando la tuberías está expuesta a viento, nieve y cargas de hielo, deberá proporcionársele el soporte adecuado, los desfogues de la instalación sanitaria expuestos a la luz solar se deben proteger con pinturas de caucho sintéticas de base agua, en donde las temperaturas superficiales excedan a los 60C (140F) la tubería se debe proteger mediante un blindaje o algún tipo de aislante ultraliviano” (NTC1087Apart.1.9, 2016, pág. 13) .

Indudablemente las tuberías de PVC presentan degradación ultravioleta y patologías como deformaciones y cristalización debido a factores como la dilatación y la contracción de la tubería hidráulica de PVC. Actualmente en el mercado podemos encontrar productos dispuestos para aplicar en tuberías hidráulicas de PVC que se encuentran expuestas a la intemperie como lo son los tubos flexibles conduit PAVCO de ½ pulgada y el recubrimiento tipo chaqueta HDPE + UV que retarda el congelamiento de agua en las tuberías hidráulicas.

	PRODUCTO: Tubo conduit 1/2 pulgada x 1 metro flexible PAVCO
	TIPO: Tubos y fittings PVC
	CARACTERISTICAS: Tubería flexible y resistente
	MATERIAL: PVC
	CARACTERISTICAS: Tubería flexible y resistente
	USO : Protege cables eléctricos en instalaciones industriales y domiciliarias donde se necesite protección contra la corrosión
	RECOMENDACIONES: Puede instalarse en concreto.
DIMENSIONES: 1 metro - 1/2 de pulgada	

Figura 4 FICHA TECNICA TUBO CONDUIT 1/2 PULGADA x1 METRO PAVCO

RECUPERADO DE: *Elaboración propia.*

	PRODUCTO: Tubería en PVC RDE 21 con recubrimiento HDPE + UV
	TIPO: protección
	CARACTERISTICAS: Tubería flexible y resistente
	USO : La línea de tuberías preinstaladas está diseñada para el transporte de agua refrigerada y agua en condensación, ideal para instalaciones de aire acondicionado e industria.
	RECOMENDACIONES: Puede instalarse en concreto.

Figura 5 FICHA TECNICA TUBERIA EN PVC RDE21 CON RECUBRIMIENTO HDPE+UV

RECUPERADO DE: *Elaboración propia.*

Sin embargo, estos productos no protegen a la tubería hidráulica de PVC de patologías como la dilatación y contracción por cambios de temperatura en el ambiente, deformación y cristalización de la tubería, pensando en el mejoramiento de la tubería hidráulica en PVC.

Se selecciona un material como el caucho termoencogible de acuerdo a su característica mecánicas y físicas de material. El Termoencogible de pared sencilla de 20mm de diámetro interno es un tubo termo contraíble, Flexible, Retardante de llama, Baja generación de humo al quemarse, Temperatura de funcionamiento continua: -45 °C a 125 °C 6. Temperatura de contracción: 120 °C 7. Soportando alta temperaturas de radiación solar y aislando la tubería totalmente de factores externos y cambios climáticas como la radiación solar y el cambio de temperaturas en el ambiente evitando gracias a su sistema de contracción y sellado hermético del material la dilatación de la tubería manteniéndola en su estado original de fabricación.



Figura 6 FICHA TECNICA DE CAUCHO TERMOENCOGIBLE DE 1/2 DE DIAMETRO

RECUPERADO DE: Elaboración propia.

Teniendo una ventaja adicional en cuanto a costos comparado con los otros productos que se encuentran en el mercado ya que 1 metro de este material tendría un valor de \$ 2.000 COP haciéndolo un material muy económico respecto al valor unitario por metro del tubo flexibles conduit PAVCO de ½ pulgada y el recubrimiento tipo chaqueta HDPE + UV, haciéndolo un producto más asequible que las otras opciones del mercado.

7 Marco conceptual

PVC

Es un material compuesto sintético usado para la generación del plástico.

Dilatación térmica.

La dilatación térmica es el cambio de dimensión y proporciones de un material debido al aumento de temperatura.

Degradación ultravioleta

Patología producida principalmente por la radiación solar directa continua.

Tubo Termoencogible

El tubo termoencogible es un material compuesto por poliolefina que al verse sometido al aumento en la temperatura tiene la capacidad de contraerse hasta un 50% de su diámetro.

8 Marco Normativo

En este trabajo investigativo a lo largo de su desarrollo se vio influenciado de gran manera por la NTC 1087 Tubos de policloruro de vinilo (PVC) para uso sanitario-aguas lluvias y ventilación, donde su apartado A.1.9 expansión térmica hace referencia al debido acondicionamiento para una correcta expansión térmica de la tubería en PVC e indicando que: “A través de los techados no se deben instalar tuberías, excepto la de ventilación, que va a estar expuesta a la luz solar directa después de la instalación” (NTC1087Apart.1.9, 2016, pág. 12) y aportando datos fundamentales sobre el proceso de protección que se debe realizar a tuberías expuestas a la intemperie como se habla en el apartado A.1.1.1 sobre tuberías expuestas “Cuando la tuberías está expuesta a viento, nieve y cargas de hielo, deberá proporcionársele el soporte adecuado, los desfogues de la instalación sanitaria expuestos a la luz solar se deben proteger con pinturas de caucho sintéticas de base agua, en donde las temperaturas superficiales excedan a los 60C (140F) la tubería se debe proteger mediante un blindaje o algún tipo de aislante ultraliviano” (NTC1087Apart.1.9, 2016, pág. 13) Bajo estas especificaciones de la NTC se traza una guía de identificación del material y posibles formas de aplicación de materiales a las tuberías hidráulicas de PVC.

9 Aspectos Metodológicos

La metodología de trabajo de este proyecto se divide en 5 fases su primera fase de reconocimiento y evidencia de patologías en tuberías hidráulicas de PVC que se encuentran expuestas a la intemperie, una segunda fase con el fin de proponer un posible material de protección a las tuberías hidráulicas de PVC expuestas. En su tercera fase se realizarán los respectivos ensayos y obtención de datos del material seleccionado, seguidamente la fase cuatro analizando los resultados obtenidos se proponen las características del material a desarrollar, finalmente en su fase cinco se obtendrá un prototipo físico del material.

Fase 1: Se desarrollará una visita de campo a dos viviendas residenciales con tanques de reservas de agua en cubiertas y tuberías expuestas, en diferentes localidades de la ciudad de Bogotá, implementando una guía de observación enfocada en las patologías y fallos de las tuberías hidráulicas expuestas de PVC, evidenciando las problemáticas que se presenten por medio de un registro fotográfico.

Fase 2: Se realiza un estudio previo partiendo de artículos científicos e investigaciones bibliográficas con el fin de proponer un posible material de recubrimiento para la tubería hidráulica de PVC expuestas a la intemperie.

Fase 3: Se realizará un ensayo casero de dilatación térmica a tuberías de PVC sometiendo 3 tuberías nuevas de 20 MM de diámetro y 25 CM de largo. Una de ellas no llevará el recubrimiento de caucho termoencogible mientras que la segunda tendrá el recubrimiento en caucho termoencogible de pared sencilla y la tercera tubería se recubrirá con un caucho termoencogible de doble pared. Estas se someterán al ensayo planteado, analizando y plasmando en graficas los resultados de dichos ensayos.

Fase 4: Apóyense en los resultados de los ensayos caseros a los prototipos se plantea implementar un caucho termoencogible que presenta unas características de mejoramiento a las tuberías hidráulicas de PVC expuestas, como posible solución por medio de la empresa (ECG ELECTRONICS) principal empresa proveedora de caucho termoencogible en colombiana se elaborara un prototipo de recubrimiento de caucho para tuberías hidráulicas en PVC que minimice la dilatación en la tuberías por radiación solar y contracción por reducción en la temperatura evitando la cristalización de la tubería hidráulica.

Fase 5: Se obtendrá un recubrimiento de caucho termocongible de pared sencilla de 20 mm de diámetro y 6 metros de longitud que se podrá aplicar a tuberías hidráulicas nuevas, se adiciona un manual de instalación del producto y su correcta instalación sobre la tubería.

10 Fase I. Registro y evidencia de patologías

Como se estipulo en la fase 1 de la metodología se dio inicio con la generación del formato para la recolección de información evidenciada y obtenida en campo en conjunto con una cámara de un teléfono móvil, contando ya con los medios de recolección de datos e información se procedió a seleccionar las 2 viviendas en la ciudad de Bogotá teniendo en cuenta que cumplieran con las siguientes características:

1. La vivienda debe contar con una instalación hidráulica en PVC expuesta a la intemperie o sobre la cubierta de la vivienda.
2. Que la tubería no haya sido reemplaza en su totalidad recientemente.
3. La tubería de PVC de la instalación hidráulica este en uso.

Siguiendo con estas condiciones se seleccionaron dos viviendas:

Tabla 2 VIVIENDAS DE ESTUDIO

VIVIENDAS DE ESTUDIO	
VIVIENDA 1	VIVIENDA 2
Localidad: San Cristóbal	Localidad: Los Mártires
CLL 20C #12 47 ESTE	CRR 25A 1D 32
Barrio: La castaña	Barrio: Santa Isabel
Bogotá	Bogotá

RECUPERDADO DE: Elaboración propia

Se solicitó un permiso previo a los propietarios de las viviendas el día 10 de marzo del año 2020 la vivienda 1, en su cubierta se localizó la instalación hidráulica la cual está compuesta por

tubos y uniones en PVC que sirven para la conducción de agua del tanque de reserva de esta vivienda.

El propietario indica que había presentado humedades en placa debido a un goteo que generaba la tubería del tanque de reserva de agua, por lo cual se vio obligado a realizar cambios en algunas secciones de la tubería y reparaciones anteriormente mejorando la filtración de agua en la tubería. Realizando el registro fotográfico lo primero que se observa fue un pequeño goteo de agua procedente de la tubería hidráulica de PVC sobre la placa de concreto de la cubierta de esta vivienda en el área donde anteriormente ya se había presentado humedad según el propietario, observando la tubería más de cerca evidencio que algunas secciones de la tubería se encuentran con pequeños agrietamientos a lo largo de ella, también un color marrón en algunas partes de la tubería mostrando signos de desgaste.

En las secciones inferiores de la tubería en la cara superior del tubo la más expuesta a radiación solar es muy notable la erosión y como afecta la tubería. Ya finalizando el registro fotográfico se encontró una pieza que fue reemplaza en la tubería y que era parte de esta, se encontraba a pocos centímetros del tanque de reserva al parecer se estaba en el lugar desde hace mucho tiempo el propietario indico que era una de las piezas que reemplazo, tenía un grado de deformación, desgaste y deterioro que presentaba la sección como lo podemos ver en la figura 7 fotografía # 2 con esta última se finalizó el registro fotográfico el cual seguidamente se diligencio en el formato de recolección de datos.

El análisis de los datos recolectados en la vivienda #1 confirmó que efectivamente los factores climáticos directos, la exposición a la intemperie de la tubería de PVC y la radiación solar directa son potenciales generadores de patologías como agrietamientos, deformaciones y cristalización a lo largo y por secciones en la tubería hidráulica de PVC, teniendo no solo

consecuencias sobre la tubería hidráulica si no también afectando la vivienda de manera directa como se evidencia en la figura 7 foto #3 - #4 la filtración de agua de la tubería sobre la placa.



Figura 7 Vivienda #1 calle 20 c #12 47Este.

RECUPERADO DE: Elaboración propia.

Está produciendo humedades al interior de la vivienda la cual fue la principal razón por la que el propietario decidió reemplazar y parar algunas secciones de la tubería. Como se realizó en el primer registro fotográfico a la vivienda 1 se solicitó un permiso previo a los propietarios de las viviendas, el día 11 de marzo del año 2020 en la vivienda 2 en su cubierta se localizó la instalación hidráulica la cual está compuesta por tubos y uniones en PVC que sirven para la conducción de agua del tanque de reserva de esta vivienda, el propietario indica que la tubería del tanque de reserva de agua no es antigua. ejecutando el registro fotográfico lo primero que se observa son algunas secciones de la tubería se encuentran con pequeños agrietamientos a lo largo de ella, también un color marrón en algunas partes de la tubería mostrando signos de desgaste, la sección inferior de la tubería en la cara superior del tubo es muy notable la erosión y está afectando a la tubería.

El análisis de los datos recolectados en la vivienda 2 confirmó que efectivamente los factores climáticos directos sobre la tubería hidráulica de PVC, la exposición a la intemperie de la tubería y la radiación solar directa son potenciales generadores de patologías como agrietamientos, deformaciones y cristalización a lo largo y por secciones en la tubería hidráulica de PVC, teniendo no solo consecuencias sobre la tubería hidráulica si no también afectando económicamente y de forma directa al propietario de la vivienda.



Figura 8 VIVIENDA #2 CRR 25A ID 32, BOGOTA.

RECUPERADO DE: Elaboración propia.

11 Fase II. Identificación de materiales

Como se verifica en la Fase I, las tuberías presentan patologías y afectaciones por factores externos al encontrarse a la intemperie, lo que demuestra la importancia de proteger la tubería de estas condiciones a las que se ve sometida. Coincidiendo en una posible solución para minimizar estas problemáticas, aplicando directamente sobre la afectada una envolvente que la proteja de las condiciones externas aislándola por completo.

Inicialmente se pensaron en varios materiales plásticos para aplicarlo sobre las tuberías de PVC en redes hidráulicas expuestas, haciendo la función de envolvente o recubrimiento. No siendo viables debido a que al ser materiales plásticos se presentarían afectaciones similares a las de la tubería de PVC.

Teniendo en cuenta esto se sugirió el caucho termoencogible como posible material para generar una envolvente este es un material creado para la aplicación en cableados eléctricos nunca antes aplicado a una tubería hidráulica en PVC, indagando sobre las propiedades mecánicas de este material, empresas como comercial eléctrica ferretera colombiana CEF y la compañía Mexicana IFE fabricantes y comercializadoras del este tubo termoplástico indican que

“Entre sus características principales encontramos:

1. Protección a los rayos ultravioleta (UV)
2. Aislantes del calor y es un gran aislante eléctrico.
3. Permite resguardar del polvo, líquidos y otras partículas ambientales.
4. Otorga estabilidad, ya que su posición es una mezcla perfecta entre dureza y flexibilidad.
5. Flexible.
6. Buena resistencia mecánica, eléctrica y química.
7. Excelentes propiedades de sellado.

8. Rango de temperatura de operación -55 °C – 125 °C
9. Temperatura de contracción 90°C – 110°C

Además, brindando una serie de fichas técnicas con las características más relevantes de producto como en la Figura # 9 en conjunto con la #10 de la empresa mexicana IFE.

Tamaños estándar para IFE-DWT (3:1) Tubo termocontraíble				
Tamaño Pulgadas (mm)	Tal como se suministra (mm)		Después de calentar (mm)	
	Diámetro interior mínimo	Pared nominal	Diámetro interior mínimo	Pared nominal
1/8" (3)	3.0	0.4	1.00	0.85 ± 0.28
3/16" (5)	4.8	0.4	1.50	1.05 ± 0.28
1/4" (6)	6.0	0.45	2.00	1.10 ± 0.28
3/8" (9)	9.0	0.60	3.00	1.45 ± 0.28
1/2" (12)	12.0	0.60	4.00	1.50 ± 0.38
3/4" (19)	19.0	0.75	6.00	2.00 ± 0.55
1" (24)	24.0	0.75	8.00	2.00 ± 0.55
1 1/4" (32)	31.8	0.80	11.00	2.20 ± 0.55
1 1/2" (38)	38.1	0.85	13.00	2.50 ± 0.55
2" (50)	50.0	1.0	17.00	2.50 ± 0.55

Figura 9 FICHA TECNICA TAMAÑOS ESTANDAR PARA TUBO TERMOENCOGIBLE

TOMADO DE: Tubos Termoencogibles. IFE Americas, Inc. (2020). <http://ife-group.com/productos/mangas-de-proteccion/tubos-termoencogibles-libre-de-halogenos/?lang=es>

Especificaciones para IFE-DWT (Relación de contracción: 3:1)	
Artículo	Especificaciones
Temperatura de encogimiento (°C)	110
Rango de temperatura (°C)	-55 to ~125
Índice de encogimiento radial (%)	≥50
Cambio longitudinal (%)	≤10
Dureza a la tensión (MPa)	≥10.4
Elongación máxima (%)	≥200
Envejecimiento en horno de circulación de aire	158.0±1.0°C, 168 horas
Después de envejecer:	
Dureza a la tensión (MPa)	≥7.3
Elongación máxima (%)	≥100
Resistividad al volumen(Ω.cm)	≥10 ¹³
Resistencia dieléctrica @ 1 min.	Sin desglose
Flamabilidad	VW-1
Absorción de agua (%)	<0.4
Resistencia a fluidos	Excelente
Corrosión de cobre	Sin corrosión
Punto de reblandecimiento del revestimiento derretible (°C)	120 ±5
Resistencia al pelado del revestimiento derretible N/mm	>80/25

Figura 10 FICHATECNICA CON LAS PROPIEDADES DEL TUBO TERMOENCOGIBLE.

TOMADO DE: Tubos Termoencogibles. IFE Americas, Inc. (2020). <http://ife-group.com/productos/mangas-de-proteccion/tubos-termoencogibles-libre-de->

Con ayuda de los datos y la información de fichas técnicas otorgadas por las empresas fabricantes del material, el tubo termoencogible se ajusta en su totalidad a las características deseadas para aplicarlo como envoltante de protección y aislamiento de la tubería de PVC. El recubrimiento aportaría un total aislamiento de los factores climáticos externos, como se indica en la tabla es resistente a rayos ultra violeta (UV), se contrae hasta un 50% permitiendo adherirse a la tubería herméticamente, cuenta con un rango bastante amplio de temperatura en trabajo continuo evitando la dilatación de la tubería. De esta manera se selecciona el tubo termoencogible para aplicarse como envoltante a las tuberías hidráulicas de PVC que se encuentran a la intemperie.

12 Fase III. Ensayo casero de dilatación térmica

Siguiendo la línea de investigación ya conociendo a profundidad las problemáticas que presentan las tuberías de PVC expuestas, con el material ya identificado para la envolvente, se requiere conocer la viabilidad y aplicación de este material para la tubería obteniendo una posible solución de estas problemáticas.


Se procede a realizar un ensayo casero de dilatación térmica, consiste en someter a prueba 3 tuberías de PVC de 20 MM de diámetro y 25 CM de longitud. Una de ellas no llevará el recubrimiento de caucho termoencogible mientras que la segunda tendrá el recubrimiento en caucho termoencogible de pared sencilla y la tercera tubería se recubrirá con un caucho termoencogible de doble pared, estas tres tuberías irán soportadas en una base de madera la cual tendrá un ángulo de inclinación de 45°. Como se evidencian sus especificaciones técnicas en la tabla #4 “considerando un valor óptimo de exposición en zonas ecuatoriales; bajo estas condiciones se ofrece la máxima intensidad y exposición directa de la luz solar” (ASTMD1435, 2005) siendo así un factor determinante para realizar el ensayo.

Este se ubicará a la intemperie ya con las tuberías montadas, utilizando una pistola de calor se aplica la máxima temperatura durante 10 minutos a las tuberías, las que tendrán un termómetro de apoyo para conocer la temperatura que se está aplicando sobre ellas. Para medir su grado de expansión y contracción de las tres tuberías se usará un calibrador metálico de precisión y una cinta métrica esto arrojará unos datos que se analizarán en tablas y gráficos obteniendo así un resultado sobre la aplicación del caucho termoencogible en la tubería hidráulica de PVC expuestas a la intemperie.

El ensayo de dilatación térmica a la tubería hidráulica de PVC se inicia el día 15/05/2020 a las 9 am, tomando una tubería hidráulica de PVC de 6 metros de longitud y 20 mm de diámetro, se cortó en 3 secciones de 25 cm y usando una segueta de sierra metálica y eliminando la rebaba de sus bordes con una lija, como lo estipula la (NTC1087 Apart.1.9, 2016, pág. 10) apartado A.1.5.1 corte del tubo y el apartado A.1.5.2 Eliminación de rebabas en el tubo.

Obteniendo así los especímenes de tubería para la realización del ensayo, como es evidente en la tabla # 2 sobre dimensionamiento de tuberías para ensayo de dilatación térmica.


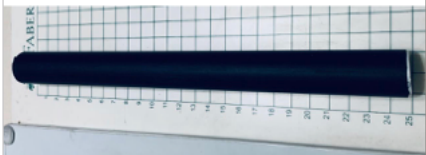
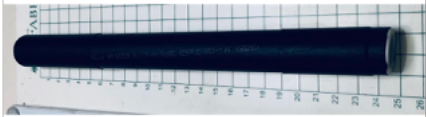
Tabla 3 DIMENSION DE TUBERIAS PARA ENSAYO DE DILATACION TERMICA

DIMENSION DE TUBERIAS PARA ENSAYO DE DILATACION TERMICA			
TUBERIAS DE ENSAYO	LONGITUD EN MILIMETROS (MM)	DIAMETRO EN MILIMETROS (MM)	ESPESOR DE PARED EN (MM)
<p>TUBERIA 1</p> 	250 mm	20 mm	2 mm
<p>TUBERIA 2</p> 	250 mm	20 mm	2 mm
<p>TUBERIA 3</p> 	250 mm	20 mm	2 mm

RECUPERDADO DE: *Elaboración propia.*

A las cuales a dos de estas tres tuberías se aplicó el recubrimiento de caucho termoencogible, que se usa sobre ellas para el ensayo de dilatación térmica. Previamente cortado en dos secciones la primera de 25 cm de longitud con un diámetro de 20 mm y 0.5 mm de espesor de la pared del recubrimiento correspondiente al termoencogible de pared sencilla, la segunda sección correspondiente al termoencogible de pared doble teniendo una medida de 25 cm de longitud, 20 mm de diámetro y 1mm de espesor de pared aplicando estas secciones sobre la tubería. Obteniendo así las secciones de tubería óptima para someterse al ensayo de dilatación térmica.





Tabla 4 Dimensión de tuberías con aplicación de caucho termoencogible para ensayo de dilatación térmica.

DIMENSION DE TUBERIAS CON APLICACION DE CAUCHO TERMOENCOGIBLE PARA ENSAYO DE DILATACION TERMICA			
TUBERIAS DE ENSAYO	LONGITUD EN MILIMETROS (MM)	DIAMETRO EN MILIMETROS (MM)	ESPESOR DE PARED EN (MM)
<p>TUBERIA 1 SIN CAUCHO TERMOENCOGIBLE</p> 	250 mm	20 mm	2 mm
<p>TUBERIA 2 CON CAUCHO TERMOENCOGIBLE</p> 	250 mm	20.5 mm	2.5 mm
<p>TUBERIA 3 CON CAUCHO TERMOENCOGIBLE DOBLE</p> 	250 mm	21 mm	3 mm

Para esta etapa del ensayo contando ya con las secciones de tuberías a utilizar se decidió fabricar una base en madera para apoyar estas secciones de tubería y así obtener un resultado más exacto del ensayo. La base de madera además de sostener las tuberías mientras se desarrolla el ensayo, cuenta con una característica muy importante y es su inclinación con un ángulo exacto de 45° evidente en la tabla # 7 como lo recomienda el “Estudio del grado de degradación de PVC (Policloruro de vinilo) y PMMA (Polimetacrilato de metileno), en las condiciones atmosféricas de la ciudad de Quito” sustentado en la norma (ASTMD1435, 2005).

Así “considerando un valor óptimo de exposición en zonas ecuatoriales; bajo estas condiciones se ofrece la máxima intensidad y exposición directa de la luz solar” (Delgado, 2012, pág. 13) .


Tabla 5 Base de madera de apoyo para ensayo de dilatación térmica.

BASE DE MADERA DE APOYO PARA ENSAYO DE DILATACION TERMICA	
	
	
MATERIAL	MADERA ACERRADA
ANGULO DE INCLINACION	45°
DIMENSIONES	42CM ALTO X 50CM ANCHO X 6CM ESPESOR DE PIEZAS DE MADERA

Teniendo en cuenta que el ensayo se realiza a la intemperie y expuesto a factores naturales cotidianos y artificiales como lo es el aumento de temperatura con una pistola de calor. Siendo las 2:30 pm contando con una temperatura ambiente de 18°C como lo indica la aplicación móvil CLIMA, se montan las secciones de tuberías sobre la base de madera y se ubican en la cubierta expuesta a la intemperie de una vivienda de dos plantas como se observa en la tabla #5.

Tabla 6 Montaje de secciones de tubería sobre base de madera para ensayo de dilatación térmica.

INICIO ENSAYO DE DILATACION TERMICA



Bogotá

Mayormente nublado

18°

Viernes HOY		19	11
Ahora	3 p. m.	4 p. m.	5 p. m.
18°	18°	18°	17°
Sábado		20	11
Domingo		21	11
Lunes		21	11
Martes		20	11
Miércoles		20	11
Jueves		20	10
Viernes		21	11

FECHA : 15/05/2020

HORA DE INICIO : 2:30 PM

TEMPERATURA AMBIENTE : 18 °C

RECUPERADO DE: *Elaboración propia*





Se procede a realizar un acondicionamiento térmico natural de las secciones de tubería exponiéndola 30 minutos a la intemperie con luz solar natural y radiación ultravioleta (UV) directa así regulando las secciones a una temperatura ambiente.

Concluyendo a las 3:00 pm, los 30 minutos de acondicionamiento térmico natural con una temperatura ambiente de 19°C evidenciando el aumento de un grado en la temperatura ambiente. Se procede con un termómetro eléctrico a tomar la temperatura de las tres secciones de tubería que recibieron radiación solar directa durante estos 30 minutos.

Al tomar la temperatura de las tuberías el termómetro indica que:

- La tubería #1 tiene una temperatura de 35.2 °C.
- La tubería #2 tiene una temperatura de 34.9 °C.
- La tubería #3 tiene una temperatura de 35.8 °C.

Tabla 7 Temperatura secciones de tubería después de 30 minutos a exposición solar natural.

TEMPERATURA SECCIONES DE TUBERIA DESPUES DE 30 MINUTOS A EXPOSICION SOLAR NATURAL.			
 <p>Bogotá Parcialmente nublado 19°</p> <p>Viernes hoy 19 11</p> <p>Ahora 4 p.m. 5 p.m. 6 p.m. 6:02 p.m.</p> <p>19° 19° 18° 17° Atarde</p> <p>Sábado 20 11</p> <p>Domingo 21 11</p> <p>Lunes 21 11</p> <p>Martes 20 11</p> <p>Miércoles 20 11</p> <p>Jueves 20 10</p> <p>Viernes 21 11</p>	<p>TUBERIA 1 SIN CAUCHO TERMOENCOGIBLE</p> 	<p>TUBERIA 2 CON CAUCHO TERMOENCOGIBLE</p> 	<p>TUBERIA 3 CON CAUCHO TERMOENCOGIBLE DOBLE</p> 
	HORA : 3:00 PM	HORA : 3:01 PM	HORA : 3:02 PM
TEMPERATURA AMBIENTE 19 °C	TEMPERATURA TUBERIA 1 35.2 °C	TEMPERATURA TUBERIA 2 34.9 °C	HOTEMPERATURA TUBERIA 3 35.8°C




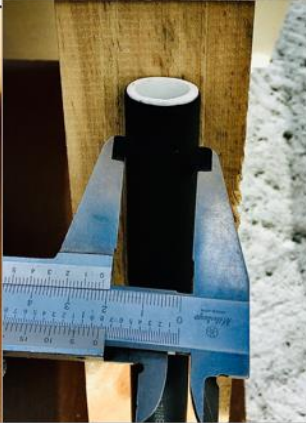
Como es evidente en la tabla #6 la tubería 2 con recubrimiento de caucho termoencogible presenta una disminución de temperatura con respecto a las muestras tubería 1 y tubería 3, las cuales han sido expuestas a las mismas condiciones ambientales.

Teniendo ya un referente de la temperatura actual de las secciones de tuberías. Por medio de un calibrador se continuo a realizar la respectiva toma de dimensiones de las tres secciones para evidenciar si se presenta algún tipo de deformación o dilatación de las tres secciones del ensayo.

Al tomar la medida del diámetro de las tuberías el calibrador indica que:

- La tubería #1 tiene un diámetro de 21 mm.
- La tubería #2 tiene un diámetro de 20.5 mm.
- La tubería #3 tiene un diámetro de 21 mm.

Tabla 8 DIAMETRO SECCIONES DE TUBERIA DESPUES DE 30 MINUTOS A EXPOSICION SOLAR NATURAL.

DIAMETRO SECCIONES DE TUBERIA DESPUES DE 30 MINUTOS A EXPOSICION SOLAR NATURAL.			
	TUBERIA 1 SIN CAUCHO TERMOENCOGIBLE	TUBERIA 2 CON CAUCHO TERMOENCOGIBLE	TUBERIA 3 CON CAUCHO TERMOENCOGIBLE DOBLE
			
HORA : 3:05 PM	HORA : 3:06 PM	HORA : 3:07 PM	HORA : 3:08 PM
TEMPERATURA AMBIENTE 19 °C	DIAMETRO TUBERIA 1 21mm	DIAMETRO TUBERIA 1 20.5 mm	DIAMETRO TUBERIA 1 21mm
	TEMPERATURA TUBERIA 1 35.2 °C	TEMPERATURA TUBERIA 2 34.9 °C	HOTEMPERATURA TUBERIA 3 35.8°C

Obteniendo un dato muy positivo ya que como se puede observar el calibrador muestra que el diámetro de la tubería 1 es de 21 mm aumentando un 1mm su diámetro debido a los 35.2 °C producto de los rayos solares directos sobre la tubería. A comparación de las tuberías 2 y 3 que cuentan con el recubrimiento de caucho termoencigible no muestran ningún signo de dilatación o deformación manteniendo sus dimensiones iniciales.

Siendo las 3:10 pm mediante la pistola de calor se inicia a someter las secciones de tuberías a 10 minutos continuos de la máxima capacidad de calor artificial de la pistola de calor

Tabla 9 AUMENTODE TEMPERATURA ARTIFICIAL POR PISTOLA DE CALOR.

INICIO ENSAYO DE DILATACION TERMICA CON CALOR ARTIFICIAL.

Bogotá				
Parcialmente nublado				
19°				
Viernes HOY		19	11	
Ahora	4 p. m.	5 p. m.	6 p. m.	6:02 p.
19°	19°	18°	17°	Atarde
Sábado			20	11
Domingo			21	11
Lunes			21	11
Martes			20	11
Miércoles			20	11
Jueves			20	10
Viernes			21	11

FECHA : 15/05/2020





HORA DE INICIO : 3:10 PM

TEMPERATURA AMBIENTE : 19 °C

Concluyendo a las 3:20 pm los diez minutos de calor artificial aplicado a las secciones de tubería, contando con una temperatura ambiente que se mantuvo en 19°C durante la aplicación de calor artificial, se continuo a tomar la temperatura de las secciones de tuberías indicando el termómetro que:

- La tubería #1 tiene una temperatura de 38.5 °C.
- La tubería #2 tiene una temperatura de 42.8 °C.
- La tubería #3 tiene una temperatura de 42.9 °C.

Tabla 10 TEMPERATURA SECCIONES DE TUBERIAS EXPUESTAS A 10 MINUTOS DE CALOR ARTIFICIAL.

TEMPERATURA SECCIONES DE TUBERIA DESPUES DE 10 MINUTOS EXPOSICION A CALOR ARTIFICIAL			
			
	HORA : 3:21 PM	HORA : 3:22 PM	HORA : 3:23 PM
TEMPERATURA AMBIENTE 19 °C	TEMPERATURA TUBERIA 1 38.5 °C	TEMPERATURA TUBERIA 2 42.8°C	HOTEMPERATURA TUBERIA 3 42.9°C

RECUPERDADO DE: Elaboración propia

Evidenciando que la tubería #1 tubo el menor registro de temperatura respecto a las tuberías #2 y #3 que se encuentran protegidas por el caucho termoencogible como lo muestra la tabla #9.

Ya conociendo la temperatura en que se encuentra cada sección de tubería rápidamente se procede por medio del calibrador a tomar las dimensiones del diámetro de las tuberías para evidenciar la deformación de por la acción del calor y deformaciones evidentes en la siguiente tabla.

Tabla 11 DILATACION DE TUBERIAS DESPUES DE 10 MINUTOS EXPOSICION A CALOR ARTIFICIAL.

DIAMETRO SECCIONES DE TUBERIA DESPUES DE 10 MINUTOS EXPOSICION A CALOR ARTIFICIAL.			
	TUBERIA 1 SIN CAUCHO TERMOENCOGIBLE	TUBERIA 2 CON CAUCHO TERMOENCOGIBLE	TUBERIA 3 CON CAUCHO TERMOENCOGIBLE DOBLE
			
HORA : 3:25 PM	HORA : 3:26 PM	HORA : 3:27 PM	HORA : 3:28 PM
TEMPERATURA AMBIENTE 19 °C	DIAMETRO TUBERIA 1 21.5 mm	DIAMETRO TUBERIA 1 20.5 mm	DIAMETRO TUBERIA 1 21mm
	TEMPERATURA TUBERIA 1 38.5 °C	TEMPERATURA TUBERIA 2 42.2 °C	HOTEMPERATURA TUBERIA 3 42.9°C

RECUPERADO DE: *Elaboración propia*

Al tomar la medida del diámetro de las tuberías el calibrador indica que:

- La tubería #1 tiene un diámetro de 21.5 mm.
- La tubería #2 tiene un diámetro de 20.5 mm.
- La tubería #3 tiene un diámetro de 21 mm.

Notando que a comparación de las tuberías #2 y #3 que mantuvieron su diámetro inicial durante la explosión de calor artificial la tubería #1 por el contrario tubo una dilatación de 1.5 mm en su diámetro.

Mostrando un importante resultado ya que demuestra que las tuberías que contaban con el recubrimiento de caucho termoencogible de pared sencilla y pared doble evidentemente evitan la dilatación térmica de la tubería hidráulica de PVC.

12.1 Análisis y discusión de resultados

Finalizando el ensayo de dilatación térmica se obtuvieron unos resultados muy positivos los que se analizaron, gracias a las tablas graficas que se utilizaron para la recolección de información permitieron elaborar graficas de los resultados como la Figura #11 - #12.

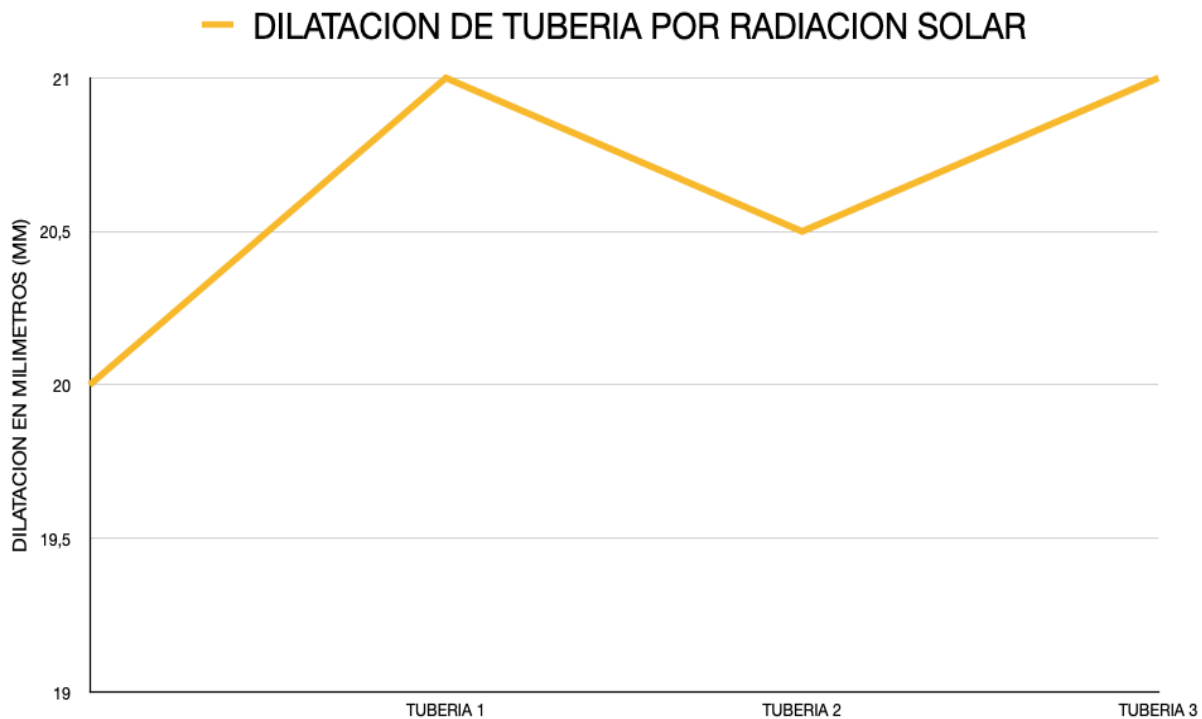


Figura 11 GRAFICA DILATACION DE TUBERIA POR RADIACION SOLAR.

RECUPERADO DE: Elaboración propia.

La grafica de dilatación de tubería por radiación solar, indica que de las tres secciones de tuberías en un rango de 19 mm a 21mm la tubería 1 tubo el rango más alto de dilatación en comparación a las tuberías 2 y 3 que no demuestran signos de dilatación gracias al recubrimiento termoencogible que se aplicó para protegerlas lo cual evidencia una mejoría de la tubería frente a la radiación solar directa.

Contando con estos importantes datos sobre la buena respuesta del termoencogible de pared sencilla se procede a analizar los datos de la prueba de dilatación térmica que se sometió a calor artificial realizando nuevamente una gráfica de datos.

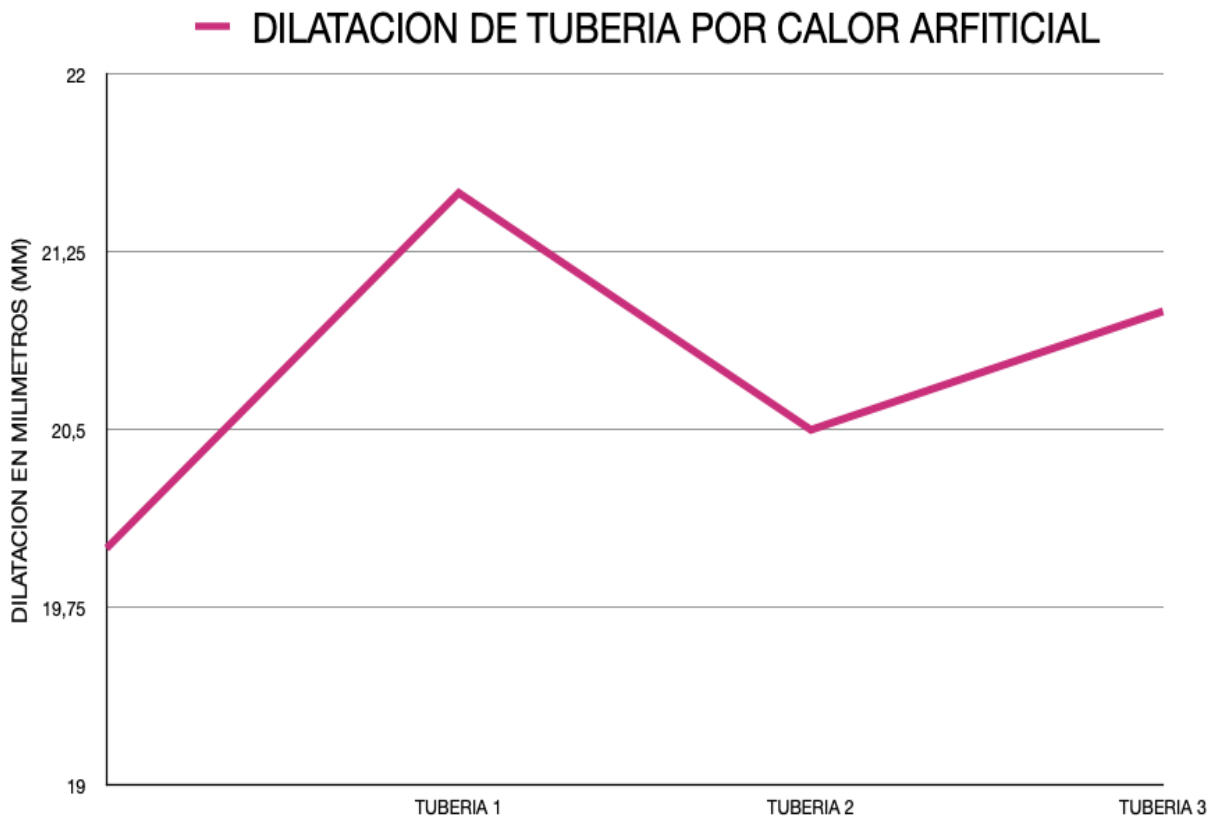


Figura 12 GRAFICA DILATACION DE TUBERIA POR CALOR ARTIFICIAL

RECUPERADO DE: *Elaboración propia.*

La grafica muestra un rango mayor de dilatación térmica de la tubería 1 en comparación con las tuberías 2 y 3 las cuales no se vieron afectadas a la temperatura aplicada por parte de la pistola de calor, manifestando que el caucho termoencogible de pared sencilla evita la dilatación térmica de las tuberías hidráulicas de PVC expuestas a la intemperie.

13 Fase IV desarrollo del prototipo

Basándose en los resultados de los ensayos se llegó a la conclusión de desarrollar un recubrimiento de caucho termoencogible de pared sencilla, tipo envolvente aplicable a tuberías hidráulicas de PVC que se encuentren expuestas a la intemperie minimizando así la dilatación térmica de la tubería.

El termoencogible de pared sencilla debido a su buen desempeño lo hace el material óptimo para realizar la envolvente de protección de la tubería hidráulica de PVC.

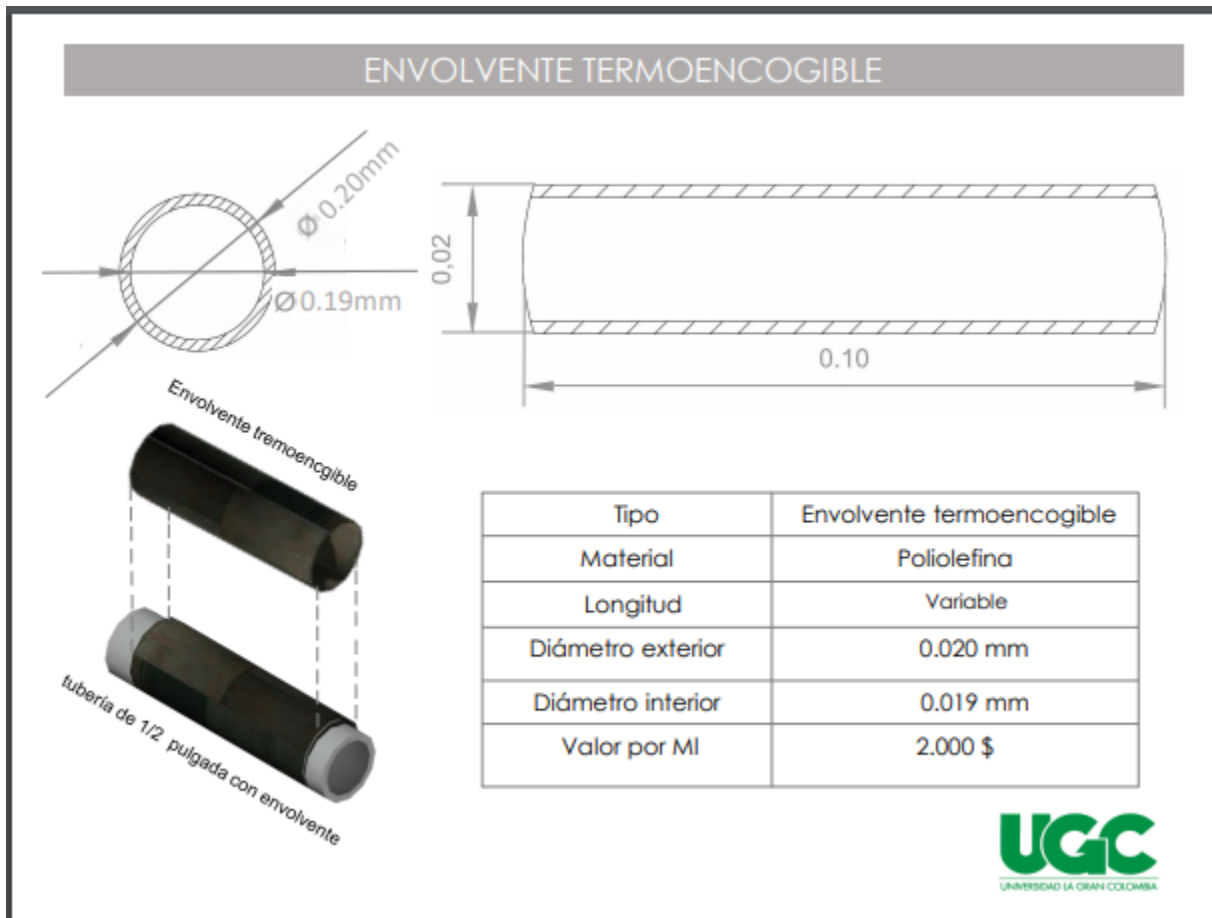


Figura 13 DIMENSIONES DE TERMOENCOGIBLE PARA APLICACION EN TUBERIA HIDRAULICA EN PVC.

RECUPERADO DE: *Elaboración propia*

14 Fase V: Producto final

Finalmente, con ayudada de la empresa ECG Electronic se obtuvo un recubrimiento de caucho termoencogible de pared sencilla aplicable a tuberías hidráulicas de PVC de 20mm de diámetro y un espesor de pared de 0.5 mm como se muestra en la figura # 11 a continuación.

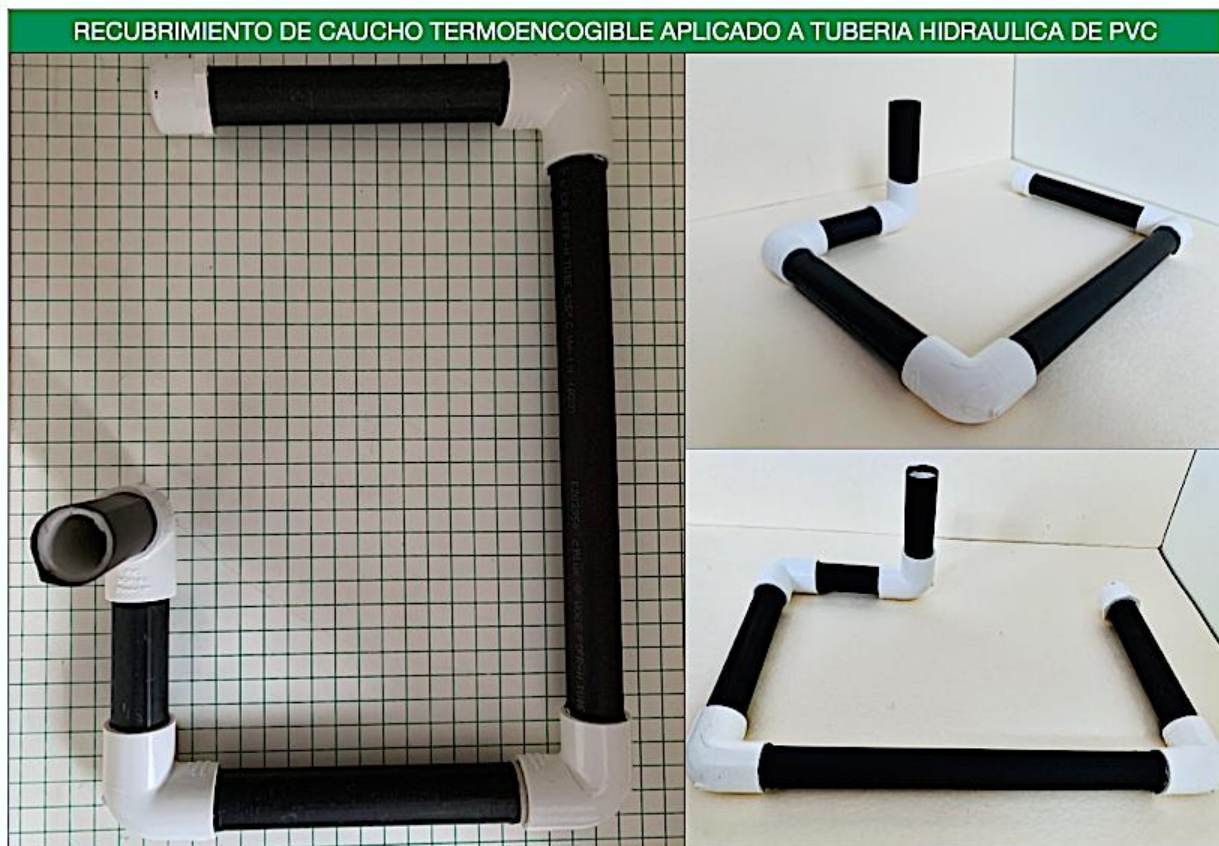


Figura 14 RECUBRIMIENTO DE CAUCHO TERMOENCOGIBLE APLICADO A TUBERIA HIDRAULICA DE PVC

RECUPERADO DE: Elaboración propia

El caucho termoencogible se aplicó a una tubería hidráulica de PVC siguiendo el proceso de la guía de instalación del caucho termoencogible. El recubrimiento tendrá la función de proteger y minimizar la dilatación térmica de la tubería hidráulica de PVC contrarrestando la posible generación de patologías como degradación ultravioleta y cristalización de la tubería de PVC.

15 Conclusiones y recomendaciones

Como se planteó en la metodología el recubrimiento de caucho termoencogible efectivamente resulto tener un gran rango de protección térmico sobre la tubería hidráulica de PVC como se evidencio al analizar los ensayos y las gráficas realizadas, convirtiéndolo en una gran propuesta para la minimización de esta patología producida por las radiaciones solares, se logró obtener un prototipo físico del recubrimiento termoencogible con las especificaciones necesarias para cumplir su función de recubrimiento sobre la tubería. Aplicado directamente sobre un tramo de tubería como se muestras en la figura 13.

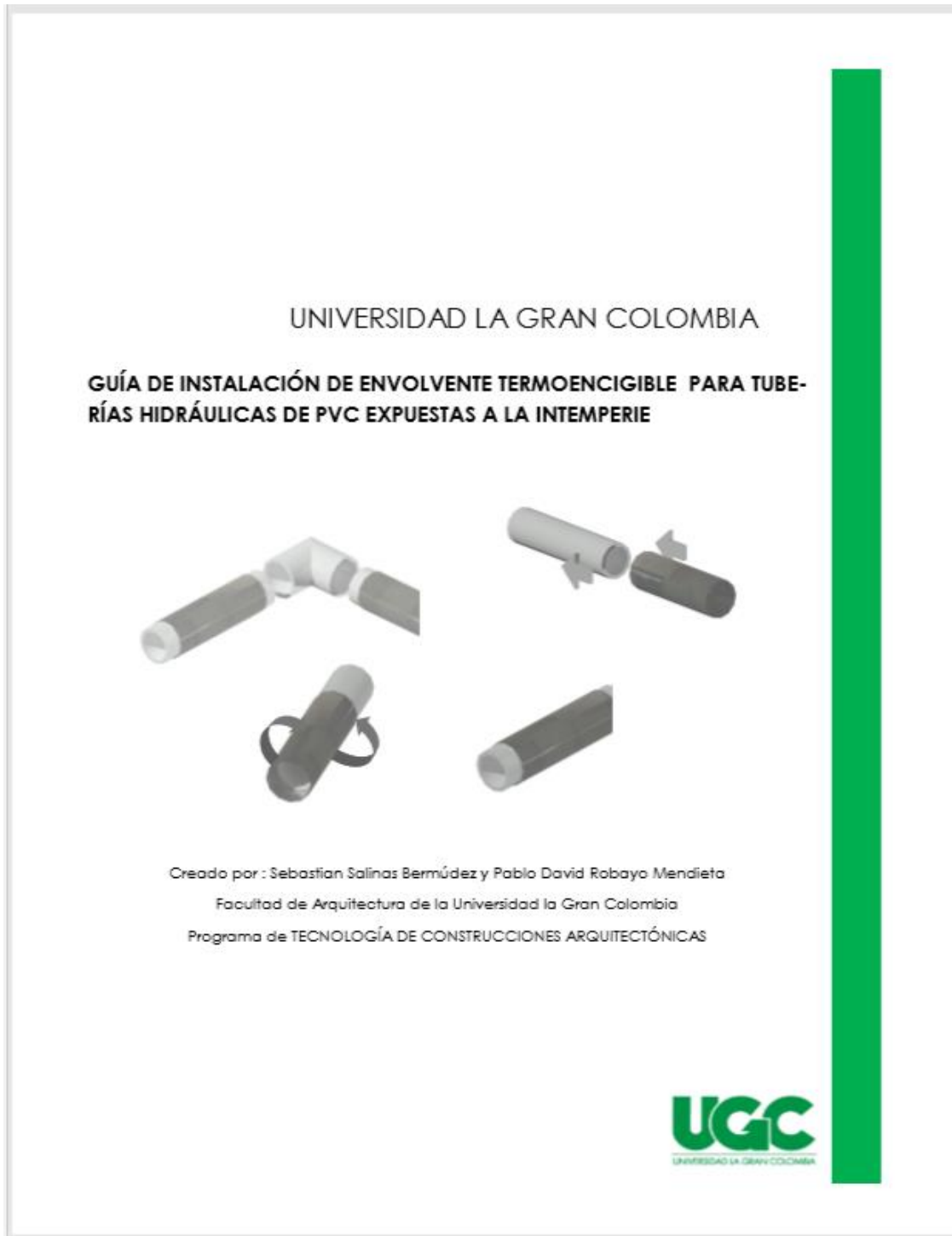
Se recomienda para un mayor conocimiento y un mejor uso del termoencogible:

- Realizar ensayos en laboratorios con instrumentos de precisión.
- No utilizar artefactos que proporcionen una llama directa sobre el material.
- El material no debe ser reutilizado para brindar un desempeño completo de sus propiedades.
- Analizar su aplicación sobre accesorios de tubería hidráulica de PVC
- El envolvente termoencogible para tuberías hidráulicas de PVC expuestas a la intemperie es un prototipo enfocado en la protección de la dilatación y contracción de la tubería.
- La envolvente termoencogible se adhiere a la tubería hidráulica de PVC mediante calor minimizando el consumo de adherentes contaminantes para el medio ambiente.

En definitiva, se logró un amplio conocimiento sobre las patologías encontradas en las tuberías hidráulicas de PVC expuestas a la intemperie, la importancia de protegerla de los rayos solares y demostrando que el recubrimiento en caucho termoencogible es una gran alternativa para prevenir este tipo de afectaciones en la tuberías hidráulicas de PVC.

16 [Anexos](#)

16.1 [Guía de instalación del prototipo de termoencogible para tuberías hidráulicas en PVC](#)



INTRODUCCION



Con apoyo de la Universidad la Gran Colombia se desarrollo la siguiente guía con el objetivo de brindar al usuario el conocimiento básico para la instalación de la ENVOLVENTE TERMOENCOGIBLE en la tubería de PVC de 1/2 pulgada utilizada en la instalación de un sistema de tanque aéreo expuesto a la intemperie en terrazas patios de viviendas .



El ENVOLVENTE TERMOENCOGIBLE es un producto de fácil instalación que protege y aísla a las tuberías de cambios climáticos que la afectan, dotándola de mejor rendimiento y vida útil.

CONTENIDO

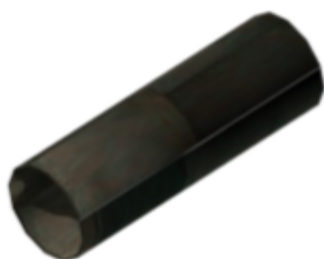
1. Materiales y herramientas para la instalación de la ENVOLVENTE TERMOENCOGIBLE .
2. Ficha técnica de la ENVOLVENTE TERMOENCOGIBLE .
3. Plano básico para la instalación en sistema de tanque aéreo .
4. Accesorios de instalación para el sistema de tanque aéreo .
5. Instalación de la ENVOLVENTE TERMOENCOGIBLE
6. Recomendaciones finales.

1. MATERIALES Y HERRAMIENTAS PARA LA INSTALACION DEL RECUBRIMIENTO

MATERIAL	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD
	Tubería de 1/2 pulgada PVC	Según calculo de metros lineales
	Envolvente termoenci- gible de 0.20mm	Según calculo de metros lineales

HERRAMIENTA	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD
	Flexómetro	1 unidad
	Pistola de calor	1 unidad

2. FICHA TÉCNICA ENVOLVENTE TERMOENCIGIBLE



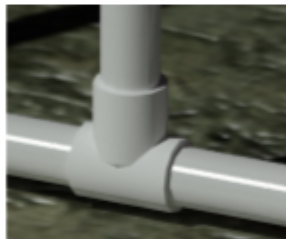
Tipo	Envolvente termoenci- gible
Material	Poliolefina
Longitud Comercial	3 metros
Propiedades	Ofrece protección a los rayos ultravioleta (UV) Permite resguardar del polvo, líquidos y otras partículas am- bientales.
Diámetro	0.20mm
Función	Aislar a las tuberías hidráu- licas de PVC de cambios climáticos
Color	Negro
Valor por Ml	2.000 \$
Valor por unidad	6.000\$

3. INSTALACION / SISTEMA TANQUE AÉREO DE VIVIENDA



1. Entrada de la red de agua potable 2. Salida a la red domiciliaria 3. Válvula de paso 4. Ventilación 5. Registro de lavado 6. Tanque de reserva 7. Rebose 8. Placa en concreto

4. ACCESORIOS DE INSTALACIÓN / TANQUE AÉREO



Tee 1/2". La tee se usada para unir varios puntos de tubos logrando distribuir el flujo de agua.



Válvula de paso Controla el paso del agua entre conductos Plásticos o Metálicos.



Codo de 90° se utilizado para cambios de dirección de el flujo de agua

X NOTA: Los accesorios no deben ser recubiertos por la ENVOLVENTE TERMOENCIGIBLE.

5. INSTALACION DE ENVOLVENTE TERMOENCÓGIBLE

1

Recortar la ENVOLVENTE TERMOENCÓGIBLE , tomando la medida necesaria para recubrir la tubería. Se deben respetar un centímetro a lado y lado de la tubería para fijar las uniones de los tramos de tubería.



2

Se debe tomar la ENVOLVENTE TERMOENCÓGIBLE y encajarla en la tubería, girándola de izquierda a derecha hasta que recubra la tubería totalmente respetando un centímetro .



3

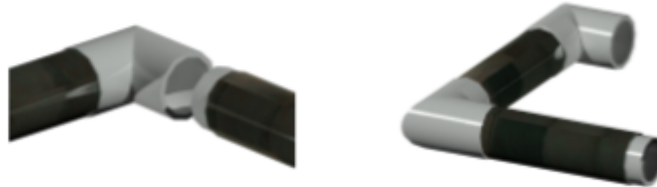
Aplicar calor mediante una pistola de calor/secador durante un minuto , esto fijara la envoltente a la tubería de una manera definitiva .



La temperatura recomendada para fijar la en ENVOLVENTE TERMOENCÓGIBLE de 50 ° grados

4

Fijar la tubería mediante la soldadura para tubos de PVC a los accesorios correspondientes de la instalación del tan aéreo.



6.RECOMENDACIONES

- Antes de soldar la tubería a los accesorios verificar que la ENVOLVENTE TERMOENCOGIBLE allá quedado bien fijada ala tubería hidráulica de PVC.
- Limpiar la tubería antes de la instalación de la ENVOLVENTE TERMOENCOGIBLE.
- Verificar que la ENVOLVENTE TERMOENCOGIBLE este en buen estado antes de instalarla en la tubería .
- Importante dejar un centímetro libre de tubería para fijar la uniones de esta .
- No aplicar calor mas de un minuto ya que esto puede afectar a la tubería.
- Asegurase de tener el equipo de protección como lo son guantes .

16.2 [Ficha técnica termoencogible aplicado a tuberías hidráulicas de PVC](#)

Nivel 6

PLANO ENVOLVENTE TERMOENCOGIBLE

PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS

UNIVERSIDAD La Gran Colombia

FACULTAD DE ARQUITECTURA

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO DE ALTA CALIDAD

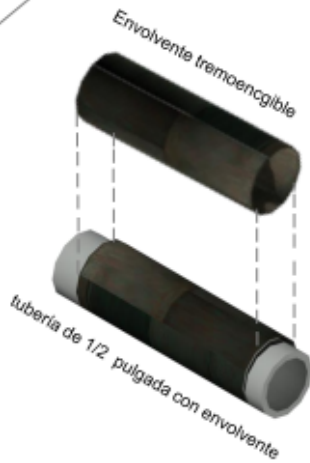
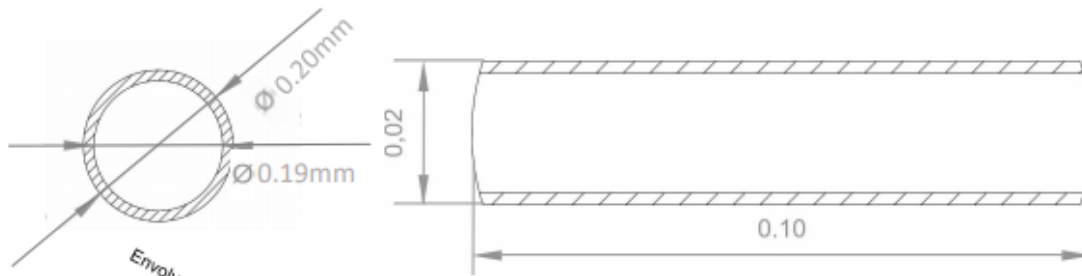
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS

Area Proyecto de arquitectura

Sebastian Steven Salinas Bermúdez
Pablo David Robayo Mendieta

Proyecto de Grado
Grupo: 06
Melisa Gálvez Bohórquez

ENVOLVENTE TERMOENCIGIBLE



Tipo	Envolvente termoencigible
Material	Polioléfina
Longitud	Variable
Diámetro exterior	0.020 mm
Diámetro interior	0.019 mm
Valor por MI	2.000 \$

16.3 [Análisis de costos, ejemplos y viabilidad.](#)

Nivel 6



COSTOS DE ENVOLVENTES

PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS



UNIVERSIDAD La Gran Colombia

FACULTAD DE ARQUITECTURA

PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS

Area
Proyecto de arquitectura

Sebastian Steven Salinas Bermúdez
Pablo David Robayo Mendieta

Proyecto de Grado
Grupo: 06
Melisa Gálvez Bohórquez

Comparación de precios recubrimientos

La norma NTC 1087, 2016 recomienda proteger las tuberías expuestas a la intemperie con pinturas de caucho sintéticas de base agua. A medida del tiempo los plomeros, maestros y constructores han tomado otras alternativas para protección de las tuberías de PVC expuestas a la intemperie como lo son barnices, esmalte y pinturas, muchas de estas veces no recubren estas tuberías debido a su costo productos no son accesibles.

Costo Sistema tanque aéreo

Sistema de tanque aéreo de una vivienda	Unidad	Precio por unidad	Total
Tubería PVC 1/2 pulgada x6m	3U	\$11.900	\$35.700
Válvula de paso 1/4" pulgada lisa	2U	\$9.500	\$19.500
Codos de 1/2 " pulgada	3U	\$500	\$1.500
Tee PVC 1/2"	3U	\$500	\$1.500
Soldadura PVC/1 galón	1U	\$21.900	\$21.900

Precios y cantidades basadas en la instalación de una sistema tanque a aéreo de una vivienda residencial.

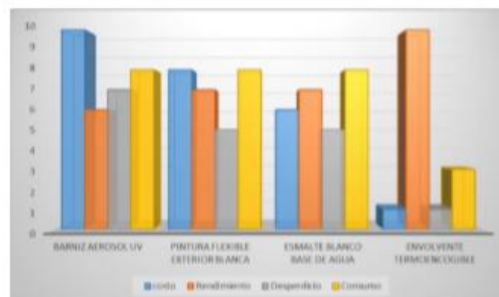


Costo recubrimientos utilizados para proteger las tuberías de pvc

Tipo de recubrimiento	Precio
Barniz aerosol UV	\$107.900
Pintura flexible exterior blanca	\$84.900
Esmalte blanco base de agua	\$63.900

Precios obtenidos por el catálogo web de HOMECENTER .

Comparación envoltentes



Se comparo los tipos de envoltentes en una escala del 1 al 10 siendo 10 alto 5 medio y 1 bajo.



Sobrecosto envolvente Termoencogible

La envolvente termoencogible es muy económica comparada con los otros recubrimientos utilizados para proteger las tuberías, ya que su valor en el mercado es de \$2.000 por metro lineal.



La grafica muestra una comparación entre los recubrimientos utilizados para la protección de tuberías de PVC, siendo el envolvente termoencogible mas rentable económicamente para la protección de las tuberías en PVC expuestas a la intemperie.



Beneficios

1. Ofrece protección a los rayos ultravioleta (UV)
2. Permite resguardar del polvo, líquidos y otras partículas ambientales.
3. Flexibilidad
4. Temperatura de contracción 90°C – 110°C
5. Excelentes propiedades de sellado
6. a alargamiento de la vida útil de la tubería de PVC



17 Bibliografía

- AMANCO. (2010). *MANUAL DE TUBOSISTEMAS HIDRAULICOS*. MEXICO DF.
- AMANCO. (2010). *Manual Tecnico de Tubosistemas Hidraulicos*. Mexico.
- ASTMD1435. (2005). *ASTMD1435*.
- Delgado, R. A. (2012). *ESTUDIO DEL GRADO DE DEGRADACION DE PVC (POLICLORURO DE VINILO) Y PPME QUITOA (POLOMETACRILATO DE METILO), EN LAS CONDICIONES ATMOSFERICAS DE LA CIUDAD DE QUITO. QUITO.*
- Díaz-Parralejo Sánchez-González Gallego-Núñez Guiberteau, F. U. (2009). *ESTUDIO TÉCNICO SOBRE LA ROTURA DE TUBOS DE PRESIÓN*. ESPAÑA.
- Estudio técnico sobre la rotura de tubos de presión de PVC*. (2009).
- Norambuena, G. z. (2000). *INVESTIGACION DE FALLAS EN TUBERIAS PVC*. Chile.
- NTC1087 Apart.1.9. (2016). *NTC1087 A.1.9 EXPACION TERMICA*. COLOL BIA.
- PAVCOWAVIN. (2020). COLOMBIA.
- ZEPEDA, I. S. (2001). *MANUAL DE INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS, GAS, AIRE COMPRIMIDO Y VAPOR*. MEXICO D.F: LIMUSA S.A.

18 Lista de Referencia o Bibliografía

Real Academia de Ingeniería (2012). *Diccionario español de Ingeniería: Gobierno de España.*

España. Recuperado de: <http://diccionario.raing.es/es/lema/degradaci%C3%B3n-uv>

Cosmos Online (1995-2020). *Información Técnica y Comercial de las Etiquetas termoencogibles en pvc y pet.* México, CDMX. Recuperado de <https://www.cosmos.com.mx/wiki/etiquetas-termoencogibles-en-pvc-y-pet-4sb0.html>