

**Implementación herramienta para cuantificar el costo de los reclamos en la tubería GRP**

**De la empresa Pavco de Occidente Guachene Cauca**

**Luis Alfredo Perez Jimenez**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia Unad**

**Escuela de ciencias básicas tecnología e ingeniería**

**Programa Ingeniería Industrial**

**Bogota (Colombia)**

**2019**

**Implementación herramienta para cuantificar el costo de los reclamos en la tubería GRP**

**De la empresa Pavco de Occidente Guachene Cauca**

**Luis Alfredo Perez Jimenez**

**Proyecto de grado**

**Director**

**Ing. Diego Edixon Karachas Rodriguez**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia Unad**

**Escuela de ciencias básicas tecnología e ingeniería**

**Programa Ingeniería Industrial**

**Bogota (Colombia)**

**2019**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bogotá DC, 03 octubre de 2019

## Dedicatoria

Primero a DIOS quien es el ser supremo que nos da licencia de cumplir nuestros sueños y metas. A mi esposa por ser la mujer que con sus palabras y oraciones me fortaleció para no desfallecer a mis padres que fueron mi fuente de inspiración para darles este regalo de ser algún día profesional, a mis hijos y nietos para demostrarles que nunca es tarde para lograr cumplir nuestros sueños, sin importar que siempre hay dificultades y personas que lo quieren desmotivar a no seguir, pero el deseo de ser alguien diferente en la vida lo motiva a uno a seguir adelante y lograr lo que se quiere.

## Agradecimientos

Como siempre lo hago primero a DIOS por permitirme hacer realidad mis sueños, a la Ingeniera Angela Donoso quien confió en mí en este proyecto. Por su ayuda incondicional, Al ingeniero Diego Edison Karachas quien me guio en esta última fase dándome buena orientación para lograr un buen trabajo de grado, el cual sirve mucho para los propósitos de la compañía Mexichem Pavco, donde laboro hace 41 años.

A un ser muy especial mi madre que está en el cielo, a mi hermano William quien lucho con la vida y sus problemas, pero no lo logro, sé que esta con mi madre en el cielo porque DIOS es infinitamente misericordioso y lo perdono, lo ayudo y ellos son quienes me dan la fortaleza para seguir adelante hasta lograr el objetivo.

“Graduarme como ingeniero Industrial”

# 1. CONTENIDO

	Pág.
1. CONTENIDO.....	6
2. LISTA DE ANEXOS .....	10
3. LISTA DE ILUSTRACIONES .....	11
4. LISTA DE TABLAS.....	12
5. GLOSARIO.....	13
6. INTRODUCCION.....	15
7. OBJETIVOS.....	16
7.1    OBJETIVO GENERAL.....	16
7.2    OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	16
8. PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	17
8.1    Descripción del problema. ....	17
8.2    Pregunta problema. ....	18
9. DELIMITACION.....	19
10. JUSTIFICACION.....	20
11. MARCO TEORICO.....	21
11.1    Antecedentes.....	21
11.2    Mercado .....	22
11.3    Tuberías de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio GRP PAVCO.....	24
11.4    Tubería de fibra de vidrio GRP PAVCO .....	26
11.4.1    Normatividad aplicable:.....	26
11.5    Generalidades y aplicaciones:.....	28
11.6    Descripción de la pared del tubo.....	29
11.7    Portafolio .....	30
11.8    Accesorios.....	32
11.9    Uniones .....	32
11.10    Aplicaciones.....	33
11.11    Ventajas tubería GRP.....	34

11.11.1 Alta resistencia mecánica:.....	34
11.11.2 Resistencia a la corrosión: .....	34
11.11.3 Baja rugosidad de la pared interna.....	34
11.11.4 Larga vida útil, virtualmente infinita: .....	35
11.11.5 Absoluta impermeabilidad de los tubos y conexiones: .....	35
11.11.6 Bajo peso: .....	35
11.11.7 Mayor longitud estándar: .....	35
11.11.8 Facilidad de trabajar el material en sitio: .....	35
11.11.9 Uniones con empaques elastoméricos: .....	35
11.11.10 Posibilita albergar distintos diámetros durante el transporte: .....	36
11.11.11 Protecciones requeridas para salvar condiciones de radiación solar.....	36
11.12 Protecciones requeridas para condiciones de humedad ambiental. ....	37
11.13 Protecciones requeridas para protección catódica.....	37
11.14 Uniones especiales que podría requerir cualquiera de los tipos de instalación.....	37
11.14.1 Unión con vena corta flujo.....	37
11.14.2 Juntas mecánicas rígidas .....	38
11.14.3 Juntas mecánicas flexibles .....	39
11.14.4 Uniones bridadas.....	39
11.14.5 Uniones laminadas .....	40
11.14.6 Longitud de los tramos a suministrar.....	40
11.15 Instalación .....	42
11.16 Calidad. ....	42
11.17 Secuencia de proyectos. ....	43
12. MARCO CONCEPTUAL.....	45
12.1. Diagrama de Causa-Efecto.....	45
13. MARCO HISTORICO .....	47
a.    Misión: .....	47
b.    Visión:.....	47
c.    Valores: .....	47
14. DIAGNOSTICO PROBLEMÁTICA ACTUAL .....	50
14.1 Histórico Información.....	50
14.2 Análisis por familia.....	51

14.3	Análisis por tipo de reclamo.	52
14.4	Análisis de los costos asociados.	52
15.	ANALISIS DE LA INFORMACION	54
15.1	Análisis de los problemas y las causas.	56
15.2.	Problema: Cuantificar costos reclamos productos de la línea GRP	57
15.2.1	Perdidas económicas e imagen de la compañía	57
16.	ANALISIS DE RESULTADOS	59
16.1	Registros del análisis de información.	59
16.2	Recepcion información de proyectos:	59
16.3	Cotización y fletes.	60
16.4	Generación solicitud pedido.	60
16.5	Soporte técnico proyectos.	61
16.6	Definición equipo soporte obra:	61
16.7	Acta de inicio.	62
16.8	Divulgaciones manuales técnicos.	62
16.9	Generación de actas de recibo y satisfacción.	62
17.	PROPUESTAS DE MEJORA.	63
17.1	Solución. Disminución De Reclamos en la línea GRP	63
17.2	Evitar Pérdidas económicas e imagen de la compañía.	64
17.3	Propuestas de mejora en la inspección.	65
17.3.1	Inspección visual de tuberías y accesorios GRP PAVCO	65
17.3.2.1	Verificación de la deflexión máxima de la tubería instalada.	68
17.3.2.2	Corrección de deflexiones excesivas.	69
17.3.2.3	Control de desalineamiento.	70
17.3.2.4	Chequeo de empate de tubería (Verificación sellos).	70
17.3.2.5	Chequeo de deflexión angular en las uniones.	71
17.3.2.6	Pruebas de estanqueidad y hermeticidad tubería a presión.	72
17.3.2.7	Tareas previas.	73
17.4	Inspecciones de la tubería:	74
17.5	Prueba hidrostática de campo (1.5xPN)	77
17.6	Pruebas de estanqueidad con agua sistemas a gravedad.	79
17.7	Pruebas de estanqueidad con aire sistemas a gravedad.	81



17.8 Verificación hermeticidad presión estática.....	83
17.9 Verificación hermeticidad uniones con equipo de pruebas joint tester.....	85
18. CONCLUSIONES.....	87
19. BIBLIOGRAFIA.....	88
20. ANEXOS.....	90

## 2. LISTA DE ANEXOS

Formato 1 Solicitud Pedidos.....	90
Formato 2 Deflexiones Tubos Instalados .....	91
Formato 3 Capacitación área comercial .....	92
Formato 4 Divulgación área GRP.....	93
Formato 5 Base de datos reclamos GRP.....	94

### 3. LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Participación a nivel mundial tubería GRP .....	23
Ilustración 2 Composición Capas tubería GRP .....	30
Ilustración 3 Producción en Línea .....	31
Ilustración 4 Inspección de tubería GRP .....	31
Ilustración 5 Ilustración De Accesorios .....	32
Ilustración 6 Unión GRP.....	33
Ilustración 7 Pigmentación en línea.....	36
Ilustración 8 Unión vena corta flujo .....	38
Ilustración 9 Uniones Escalonadas .....	38
Ilustración 10 Uniones Flexibles con empaque .....	39
Ilustración 11 Unión Laminada.....	40
Ilustración 12 Transporte tubería espigo x espigo .....	41
Ilustración 13 Transporte tubería diámetros pequeños campana vs espigo .....	41
Ilustración 14 Secuencia Proyectos .....	43
Ilustración 15 Estructura Diagrama de causa - efecto .....	46
Ilustración 16 Sellos De Calidad .....	50
Ilustración 17 Reclamos por año .....	51
Ilustración 18 Reclamos por familia .....	51
Ilustración 19 Tipo de reclamo .....	52
Ilustración 20 Participación vs costos .....	53
Ilustración 21 Árbol de problemas.....	54
Ilustración 22 Árbol de problemas GRP.....	55
Ilustración 23 Árbol de soluciones GRP.....	56
Ilustración 24 Control desalineamiento .....	70
Ilustración 25 Chequeo Desalineación .....	71
Ilustración 26 Deflexión Angular .....	72
Ilustración 27 Espigos a tope .....	72
Ilustración 28 Pruebas Joint Tester .....	85
Ilustración 29 Pruebas Joint Tester .....	85

#### 4. LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Diámetros Nominales Tubería GRP.....	30
Tabla 2 Participación en % GRP .....	53
Tabla 3 Tipos de Falla Tubería GRP .....	66
Tabla 4 Deflexiones Tubería GRP.....	68
Tabla 5 Deflexión Angular Tubería GRP .....	71
Tabla 6 Inspecciones Tubería GRP .....	75

## 5. GLOSARIO

**CALIDAD:** Conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permite caracterizarla y valorarla con respecto a las restantes de su especie.

**CERTIFICADO DE CALIDAD:** Documento carta o soporte entregado a un cliente final como garantía de su producto.

**DIAMETRO:** Dimensión realizada a un producto, el cual determina su cumplimiento o no dentro del parámetro de la norma, como lo es el ancho de un cilindro, esfera o círculo.

**ESPESOR:** Es lo grueso o lo ancho de un material que se encuentre en su estado sólido.

**EXTRUSION:** Es un proceso utilizado para crear objetos con sección transversal definida y fija.

**GRP:** Poliéster reforzado con fibra de vidrio.

**Glass reinforced plastic (GRP)** is a polymer material that includes glass fiber (fiberglass). Glass reinforced plastic combines the structure of fiberglass with the plasticity of various resins. These may include epoxy, vinyl ester, polyester, polyurethane, or polypropylene. GRP is an excellent composite for the manufacture of pipes used in trenchless construction.

GRP is also known as glass fiber reinforced plastic (GFRP) or fiberglass reinforced plastic (FRP).

**ICONTEC:** Instituto colombiano de normas técnicas y certificación.

**INSPECTORES:** Persona encargada de realizar ensayos a productos, verificar instrumentos, aplicar normas definidas, de manera que asegure el cumplimiento de la misma.

**LOTES:** Cantidad establecida de tubos que tienen características similares, que son producidos bajo condiciones estándar, y presentados como un grupo para una inspección unitaria.

**NTC:** Abreviatura de norma técnica colombiana.

**OVALACION:** Es la diferencia de un diámetro inicial mayor, menos, el diámetro inicial menor.

**OPERARIO:** Es la persona encargada de realizar una labor de tipo manual.

**PAVCO:** Pisos y asfalto vinilo de Colombia.

**PROCESOS LOGISTICOS:** Son las metodologías necesarias para llevar a cabo la formación de la compañía o de un servicio, especialmente la distribución.

**REBABA:** Parte de una materia que resalta en los remates o en la superficie de un cuerpo cualquiera.

**SOLPED:** Solicitud de pedido.

**TUBERIA:** Conducto formado por tubos que sirve para distribuir líquidos o gases.

**Coupling (collar)** A short, heavy wall cylindrical fitting used to join two pieces of the same sized pipe in a straight line. The coupling always has female connection ends that can be threaded or that use adhesive bonding or elastomeric seals.

## **6. INTRODUCCION**

El proyecto tiene como finalidad cuantificar los costos generados por los reclamos de la línea de GRP de la planta de tubería Guachene Cauca, para lo cual se tiene en cuenta toda la información generada durante los años 2015 a 2019.

Para ello se utilizó la metodología acordada con la empresa, y que actualmente se maneja para las otras líneas de fabricación de MEXICHEM PAVCO. Con el análisis de esta información se deben acordar los planes de acción requeridos en pro de reducir los reclamos de la línea GRP.

Con la implementación del proyecto se obtienen beneficios como: Tener la información actualizada, trabajar en los focos vitales de mejora, garantizando que los clientes reciban un producto de buena calidad cumpliendo con los estándares normalizados y los requisitos del cliente.

## **7. OBJETIVOS**

### **7.1 OBJETIVO GENERAL**

Mejoramiento de la línea de tubería y accesorios GRP de la Compañía PAVCO MEXICHEM De Guachene Cauca, mediante un diagnóstico de las reclamaciones para reducir costos en el servicio post venta.

### **7.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Realizar diagnóstico de los reclamos de la línea de tubería, mediante una metodología acordada con la empresa PAVCO MEXICHEM De Guachene Cauca, donde se identifiquen los parámetros a mejorar.
- Generar una metodología que permita conocer la información y evaluar los costos asociados de cada reclamo ejemplo tipo de material, cliente etc., de tubería, accesorio e insumo.
- Analizar los impactos asociados a los costos de la gestión de los reclamos estudiados, identificando las causas raíz y establecer acciones de mejora.



## **8. PROBLEMA DE INVESTIGACION**

### **8.1 Descripción del problema.**

Desde el año 2015 Pavco Mexichem Colombia (Cauca), trabaja con la línea GRP fabricación de tubería con poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Dentro de los problemas más comunes se tienen los de fabricación, que al analizarlos se evidencia la falta de seguimiento según la solicitud del cliente, también hay algunos problemas de mal manejo del producto durante el transporte, estos son algunos de los casos que se han presentado, por esta razón se requiere conocer cuánto dinero le representa a la compañía Mexichem PAVCO, atender los reclamos generados hasta la fecha desde el inicio de fabricación en el año 2015 hasta la fecha de hoy. Uno de los principales temas a resolver es que no hay un procedimiento estandarizado para generar las reclamaciones por parte del cliente y a su vez el seguimiento a cada caso que se presenta. Lo cual se traduce en una pérdida de clientes y mala imagen de la compañía. Otro de los puntos a mejorar es capacitar a los técnicos y comerciales sobre el producto y el procedimiento de atención y reporte de reclamos.

Uno de los objetivos principales es cuantificar los costos de estas reclamaciones de acuerdo a la información analizada. Una vez se tenga esta información se debe divulgar y trabajar en los planes de acción conjuntamente con las áreas involucradas.

## **8.2 Pregunta problema.**

¿Mediante un diagnóstico de las reclamaciones en la línea de producción de GRP de la Compañía PAVCO MEXICHEM de Guachene Cauca, se puede reducir costos en el servicio post venta?

## **9. DELIMITACION**

La investigación de este proyecto, se llevó a cabo en con permiso de Mexichem Colombia S.A.S, en la planta de tubería GRP que se encuentra ubicada en la ciudad de Guachene Cauca, específicamente en la planta de producción.

Dentro de esta investigación se tuvieron en cuenta factores importantes con los cuales se logra mitigar las causas por las cuales se presentaron los reclamos. Como son pérdidas económicas e imagen de la compañía, porque el cliente dejó de recibir lo pactado, y esto generó devoluciones de producto por parte del cliente por fallas evidentes que se detectan al momento de recibir el pedido. Y las molestias que se generan al cliente por estas devoluciones.

## **10.JUSTIFICACION**

La realización de este proyecto permitió analizar cada caso y documentar los costos asociados y de esta manera dar a conocer el impacto generado a la compañía desde el punto de vista económico. A su vez se generaron planes de acción que permiten ayudar a que estos casos no se repitan y documentar planes acción preventivos.

Con este proyecto se logró documentar y filtrar toda la información de los reclamos de la línea GRP, de tubería y accesorios, y se consiguió clasificar la información hasta tener en cuenta los siguientes detalles; cliente, producto, tipo de falla y soluciones planteadas.

Con la información que se tiene actualmente de las diferentes causas, nos ayudó a calcular un valor aproximado de los costos que generan estas reclamaciones. Los cuales ascienden a un promedio de \$ 800.000.000 Ochocientos millones de pesos. Utilizando las recomendaciones y sugerencias dadas en el trabajo podríamos minimizar esta cifra a un valor muy pequeño, como resultado de los casos que se presentan normalmente y que son casos mínimos.

## **11.MARCO TEORICO**

### **11.1 Antecedentes**

En el año 1938, la empresa Owens Corning descubrió la fibra de vidrio como elemento fundamental para múltiples aplicaciones tales como la construcción, fabricación de embarcaciones, cañas de pescar, aviones, automóviles, entre otros. El uso de la fibra de vidrio se masificó alrededor del mundo cuando esta empresa instaló fábricas de producción en más de 28 países, proveyendo este material a diferentes industrias que se han diversificado por todo el planeta. En el año 1950 se introdujeron las tuberías de fibra de vidrio, las cuales inicialmente fueron ampliamente utilizadas en el sector petrolero. Algunas de las razones por las cuales empezaron a ser consideradas como una buena opción para el transporte de fluidos fueron la relación costo – beneficio, rigidez, durabilidad, alta resistencia química, ventajas competitivas comparadas con las tuberías de concreto y tuberías metálicas que lideraban el mercado en su momento.

Según la American Water Works Association All Rights Reserved (1999)

A finales de la década de 1950, se introdujeron al mercado tuberías de grandes diámetros, ampliando la posibilidad de utilizarlas en diversos campos de aplicación, incluyendo la industria, tanto así, que actualmente son ampliamente utilizadas en campos como: plantas para desalinización, alcantarillados, distribución de agua potable, proyectos de riego, procesos industriales, campos petroleros, enfriamiento de planta nucleares, tomas y desagües de agua de mar, entre muchos otros usos relacionados con la conducción de fluidos a bajas y altas presiones. Los sistemas de tuberías de fibra de vidrio ofrecen una gran flexibilidad de diseño con una amplia gama de los diámetros y accesorios de tubería estándar disponibles, así como una capacidad inherente para fabricación a la medida para satisfacer las necesidades especiales.

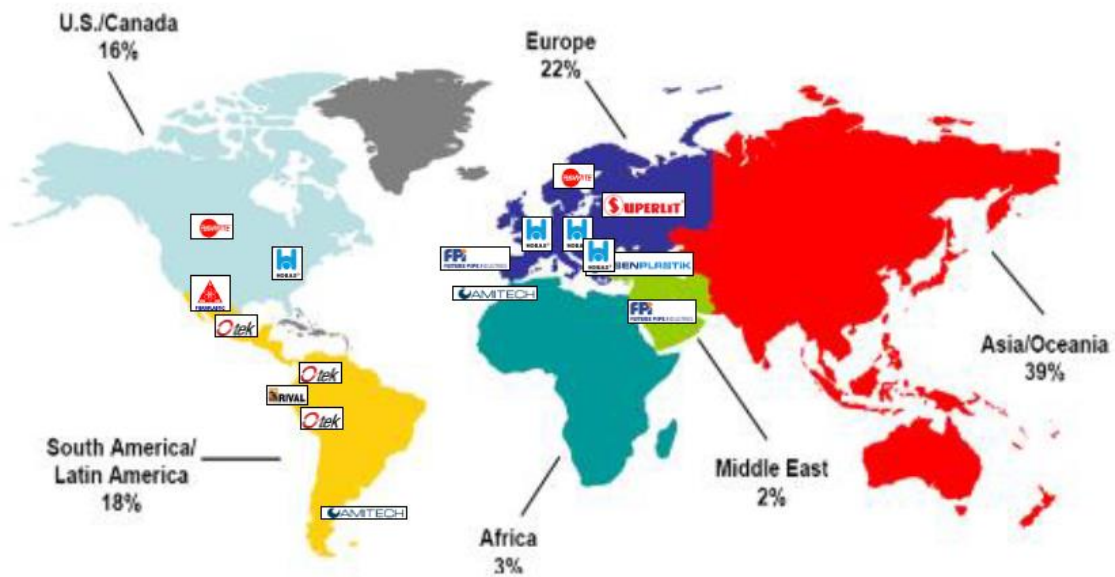
Actualmente se pueden encontrar en el mercado tuberías de fibra de vidrio desde 1 pulgada hasta 144 pulgadas, con presiones variables desde 1 Bar hasta 32 Bar. Existe de igual manera un amplio portafolio de accesorios, tanques para tratamiento y cámaras de inspección que pueden fabricarse a la medida y necesidades de los clientes.

La empresa Pavco, quien durante 50 años ha sido líder en el mercado de la fabricación de tuberías plásticas, en el año 2016 amplió su portafolio incluyendo la fabricación de tuberías de Poliéster Reforzado con Fibra de vidrio, por lo que en junio de ese mismo año inició la operación de la planta localizada en el municipio de Guachené Cauca, la cual distribuye actualmente tubería para toda Latinoamérica y América central.

## **11.2 Mercado**

Luego de la introducción de la fibra de vidrio como material fundamental para la fabricación de múltiples productos usados en sectores de industria, transporte, medicina, ingeniería entre otros, la fibra de vidrio ha incrementado su demanda alrededor del mundo.

En cuanto al consumo de tuberías de poliéster reforzado con fibra de vidrio, se ha observado un aumento masivo en varios continentes liderado por el continente europeo y asiático, seguidos por el continente americano.



**Ilustración 1 Participación a nivel mundial tubería GRP**

Source: Booz Allen Hamilton, Global Infrastructure Partners, World Energy Outlook, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Boeing, Drewry Shipping Consultants, U.S. Department of Transportation

Gracias al aumento de la demanda se han implantado múltiples plantas de producción con tecnologías de producción similares, que abarcan el mercado global. Algunas de estas plantas son:

- Europa: Flowtite, Superlit, Future Pipe y Hobas
- Asia: Superlit y fabricantes locales
- África: Amitech, Future Pipe y Superlit
- América: Flowtite, Hobas, Otek, Rival, TDM, Amitech y PAVCO.

Si bien en la actualidad la demanda de la tubería en el mundo se ha incrementado sustancialmente, tan solo se ha cubierto un 5% de la demanda total con tubería de poliéster reforzado con fibra vidrio para diámetros grandes. Esto es un indicador del gran potencial que tiene el uso de estas tuberías en los mercados actuales.

## **11.3 Tuberías de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio GRP PAVCO**

### **11.3.1 Descripción**

Las tuberías de Poliéster reforzado con fibra de vidrio están clasificadas como material compuesto, ya que están constituidas por una combinación de diferentes materiales que difieren en forma y composición química, formando una interfase entre sí. Al agrupar estos materiales estamos logrando que las propiedades de la tubería sean superiores a la suma de las propiedades individuales de cada uno de los subproductos utilizados.

Aunque no lo sabemos, en nuestra cotidianidad utilizamos materiales compuestos altamente resistentes como son, por ejemplo, la madera (que contiene celulosa y lignina), las llantas (constituidas por caucho y acero), y el hormigón (cuya estructura está conformada por diferentes materiales como son el cemento, agregados y agua, que, al estar integrados entre sí, proporcionan una excelente resistencia).

En el caso de la tubería de PRFV, cada uno de los componentes está dosificados de tal manera que el producto final garantice la resistencia y durabilidad que requieren las tuberías para operar bajo condiciones extremas, tales como cargas importantes, altas profundidades y altas presiones.

### **11.3.2 Método de fabricación**

Desde la época de 1950, se han desarrollado múltiples procesos para la fabricación de tuberías de Poliéster reforzado con Fibra de vidrio, logrando características particulares. Dentro de los procesos de manufactura más comunes se encuentran el proceso de filamento continuo y el proceso de fundición centrífuga. Dentro del primero, se distinguen tres procesos: proceso discontinuo, proceso continuo (CFW) y proceso múltiple.



La tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio GRP PAVCO se fabrica mediante la tecnología de bobinado de filamento continuo (CFW), que permite controlar en tiempo real la dosificación de las materias primas utilizadas.

Por su alta resistencia mecánica y química, las tuberías GRP PAVCO pueden ser instaladas a la intemperie sin que se afecte su estructura por causa de los rayos ultravioleta. Sin embargo, se recomienda el uso de protectores UV y coloraciones adecuadas al tubo, logrando que los productos fabricados con el sistema TOP-COAT tengan una vida útil superior y requieran menos mantenimiento una vez estas tuberías son instaladas en la intemperie. Otros métodos de protección posteriores a la fabricación de la tubería, tienen una efectividad menor y requieren a lo largo de la vida útil de la tubería, mantenimientos más altos en aproximadamente un 25%.

Las tuberías de poliéster reforzado con fibra de vidrio se fabrican con materias primas vírgenes certificadas, las cuales son aplicadas sobre el mandril metálico que hace de función de molde interior, conformando tres capas básicas perfectamente adheridas entre sí.

#### **11.3.4 Materias primas**

Las materias primas básicas utilizadas para la fabricación de las tuberías de PRFV son:

- Resina de poliéster (que puede ser isoftálica, ortoftálica o en determinado caso; si un proyecto en particular lo requiere, resina vinilester). Las resinas isoftálicas y ortoftálicas tienen una temperatura máxima de trabajo de 50 a 60 °C. Usando resinas especiales es posible lograr una mayor temperatura de trabajo. Por ejemplo, la resina vinilester

combina una muy buena resistencia química y altas propiedades mecánicas, y pueden usarse en casos en donde las resinas iso y Ortho no proporcionan la resistencia química y mecánica necesaria.

Los refuerzos de fibra de vidrio se clasifican según su composición:

- Superficies de velos C usados como refuerzo en la capa interna de la tubería.
- Fibra de vidrio tejida tipo E, utilizados en procesos de laminación manual, fabricación de accesorios y tanques, por ejemplo.
- Fibra de vidrio continua tipo E, usada en la operación de enrollado para la obtención de estructuras anisótropas, y
- Fibra de vidrio cortada tipo E utilizada tanto en la fabricación de las tuberías como accesorios.

Como relleno inorgánico utilizamos arena, la cual proporciona rigidez a la tubería, y se utilizan otras materias primas auxiliares como aceleran tés y catalizadores.

## **11.4 Tubería de fibra de vidrio GRP PAVCO**

### **11.4.1 Normatividad aplicable:**

Los tubos GRP son fabricados bajo estándares nacionales e internacionales, relacionados a continuación:

Esta información es Fuente del manual técnico Pavco Edición No. 2 - febrero 2014

- **NTC 3871:** Tubos de Fibra de Vidrio (Resina Termoestable reforzada con fibra de vidrio) para uso en sistemas de presión.
- **NTC 3826:** Tubos de Fibra de Vidrio (Resina Termoestable reforzada con fibra de vidrio) para uso en sistemas a presión industriales y de alcantarillado.
- **NTC 3870:** Tubos de Fibra de Vidrio (Resina Termoestable reforzada con fibra de vidrio) para uso en sistemas de alcantarillado.
- **ASTM D3517:** Standard Specification for “Fiberglass” (Glass – Fiber – Reinforced – Thermosetting – Resin) Pressure Pipe.
- **ASTM D3754:** Standard Specification for “Fiberglass” (Glass – Fiber – Reinforced – Thermosetting – Resin) Sewer and Industrial Pressure Pipe.
- **ASTM D3262:** Standard Specification for “Fiberglass” (Glass – Fiber – Reinforced – Thermosetting – Resin) Sewer Pipe.
- **ISO 10467:** Plastic piping systems for pressure and non-pressure drainage and sewerage – Glass reinforced thermosetting plastics (GRP) systems based on unsaturated polyester (UP) resin.
- **ISO 10639:** Plastic piping systems for pressure and non-pressure water supply – Glass reinforced thermosetting plastics (GRP) systems based on unsaturated polyester (UP) resin.

### **11.5 Generalidades y aplicaciones:**

La tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio se fabrica mediante la tecnología de bobinado de filamento continuo (CFW), que permite controlar en tiempo real la dosificación de las materias primas utilizadas.

Por su alta resistencia mecánica y química, las tuberías GRP PAVCO pueden ser instaladas a la intemperie sin que se afecte su estructura por causa de los rayos ultravioleta. Sin embargo, se recomienda el uso de protectores UV y coloraciones adecuadas al tubo, logrando que los productos fabricados con el sistema TOP-COAT tengan una vida útil superior y requieran menos mantenimiento una vez estas tuberías son instaladas en la intemperie. Otros métodos de protección posteriores a la fabricación de la tubería, tienen una efectividad menor y requieren a lo largo de la vida útil de la tubería, mantenimientos más altos en aproximadamente un 25%.

Las tuberías de poliéster reforzado con fibra de vidrio se fabrican con materias primas vírgenes certificadas, las cuales son aplicadas sobre el mandril metálico que hace de función de molde interior, conformando tres capas básicas perfectamente adheridas entre sí. Las resinas utilizadas en el proceso de Filament winding de GRP-PAVCO, además de ser 100% vírgenes, y por su tipo: ISOFTALICA para el LINER y ORTOFTALICA para la ESTRUCTURA, garantizan un desempeño superior en cuanto a la resistencia mecánica y química del producto final, en comparación con resinas TEREFTALICAS con % reciclado.

Por otra parte, para lograr una excelente vida útil de la tubería, usamos en el exterior un velo superficial de poliéster, obteniendo una mejor eficiencia que los recubrimientos de vidrio usados comúnmente en el mercado. A continuación, se incluye la tabla de propiedades del velo superficial.

## 11.6 Descripción de la pared del tubo

Las paredes de los tubos de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio consisten en tres capas perfectamente adheridas entre sí. Cada una de ellas cuenta con diferentes características y propiedades en relación con su función. Las propiedades de resistencia química e impermeabilidad son, de todos modos, equivalente a cada una de las tres capas, como se describe a continuación en la ilustración 2

Cubierta o capa externa: Tiene un espesor de aproximadamente 0,2 mm y está hecha de resina sin o con refuerzo de vidrio. Garantiza una completa impregnación de las fibras periféricas, logrando que la superficie externa de los tubos se encuentre totalmente libre de fibras salientes, obteniendo un buen acabado externo.

Capa de resistencia mecánica: Su función es brindar resistencia a las paredes de los tubos ante el estrés que causan las condiciones de diseño (el estrés debido a la presión interna y/o externa, fortaleza de flexibilidad debido a las cargas externas). El espesor del filamento depende de las condiciones de diseño. La capa mecánica está compuesta por filamentos de vidrio continuo, fieltros de fibra de vidrio, resina y arena.

Capa interna: Esta se encuentra en contacto directo con el fluido en cuestión y brinda máxima resistencia ante el ataque químico del fluido mismo. Además, esta capa presenta una superficie interna particularmente suave, y está compuesta por velos de vidrio, vidrio cortado (fieltros de fibra de vidrio) y resina.

**TUBERÍA DE GRP (GLASS FIBER REINFORCED PLASTIC)**

Está compuesta tres capas según la presión y rigidez requerida.

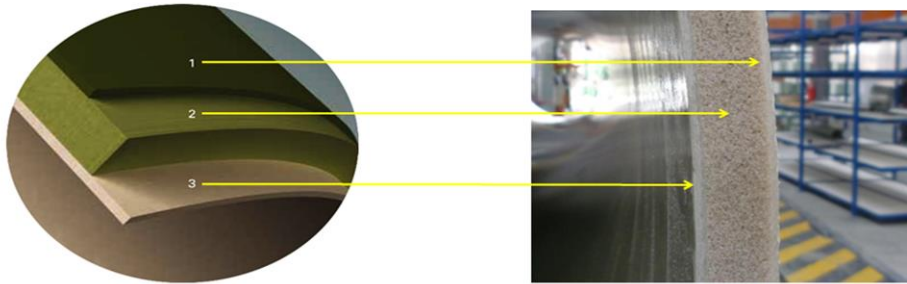


Ilustración 2 Composición Capas tubería GRP

Fuente: manual técnico Pavco Edición No. 2 - febrero 2014

### 11.7 Portafolio

Las tuberías de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio pueden ser suministradas con diámetros entre los 300mm y los 3000mm. Los diámetros nominales disponibles en mm, los cuales están en la tabla 1

Tabla 1 Diámetros Nominales Tubería GRP

Diámetros nominales (mm)				
<b>300</b>	700	1300	1900	2600
<b>350</b>	800	1400	2000	2800
<b>400</b>	900	1500	2100	3000
<b>450</b>	1000	1600	2200	
<b>500</b>	1100	1700	2400	
<b>600</b>	1200	1800	2500	

Fuente: manual técnico Pavco Edición No. 2 - febrero 2014

Los diámetros que no están relacionados en la tabla 1 no son de producción estándar. Sin embargo, consulte con el área técnica de PAVCO para su fabricación sobre pedido.

Las tuberías de GRP se pueden suministrar en las siguientes presiones 1, 6 10, 12, 16, 20 y 25 Bar. Es posible fabricar tuberías de 32 Bar en casos especiales que el cliente así lo requiera.

Las tuberías de GRP se fabrican con las siguientes clases de rigidez: 2500 N/m<sup>2</sup>, 5000 N/m<sup>2</sup>, 10000 N/m<sup>2</sup> y 12500 N/m<sup>2</sup>.

Sistema de producción permite fabricar tubos con diferentes longitudes, hasta una longitud estándar de 12m, como se puede apreciar en las ilustraciones 3 y 4



Ilustración 3 Producción en Línea

Fuente: manual técnico Pavco Edición No. 2 - febrero 2014



Ilustración 4 Inspección de tubería GRP

Fuente: manual técnico Pavco Edición No. 2 - febrero 2014

## 11.8 Accesorios

Los accesorios de los tubos de poliéster reforzado con fibra de vidrio son fabricados a partir de secciones de los mismos (luego de que los tubos han sido producidos e hidro-evaluados) y laminados utilizando refuerzos de fibra de vidrio y resina. El espesor y el ancho del laminado están diseñados para igualar o exceder el rendimiento de los tubos. Como se muestran en la ilustración 5.



Ilustración 5 Ilustración De Accesorios

Fuente: manual técnico Pavco Edición No. 2 - febrero 2014

## 11.9 Uniones

Las tuberías espigo- espigo son acopladas mediante una unión con sellos elastoméricos, las cuales cumplen con lo estipulado en la NTC 3877 (ASTM D4161) “Especificaciones para juntas de tubos de fibra de vidrio (resina termoestable reforzada con fibra de vidrio) usando sellos elastoméricos”. Como se ve en la ilustración 6.





Ilustración 6 Unión GRP

Fuente: Visita Clientes y capacitaciones

### 11.10 Aplicaciones

Las tuberías de poliéster reforzado con fibra de vidrio pueden emplearse para múltiples aplicaciones, como se muestra en el siguiente listado.

- Procesos químicos
- Desalinización
- Pozos y recubrimientos
- Ductos y ventilación
- Efluentes industriales
- Riego
- Campos petroleros
- Agua potable
- Agua geotermal
- Alcantarillado sanitario
- Alcantarillado pluvial
- Agua de mar y emisarios submarinos

- Transporte de lodos
- Distribución y transporte de agua
- Proyectos hidroeléctricos
- Enfriamiento de plantas nucleares y provisión de agua no potable

### **11.11 Ventajas tubería GRP.**

Las tuberías de poliéster reforzado con fibra de vidrio y sus accesorios complementarios, con los cuales se integra un sistema funcional y óptimo, ofrecen las siguientes características:

**11.11.1 Alta resistencia mecánica:** Debido a la presencia de fibra de vidrio, en conjunto con la resina de poliéster, y teniendo en cuenta el proceso de fabricación de la tubería de PRFV, se pueden obtener distintas resistencias mecánicas.

**11.11.2 Resistencia a la corrosión:** Resistente a la corrosión tanto en la pared externa como en la pared interna que está en contacto con determinado fluido. No requiere protecciones como recubrimientos, pintura o cátodo. Los tubos de PRFV son resistentes a casi todos los químicos.

**11.11.3 Baja rugosidad de la pared interna:** La superficie lisa de las tuberías de PRFV minimiza las pérdidas por fricción, minimiza el consumo de energía de bombeo y evita la formación de depósitos disminuyendo los costos de limpieza. En contraste con el acero, el hierro fundido y el cemento, los tubos de GRP mantienen la rugosidad inicial a lo largo de todo el período de uso.

**11.11.4 Larga vida útil, virtualmente infinita:** Por su alta resistencia a la corrosión, abrasión, ataques biológicos, entre otros, la tubería de PRFV no presenta deterioro durante su vida útil. Por lo anterior, esta tubería no requiere mantenimiento.

**11.11.5 Absoluta impermeabilidad de los tubos y conexiones:** Esta es una condición básica de todo producto que conduzca un fluido. La tubería de PRFV no permite el intercambio de sustancias desde adentro hacia afuera y viceversa.

**11.11.6 Bajo peso:** Su peso corresponde a 1/4 del peso de las tuberías de hierro dúctil y a 1/10 de las tuberías de concreto. Su bajo peso permite una mayor rapidez de instalación y el uso de equipos de transporte e instalación más livianos.

**11.11.7 Mayor longitud estándar:** Las secciones de los tubos de GRP son más largas que aquellas fabricadas con otros materiales, permitiendo una rápida instalación, menor cantidad de uniones y menores cantidades de material sellante, así como menores costos de despacho.

**11.11.8 Facilidad de trabajar el material en sitio:** Es posible realizar cualquier tipo de forma (recta, curva) en las conexiones y uniones.

**11.11.9 Uniones con empaques elastoméricos:** Estas uniones impiden infiltraciones y exfiltraciones, impidiendo el ingreso de raíces. Además, permiten pequeños cambios de dirección o ajustes diferencias de las tuberías.

**11.11.10 Posibilita albergar distintos diámetros durante el transporte:** Permite ahorrar costos de transporte dado que es posible transportar varios tubos uno dentro de otro.

**11.11.11 Protecciones requeridas para salvar condiciones de radiación solar.**

La tubería cuenta con una alta resistencia química por lo que no existe evidencia de que su integridad se vea afectada por efecto de la exposición a los rayos ultravioleta. Sin embargo, en nuestro proceso productivo adicionamos protectores UV, logrando que los productos fabricados con el sistema TOP-COAT tengan una vida útil superior y requieran menos mantenimiento una vez estas tuberías son instaladas en la intemperie.

Se recomienda mínimo cada 5 años hacer una inspección visual de la tubería expuesta, para determinar si es necesario aplicar una capa de protector UV. Se puede agregar el pigmento que el cliente requiera para su proyecto. Tal Como se aprecia en la ilustración 7.



Ilustración 7 Pigmentación en línea

Fuente: Visita Clientes y capacitaciones

### **11.12 Protecciones requeridas para condiciones de humedad ambiental.**

Las tuberías GRP PAVCO no requieren protecciones especiales para condiciones de humedad ambiental, ya que las materias primas con las que está constituida proporcionan resistencia tanto en la parte interior del fluido como condiciones ambientales externas.

### **11.13 Protecciones requeridas para protección catódica.**

Las tuberías GRP PAVCO no requieren revestimientos, recubrimientos ni alguna otra protección contra la corrosión. No requiere protección catódica.

### **11.14 Uniones especiales que podría requerir cualquiera de los tipos de instalación**

Las tuberías GRP PAVCO son espigo-espigo, unidas entre sí mediante el uso de uniones mecánicas con sellos elastoméricos. Estas uniones se usan para sistemas a flujo libre y presión. Sin embargo, en algunos casos es necesario considerar uniones especiales tal como se ilustra más adelante.

#### **11.14.1 Unión con vena corta flujo**

Estas uniones se utilizan como pasa muros que van embebidos en los muros de desarenadores, tanques de carga, cámaras, entre otros, los cuales evitan el paso de líneas de flujo y permiten el anclaje del sistema a estas estructuras. Pueden fabricarse uniones o nipples con venas corta flujo. Como se aprecia en la ilustración 8.



Ilustración 8 Unión vena corta flujo

Fuente: manual técnico Pavco Edición No. 2 - febrero 2014

### 11.14.2 Juntas mecánicas rígidas

Dentro de esta clasificación se encuentran las uniones mecánicas rígidas Viking Jhonson, Dresser, Helden, Kamflex, entre otros. Comúnmente son usadas para unir tuberías GRP PAVCO con tuberías de diferentes materiales y diámetros, así como para adaptar conexiones bridadas. Para ello, se requiere una unión de transición que utilice sistemas de doble perno independientes.

Se recomienda el uso de uniones escalonadas que permitan realizar un apriete independiente de cada lado, de manera que se garantice el torque ideal para cada material (ejemplo un torque mayor para el acero, y un torque menor para el GRP). Estas uniones permiten la unión de tuberías de diferentes materiales y diámetros externos. Como se evidencia en la ilustración 9.



Ilustración 9 Uniones Escalonadas

Fuente: manual técnico Pavco Edición No. 2 - febrero 2014

### 11.14.3 Juntas mecánicas flexibles

Dentro de esta clasificación se encuentran las uniones flexibles Straub, Arpol, Tee Kay, entre otros. Este tipo de uniones se utilizan ampliamente en el mercado para unir tuberías GRP PAVCO con tuberías de diferentes diámetros y materiales, o en reparaciones y cierres de tuberías GRP PAVCO. Estas uniones consisten en una camisa de acero flexible con un empaque de caucho que permite el sellado de la unión. Según ilustración 10.



Ilustración 10 Uniones Flexibles con empaque

Fuente: Visita Clientes y capacitaciones

### 11.14.4 Uniones bridadas

Dentro del portafolio GRP PAVCO se tiene la fabricación de uniones bridadas, mediante las cuales se pueden unir tuberías de GRP, o tuberías de GRP con otros materiales. Estas uniones cuentan con empaques de caucho (completos o de cara interior) que facilitan el cierre de las uniones y la estanqueidad del sistema.

### **11.14.5 Uniones laminadas**

Las tuberías y accesorios GRP PAVCO pueden ser ensamblados mediante el laminado con refuerzos de fibra de vidrio y resina de poliéster. Se usan cuando las tuberías se ven sometidas a esfuerzos axiales importantes, en reparaciones o en casos de que se requiera la conducción de líquidos corrosivos que pueden dañar los sellos elastoméricos de las uniones. Las uniones obtenidas mediante el laminado brindan el mismo grado de resistencia estructural y a la corrosión como la de cualquier sección de la tubería. Teniendo en cuenta lo anterior, el sistema resultante puede ser considerado como un sistema monolítico. Esta actividad debe llevarse a cabo por una persona capacitada, como se aprecia en la ilustración 11, tomando las precauciones de seguridad necesarias. En caso de que se requiera la laminación en obra, se deben comunicar con el área técnica GRP PAVCO.

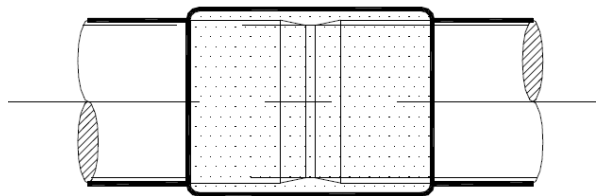


Ilustración 11 Unión Laminada

Fuente: manual técnico Pavco Edición No. 2 - febrero 2014

### **11.14.6 Longitud de los tramos a suministrar.**

Las tuberías GRP PAVCO pueden fabricarse en la longitud requerida por el cliente. Sin embargo, por lo general se entregan en tramos de 6 m o 12 ml, dependiendo de las condiciones de sitio para realizar la instalación. Para este proyecto en particular, se proponen tramos de 12 ml los cuales deben ser (por confirmar por parte del cliente).



Las tuberías se fabrican espigo – espigo, y se unen mediante uniones mecánicas con sellos elastoméricos. Las tuberías suministradas ya vienen con una unión ensamblada en uno de sus espigos. Y de acuerdo a la longitud suministrada se hace uso del transporte específico como se aprecia en las ilustraciones 12 y 13.



Ilustración 12 Transporte tubería espigo x espigo

Fuente: Información Interna sobre procedimientos de carga y descargue



Ilustración 13 Transporte tubería diámetros pequeños campana vs espigo

Fuente: Información Interna sobre procedimientos de carga y descargue

### **11.15 Instalación**

La instalación de la tubería deberá realizarse de acuerdo con la NTC 3878 (ASTM D3839), los planos de diseño y las instrucciones del fabricante. La deflexión vertical máxima para aprobar la tubería colocada será del 3% del diámetro interno original de la tubería a corto plazo, y hasta un 5% a largo plazo. La medición final para recibo se realizará una vez conformado el relleno completo, y sometida la tubería a cargas vivas definitivas. Esta información es Fuente del manual técnico Pavco.

### **11.16 Calidad.**

La calidad en Mexichem, se rige bajo las normas técnicas colombianas, el laboratorio de tubería de PVC y PE trabaja con distintas normas ya que cada producto se rige bajo una norma específica, esto por sus diferentes características y funciones debido a que se encuentra certificado bajo estas normas. Certificar un producto significa que; el producto es fabricado bajo unas especificaciones dadas en una norma y en procesos estandarizados cumpliendo todos los requisitos o lo solicitado en la norma correspondiente, Pavco trabaja con proveedores certificados que garantizan sus materias primas e insumos los cuales son utilizados en los diferentes procesos de fabricación, entregando productos confiables que cuentan con sistemas certificados, como ISO 9001, ISO 14001 Y 18001. La importancia de tener productos certificados para la empresa y para los clientes genera confianza para las dos partes, ya que el producto que se comercializa y el que se utiliza tiene el aval de un organismo certificador en

este caso (ICONTEC), quien es el ente certificador que hace seguimiento a los productos y verifica el cumplimiento de todos los parámetros relacionados en la norma.

**11.17 Secuencia de proyectos.**

La cadena de suministro de tuberías y accesorios GRP PAVCO inicia desde la concepción y revisión de los proyectos hasta su instalación y puesta en marcha. Para garantizar que las tuberías fabricadas cumplan con las especificaciones requeridas, y sean despachadas e instaladas en los tiempos y condiciones estipuladas, se tiene estandarizada la siguiente secuencia que permite identificar en qué fase se encuentra el suministro de la tubería y accesorios de un determinado proyecto (ver ilustración 14).

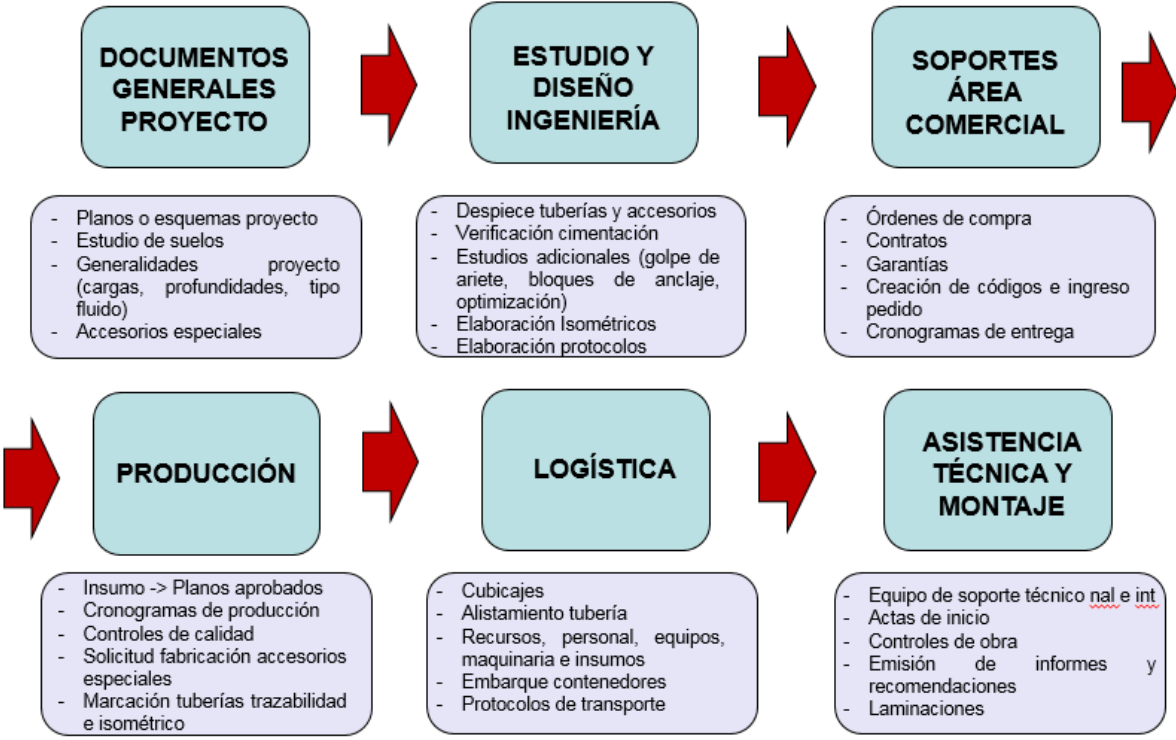


Ilustración 14 Secuencia Proyectos  
(Tomado de presentación GRP General / 2019)

A continuación, se describe cada una de las fases:

- **Documentos generales proyecto:** En esta fase se solicita al cliente la información pertinente del proyecto para especificar el tipo de tubería que se debe fabricar (diámetro, presión y rigidez), así como los accesorios que deben conformar el sistema de tuberías.
- **Estudio y diseño ingeniería:** En esta fase se realiza la revisión de la cimentación, generación de despieces y cuadros de cantidades, se adelantan estudios adicionales si se requieren, se generan isométricos y protocolos particulares para cada proyecto.
- **SopORTE área comercial:** Una vez se ha especificado la tubería y se han formalizado las cantidades con el cliente, se procede a generar la orden de compra de las tuberías y accesorios a suministrar. De igual manera se adelantan los contratos, garantías, generación de códigos para la fabricación y cronogramas de entrega.
- **Producción:** Con esta información y con los planos aprobados previamente por el cliente, se inicia la producción de las tuberías y accesorios contratados. Paralelamente se elaboran cronogramas de producción y se generan los controles de calidad dependiendo de la normatividad aplicable a cada proyecto.
- **Logística:** En la fase inicial, el área logística realiza el cubicaje y estimativo del flete para la elaboración de ofertas. Una vez las tuberías y accesorios GRP son fabricados y probados, el área logística realiza el alistamiento de la tubería garantizando el adecuado embalaje para evitar cualquier posible fallo durante el transporte. De igual manera elaboran las listas de despacho y coordinan el envío de los elementos a su destino final.
- **Asistencia técnica y montaje:** Una vez las tuberías y accesorios GRP han llegado a su destino final, se asigna un técnico especializado al proyecto, el cual realiza una

capacitación de inicio con todo el equipo contratista, y posteriormente asiste la obra durante su ejecución. Elabora informes técnicos de ejecución, tramita reclamos en caso de que se presenten y presta servicio de laminación cuando el proyecto lo amerite.

Cada una de estas fases es vital para garantizar que el producto entregado sea fabricado bajo las especificaciones requeridas y sea instalado correctamente. Sin embargo, tal como se evidenciará en los siguientes numerales, se han cometido errores en las diferentes fases que han generado reclamos de diferente índole, lo cual ha causado reprocesos y sobrecostos a la línea de GRP.

## **12. MARCO CONCEPTUAL**

### **12.1. Diagrama de Causa-Efecto**

El diagrama de causa o efecto, principalmente es la representación en un gráfico de varios elementos que son llamados (causas), de un método que puede ayudar a un problema que en este caso es el (Efecto). Fue desarrollado en el año de 1943 en Tokio por el profesor Ishikawa, se puede encontrar como diagrama de Ishikawa y/o diagrama de espina de pescado. Se utiliza como instrumento muy efectivo para ilustrar procesos y situaciones los cuales recolectan una muy buena información. Se logran tener diferentes puntos de vista y así dar una posible solución al problema.

El diagrama tiene 5 pasos principales que se deben seguir al ser utilizado los cuales son:

- Identificar el problema: Se puede describir como algo que se quiere controlar o mejorar, el problema debe ser preciso y específico.

- Registrar la palabra o frase: Será el resumen del diagrama se debe encerrar esta palabra o frase y así estará identificado el problema y formado lo que es denominado como la cabeza del pescado.
- Espinas principales: Es denominado el cuerpo del pescado, como es la estructura del diagrama no se proponen reglas para las categorías (Causas), pero se tienen como las más utilizadas; personas, maquinas, materiales.
- Lluvia de ideas: Es considerado como el paso más importante del diagrama, son seleccionadas las causas más relevantes, pero no la solución del problema. El propósito fundamental es generar una lluvia de ideas y no una lista perfecta.

Ilustración 15.

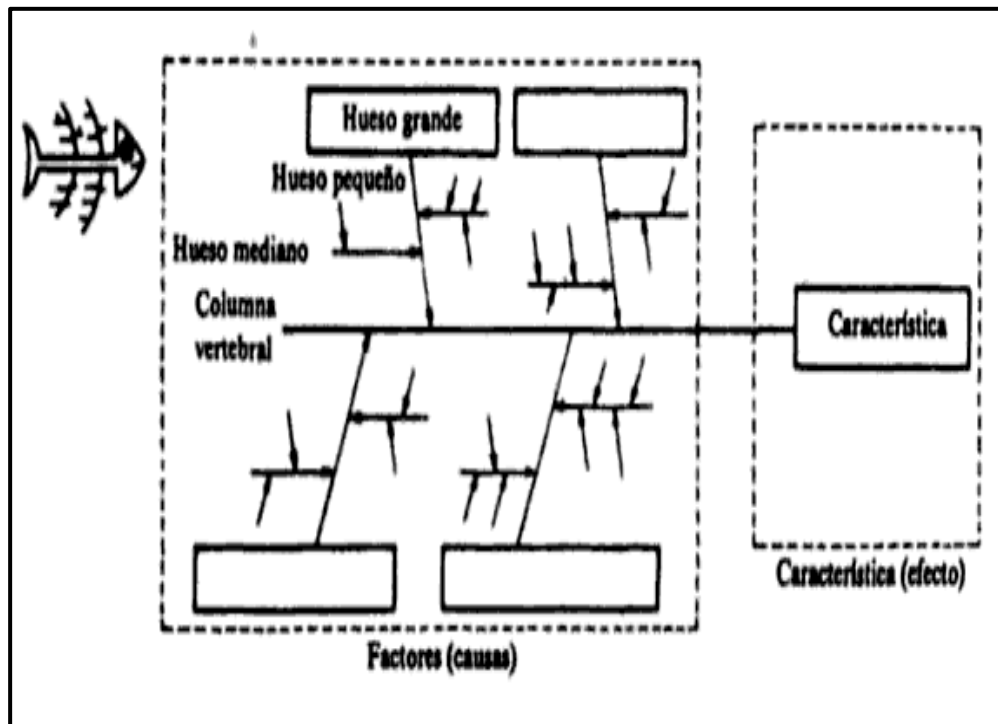



Ilustración 15 Estructura Diagrama de causa - efecto

Tomada de: Kume Hitoshi (2002), herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad. Edición original, Colombia G.E Norma.

## 13. MARCO HISTORICO

Nombre: Mexichem Pavco Colombia.

Ciudad: Guachene Cauca. Logo empresarial: 

### **a. Misión:**

Transformar químicos en: productos, servicios y soluciones innovadoras, para los diversos sectores industriales, a través de nuestra excelencia operativa y enfoque en las necesidades del mercado, con el propósito de generar valor continuo para nuestros clientes, colaboradores, socios, accionistas y comunidad, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de la gente.<sup>1</sup>

### **b. Visión:**

Ser respetada y admirada mundialmente como una compañía química líder enfocada en generar resultados, contribuir al progreso y mejorar la vida de las personas.<sup>2</sup>

### **c. Valores:**

La empresa siempre se ha regido por los siguientes principios y valores.

Liderazgo, Responsabilidad, Compromiso, Integridad.<sup>3</sup>

La tubería de fibra de vidrio se introdujo en 1948. Las primeras aplicaciones para la fibra de vidrio. La tubería, y aún una de las áreas más utilizadas, se encuentra en la industria petrolera.

<sup>1</sup> Pavco Enfoque estratégico (2014) versión 2. Recuperado el 15 de octubre de 2015.

---

La empresa PAVCO fue fundada el 2 de noviembre de 1962, en Bogotá, Colombia. Se inició con la producción y venta de baldosas de vinilo. Carlos Gonzalez, presidente de Pavco, recuerda que fueron 3 colombianos de Origen Israelí Edmundo Esquenazi, Jimmy Meyer y Víctor Shaio, los fundadores de Pavco, en 1962. Empezaron con 40 empleados en un gran terreno baldío con una oficina y una pequeña planta, en la que fabricaban los famosos pisos de vinilo, que hoy todavía permanecen en apartamentos de urbanizaciones como Niza y la clínica Shaio, en Bogotá. “Esa parte de la empresa se vendió en el 2008. En los sesenta, tiempo después de creada la empresa, trajeron la tecnología para producir tubería plástica, en PVC, en un momento en que todos los tubos eran galvanizados (de hierro). La gente, abismada, decía, ¿pero ¿cómo un tubo de plástico va a resistir tanta carga? Los clientes preguntaban ¿qué es eso, se puede soldar? Los dueños de la compañía, en su constante búsqueda de nuevos productos, viajaban para ver qué se estaba usando en el exterior. En 1975 consiguen alianza con la compañía más grande de Europa, Wavin, que se volvió la asesora en temas de innovación. De la mano del asesor, primero fabricaron tuberías para la construcción, luego y tubos para acueducto, alcantarillado, gas, ductos telefónicos. Cuando en la compañía, los tubos eran de media hasta dos pulgadas. Ahora son de 3 metros de diámetro”. Dando soluciones y cubriendo un gran mercado. La compañía tiene sus centros de producción en Bogotá, Barranquilla y Cali. La administración tiene su sede principal en Bogotá. Las instalaciones ocupan cien mil metros cuadrados de construcción. El personal empleado es de más de 1200 colaboradores. PAVCO cuenta con cerca de 290 distribuidores en 53 ciudades. Se realizan exportaciones, a todos los países de Suramérica, México, Australia, Nueva Zelanda y otros países del mundo occidental. Operacionalmente, la compañía está estructurada en tres unidades: Recubrimientos decorativos, tuberías y accesorios y textiles. Lo más moderno en innovación es la tecnología de renovar la tubería sin necesidad de hacer zanjas. Con el transcurrir de los años la empresa ha experimentado un acelerado



crecimiento gracias al compromiso del grupo de trabajo, en su trayectoria ha ampliado su portafolio de productos siendo líder en el mercado en la mayoría de servicios que ofrece. La participación y liderazgo de sus productos se ha extendido a nivel nacional, gracias a la tecnología de producción que maneja, alta calidad y servicio permanente orientación al cliente y mercado, con productos que satisfacen las necesidades del usuario.

En la actualidad, Pavco S.A., participa en los Comités Técnicos ICONTEC de Tuberías, Ductos y Accesorios de plásticos, administración y aseguramiento de la calidad y Gestión ambiental. También ha participado en representación del comité de Tuberías, Ducto y Accesorios Plásticos en reuniones de normalización a nivel regional, ante la comisión Panamericana de Normas Técnicas Copan – Norco. Pavco es una de las empresas industriales más grandes del país y líder del mercado en la mayoría de los productos que fábrica, principalmente materiales para la construcción: Tuberías y accesorios de PVC, Geotextiles, Alfombras y Pisos. Cuenta con una red de distribución en todo el país, a través de la cual atiende principalmente los siguientes sectores: y se cuenta con los siguientes sellos de calidad de producto, ilustración 16.

- Sistema de Tubería y Accesorios Presión Unión-Z, Unisafe.
- Sistema de Tubería y Accesorios Para Alcantarillado W-Reten/Novafort/Novaloc.
- Sistema de Tubería y Accesorios Presión y Sanitaria.
- Sistema de Tubería y Accesorios para conducción de GAS.
- Sistema de Tubería y Accesorios Conduit, Ducto Telefónico y Eléctrico.
- Sistema de Tubería y Accesorios Uso Agrícola.
- Sistemas de Canales y Bajantes.
- Sistema de Tubería y Accesorios para Agua Caliente

Esta ilustración 16 muestra los sellos y año en que se consiguió por parte de la compañía Mexichem Pavco



Ilustración 16 Sellos De Calidad  
Tomado de: Elaboración propia

## 14. DIAGNOSTICO PROBLEMÁTICA ACTUAL

### 14.1 Histórico Información.

Aplicando la metodología que anteriormente se elaboró se realiza el análisis de esta información tomando como base el histórico de reclamos que previamente se organizó desde el año 2015 hasta la fecha de hoy, logrando de esta manera evidenciar y cuantificar los costos asociados a cada reclamo. Lo que apunta al objetivo principal.

Después de analizar la información de los años 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019 se da como resultado la siguiente información según ilustración 17 reclamos vs año. En donde se observa que cada año aumenta la cantidad de reclamaciones, razón por la cual se hace necesario este proyecto, que permite tomar acciones de mejora.

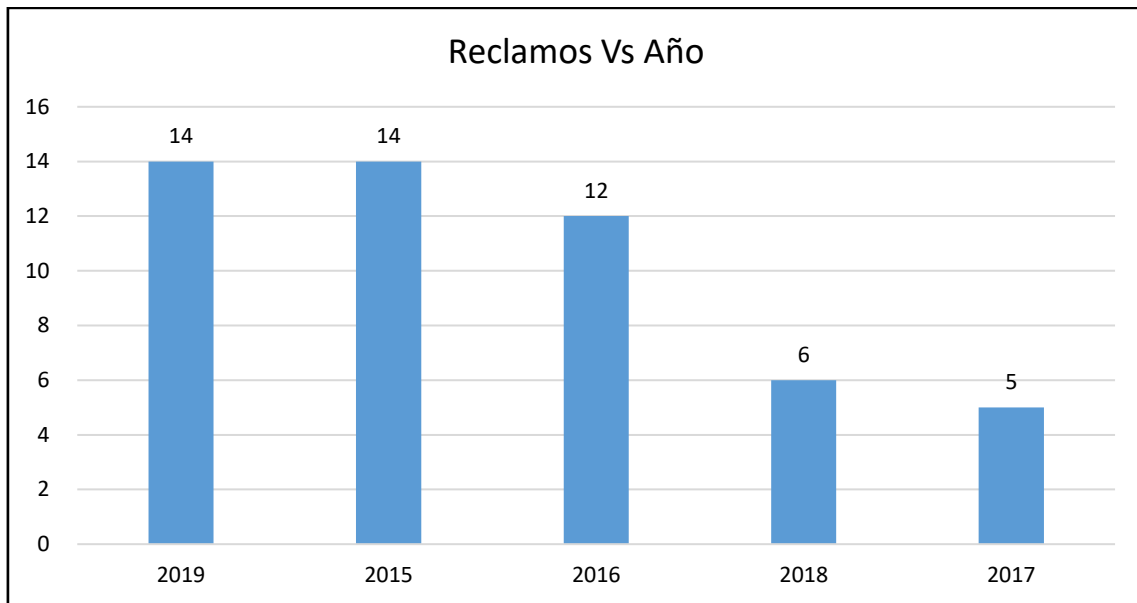


Ilustración 17 Reclamos por año

Tomado de: Elaboración propia

#### 14.2 Análisis por familia.

Al realizar el análisis por familia se evidencia un aumento notable en tubería y seguidamente los accesorios. Según la ilustración 18. Lo que genera alertas con respecto a que se concentran en defectos generados en planta.

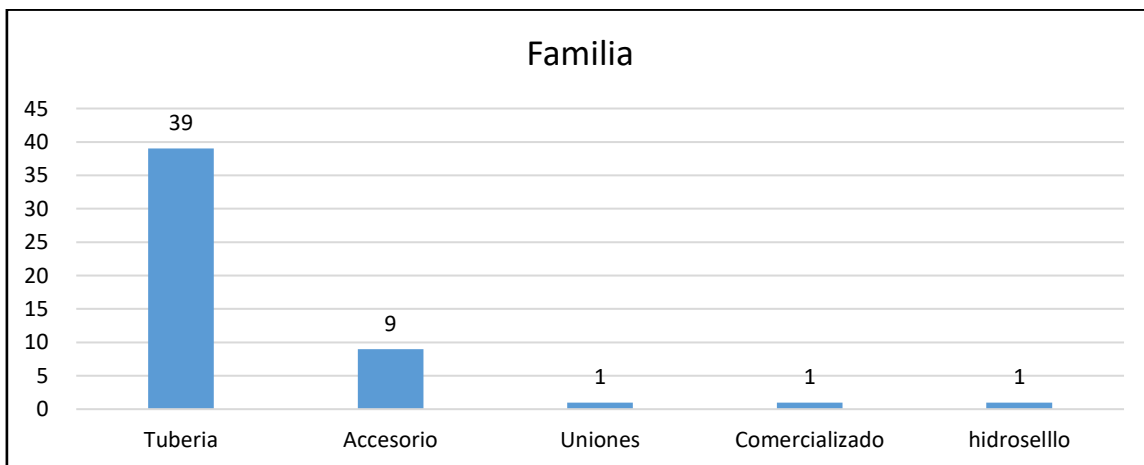


Ilustración 18 Reclamos por familia

Tomado de: Elaboración propia

### 14.3 Análisis por tipo de reclamo.

Haciendo un Pareto por tipo de falla, logramos determinar que los reclamos se concentran en la planta por defectos de fabricación. según ilustración 19.

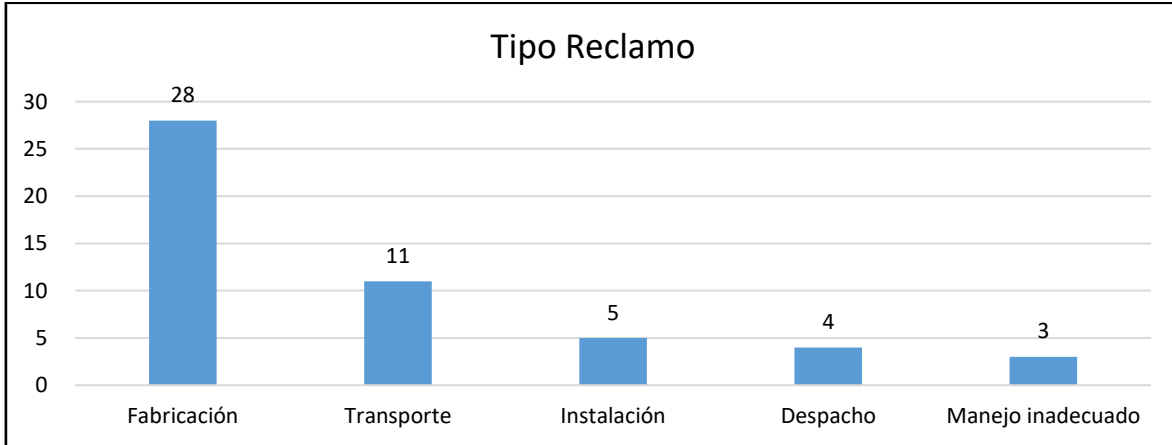


Ilustración 19 Tipo de reclamo

Tomado de: Elaboración propia

### 14.4 Análisis de los costos asociados.

En la tabla No 2 se hace el análisis de participación en % de las diferentes variables analizadas según los costos asociados a cada reclamo.

Se puede concluir que el rublo más alto está en las multas o pólizas. Ver tabla 2 e ilustración 20.

Tabla 2 Participación en % GRP

Variable	Costo	Part. %.
Tecnico	\$ 52.460.000	6%
Soporte Ingenieria	\$ 74.600.000	9%
Asesor Externo	\$ 70.500.000	8%
Operarios	\$ 9.360.000	1%
Transporte Terrestre	\$ 9.200.000	1%
Tiquetes	\$ 44.440.000	5%
Alojamiento	\$ 15.405.000	2%
Multas o polizas	\$ 300.000.000	36%
Costo Unidad	\$ 263.994.068	31%
<b>Costo Total</b>	<b>\$ 839.959.068</b>	<b>100%</b>

Tomado de: Elaboración propia

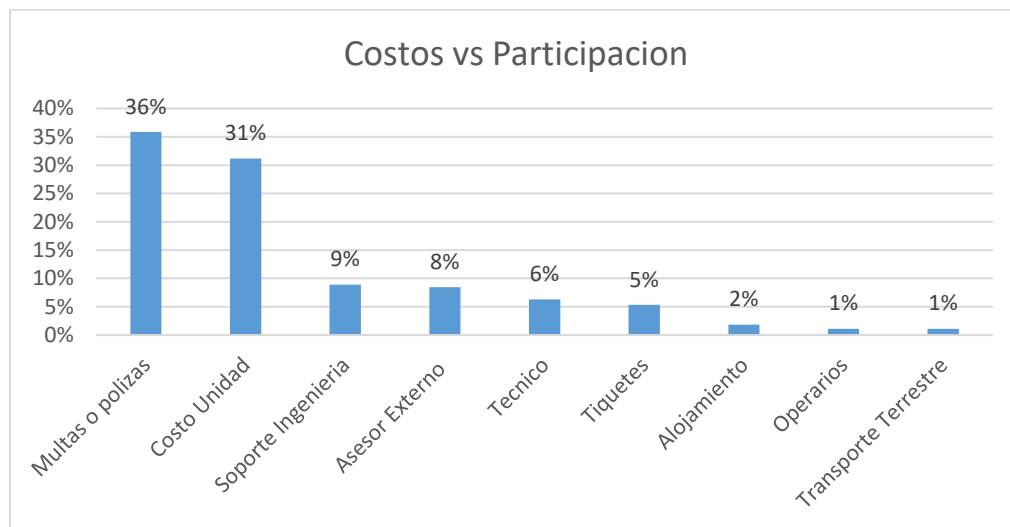


Ilustración 20 Participación vs costos

Tomado de: Elaboración propia

## 15. ANALISIS DE LA INFORMACION

Desde el análisis realizado con la herramienta de árbol de problemas se analizaron las posibles causas de falla como se muestra en la ilustración 21 y luego se determinaron las soluciones, con esta información se determinaron las actividades a realizar y se obtienen los siguientes resultados.



Ilustración 21 Árbol de problemas

Con el análisis realizado a la problemática y teniendo en cuenta el objetivo al cual se debe llegar se plantean todas las posibles causas que llevan a que se tengan los reclamos a analizar. Como se puede ver en la ilustración 22.

# ARBOL DE PROBLEMAS

## Perdidas económicas e imagen de la compañía

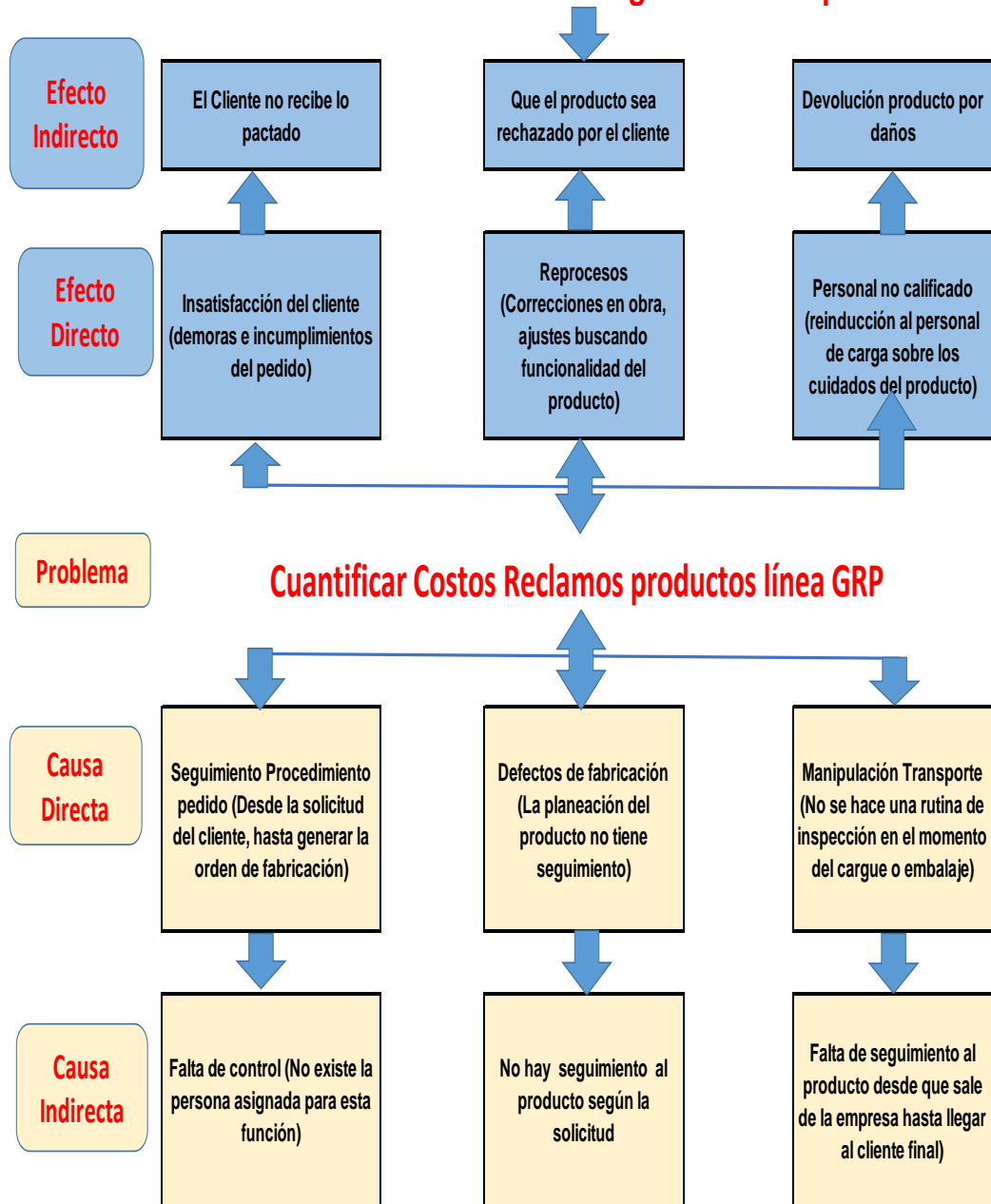


Ilustración 22 Árbol de problemas GRP

Tomado de: Elaboración propia

## 15.1 Análisis de los problemas y las causas.

Analizando la información y la problemática se hace la propuesta de soluciones para mitigar los reclamos y garantizar la mejora continua. Según ilustración 23.

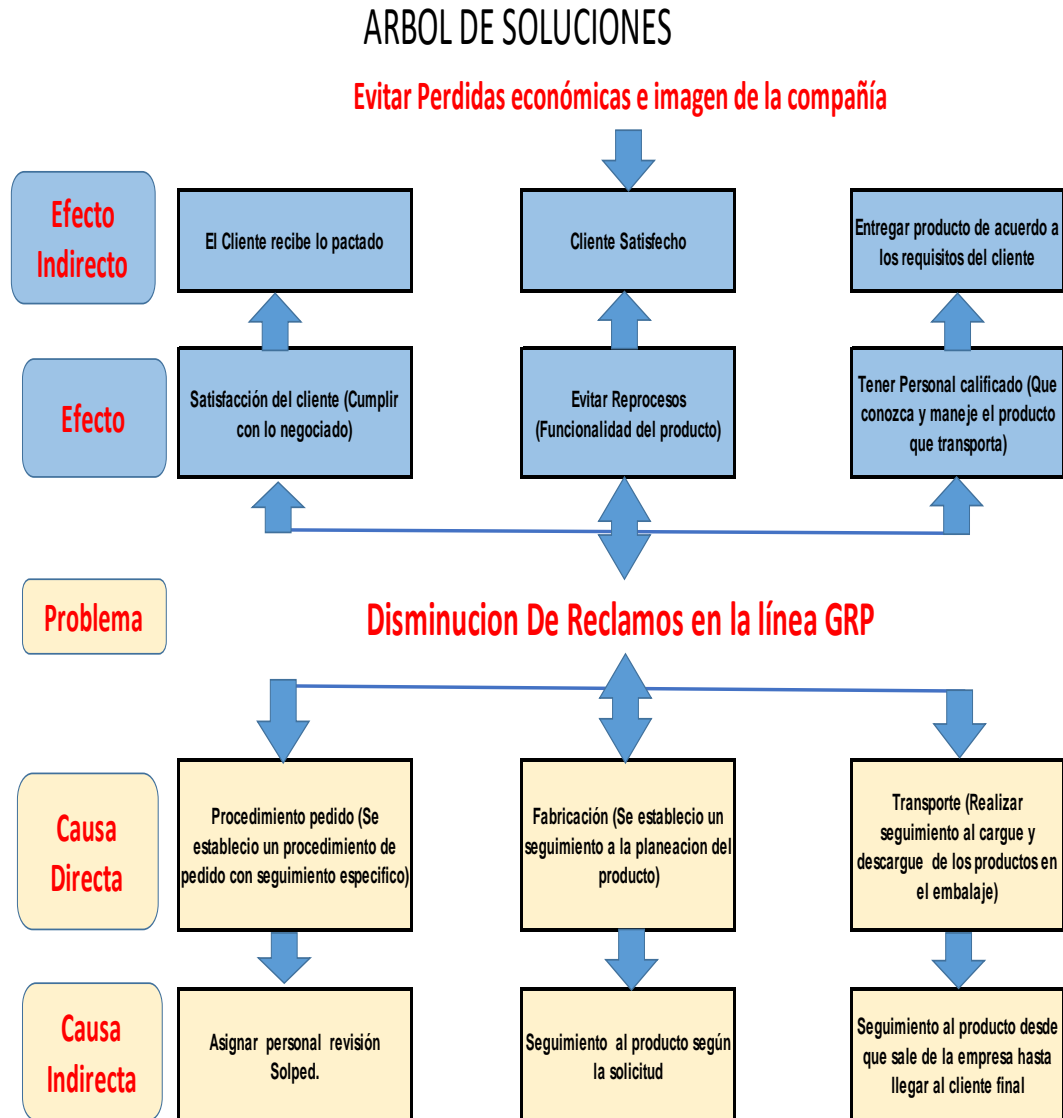


Ilustración 23 Árbol de soluciones GRP

Tomado de: Elaboración propia



## **15.2. Problema: Cuantificar costos reclamos productos de la linea GRP**

### **Causa Directa 1**

Seguimiento procedimiento pedido (Desde la solicitud (Desde la solicitud del cliente, hasta generar la orden de fabricación)

### **Causa Indirecta 1**

Falta de control (No existe la persona asignada para esta función

### **Causa Directa 2**

Defecto de fabricación (la planeación del producto no tiene seguimiento)

### **Causa Indirecta 2**

No hay seguimiento al producto según la solicitud

### **Causa Directa 3**

Manipulación Transporte (No se hace una rutina de inspección en el momento del cargue o embalaje)

### **Causa Indirecta 3**

Falta de seguimiento al producto desde que sale de la empresa hasta llegar al cliente final)

## **15.2.1 Perdidas económicas e imagen de la compañía**

### **Efecto Directo 1**

Insatisfacción del cliente (demoras e incumplimientos del pedido)

### **Efecto Indirecto 1**

El Cliente no recibe lo pactado

### **Efecto Directo 2**

Reprocesos (Correcciones en obra, ajustes buscando funcionalidad del producto)

### **Efecto Indirecto 2**

Que el producto sea rechazado por el cliente

### **Efecto Directo 3**

Personal no calificado (reinducción al personal de carga sobre los cuidados del producto)

### **Efecto Indirecto 3**

Devolución producto por daños

## **16. ANALISIS DE RESULTADOS**

### **16.1 Registros del análisis de información.**

Desde el análisis realizado se evidenciaron diferentes variables que nos permiten obtener información para llevar a cabo los planes de acción encaminados a mejorar los resultados en planta y por consiguiente mitigar las reclamaciones.

Dentro de los planes de acción que se propusieron existen capacitaciones, divulgaciones y mejoras en los formatos que permiten tener un mayor control de las diferentes etapas del proceso.

### **16.2 Recepcion información de proyectos:**

El asesor comercial, quien recibe la información por parte del cliente según el requerimiento, cotiza, define el tipo de proyecto, Solicita información relevante dependiendo del proyecto, por ejemplo:

Uso del proyecto, planos planta perfil, estudio de suelos, PCH (Caudal, potencia a generar)

Bombas o impulsiones: Cabeza de la bomba, presión residual a la llegada

Cámaras de inspección: Planos de detalle

Consulta disponibilidad en la planta para fabricar el pedido: Con el administrador de proyectos los tiempos de entrega de tubería, debe validar la capacidad de la planta en su momento.

### **16.3 Cotización y fletes**

El Asesor Comercial realiza cotización de materiales de tuberías y accesorios, Cámaras y tanques. Además, debe tener en cuenta:

- Orden de compra (Mexichem o PDO)
- Las tuberías deben quedar en longitud múltiplo del empaque
- Definir diámetro controlado (hasta un 20% si no está definido)

Solicitud cotización de fletes:

- Los accesorios deben venir con el cubicaje (capacitación)
- Definir sitio de entrega (algunas veces se requiere el mapa con ubicación)
- Definir acceso al sitio (carro sencillo, tracto mula)

### **16.4 Generación solicitud pedido.**

El asesor comercial genera el formato de solicitud de pedido:

- Diligencia formato
- Pedido (primera hoja)
- Condiciones comerciales (segunda hoja) Firmada por el cliente, según formato solicitud de pedidos Formato 1.

### **Solicitud códigos planta:**

El Designado de servicio al cliente regional debe diligenciar los siguientes documentos:

- Formato de solicitud de pedido
- Cotización enviada al cliente

- Orden de compra
- Planos de accesorios en formato aprobados por el cliente (firma o visto bueno)
- Confirmación de normas de fabricación de bridas (cliente)

### **Generación de estructuras y códigos**

El Planificador de Planta genera:

- La estructura del pedido.
- La Creación de códigos (Planificador GRP/PDO)
- Confirmación de precios y cantidades.
- Ingreso de pedido con códigos generados por la planta

### **Planificación ingreso pedidos**

- Ingreso de pedido según ocupación y prioridad

### **16.5 Soporte técnico proyectos.**

El asesor comercial debe:

- Entregar información pertinente al proyecto (planos, especificaciones)
- Solicitar al cliente un cronograma de instalación para programar apoyo técnico
- Solicitar a la planta cronograma de despachos para programar supervisor durante la descarga y notificar oportunamente al cliente

### **16.6 Definición equipo soporte obra:**

El Ingeniero del área técnica

- Define cual es el tipo de asesoramiento que se va a prestar en la obra, define la frecuencia y permanencia del personal dependiendo de la necesidad del

proyecto y disponibilidad con el gerente regional, capacita al técnico y se entrega información pertinente relacionada con el proyecto.

- Solicita a planeación PDO los certificados de calidad de la tubería a despachar. Dependiendo del cronograma de soporte, debe procurar que las visitas del técnico asignado se hagan efectivas.

### **16.7 Acta de inicio.**

El Técnico de zona / Área técnica hace la visita al proyecto.

### **16.8 Divulgaciones manuales técnicos.**

El personal del área técnica Envía manual técnico y protocolos al cliente para instalación, inspecciones rutinarias y pruebas

### **16.9 Generación de actas de recibo y satisfacción.**

El asesor comercial y el departamento de licitaciones realizan el siguiente protocolo:

- Generan actas de recibo y satisfacción del cliente.
- Archivan información como soporte para futuras licitaciones.

## **17. PROPUESTAS DE MEJORA**

### **17.1 Solución. Disminución De Reclamos en la línea GRP**

#### **Causa Directa 1**

Procedimiento pedido (Se estableció un procedimiento de pedido con seguimiento específico)

#### **Causa Indirecta 1**

Asignar personal revisión Solped. (Solicitud pedido)

#### **Causa Directa 2**

Fabricación (Se estableció un seguimiento a la planeación del producto)

#### **Causa Indirecta 2**

Seguimiento al producto según la solicitud

#### **Causa Directa 3**

Transporte (Realizar seguimiento al cargue y descargue de los productos en el embalaje)

#### **Causa Indirecta 3**

Seguimiento al producto desde que sale de la empresa hasta llegar al cliente final

## **17.2 Evitar Pérdidas económicas e imagen de la compañía**

### **Efecto Directo 1**

Satisfacción del cliente (Cumplir con lo negociado)

### **Efecto Indirecto 1**

El Cliente recibe lo pactado

### **Efecto Directo 2**

Evitar Reprocesos (Funcionalidad del producto)

### **Efecto Indirecto 2**

Cliente Satisfecho

### **Efecto Directo 3**

Tener Personal calificado (Que conozca y maneje el producto que transporta)

### **Efecto Indirecto 3**

Entregar producto de acuerdo a los requisitos del cliente



### **17.3 Propuestas de mejora en la inspección**

#### **17.3.1 Inspección visual de tuberías y accesorios GRP PAVCO**

Todas las tuberías y accesorios deben ser inspeccionados visualmente al ser recibidos en el sitio de trabajo para asegurarse de que no haya habido ningún daño durante el transporte. Dependiendo del sitio de trabajo, condiciones de almacenamiento, el manejo y otros factores que pueden afectar las condiciones del tubo, puede ser conveniente realizar su inspección antes de su instalación.

Para ello se debe realizar una inspección general de los tubos. Si los mismos están intactos, una inspección normal al descargarlos será suficiente para asegurar que el tubo haya llegado sin daños. Si los tubos se desplazaron o muestran alguna señal de golpe o rasguño, entonces se debe verificar cuidadosamente para descartar daños importantes en cada sección del tubo.

En general, una inspección visual de la superficie externa será suficiente para detectar cualquier daño. Sin embargo, puede que sea necesario inspeccionar la superficie interna para descartar algún daño en la parte interior. En tales circunstancias, la superficie interna puede mostrar grietas que no sean evidentes en la parte exterior del tubo. Para hacer la inspección se deben quitar todos los medios de protección de los espigos y caras, con el fin de verificar el estado de los mismos y verificar los extremos maquinados de los tubos. La protección de los extremos debe ser reinstalada a menos que se planee la instalación inmediata.

Normalmente las piezas dañadas pueden ser reparadas rápidamente y fácilmente por una persona calificada en el sitio de trabajo. Si hubiera alguna duda sobre las condiciones del tubo, absténgase de usarlo. Los defectos comunes resultado del manejo se enumeran a continuación en la tabla 3.

**Tabla 3 Tipos de Falla Tubería GRP**

<b>Tipo de defecto</b>	<b>Descripción</b>	<b>Criterio de aceptación de entrega</b>	<b>Acción correctiva</b>
Mella	Una pequeña pieza rota desde el borde o superficie. Si las fibras están rotas, se lo considera una grieta.	Si hay fibras no dañadas expuestas sobre cualquier área, o no hay fibras expuestas pero a un área mayor a 5 x 5 mm no tiene resina.	Reparación menor
		Si no hay fibras expuestas y el área sin resina es menor de 5 x 5	Aceptar
Grieta	Separación real del laminado, visible en la superficie opuesta, y que a menudo se prolonga a través de la pared.	No se permite ninguno.	Rechazar
	Las fibras de refuerzo se encuentran a menudo visibles o rotas.		Rechazar
Cuarteo	Una delgada fisura en o debajo de la superficie del laminado.	Largo de la grieta mayor a 25 mm	Reparación menor
	Las áreas blancas no son visibles como en la grietas.	Largo de la grieta menor a 25 mm	Aceptar
Fractura	Ruptura del laminado con penetración completa. La	No se permite ninguno.	Rechazar

<b>Tipo de defecto</b>	<b>Descripción</b>	<b>Criterio de aceptación de entrega</b>	<b>Acción correctiva</b>
	mayoría de las fibras están rotas. Visible como un área de color más claro de separación interlaminar.		
Desgaste	Marca superficial causada por el transporte inapropiado. Si las fibras de refuerzo están rotas, el daño es considerado como una grieta.	Si hay fibras no dañadas expuestas sobre cualquier área, o no hay fibras expuestas pero a un área mayor a 10 x 10 mm no tiene resina.	Reparación menor
		Si no hay fibras expuestas y el área sin resina es menor de 10 x 10 mm	Aceptar

De acuerdo con lo anterior, algunos defectos pueden ser corregidos y otros no. Para lo cual se recomienda contactar el Departamento Técnico de Pavco el cual les ayudara a resolver sus inquietudes.

### 17.3.2 Inspecciones y pruebas en campo antes de puesta en servicio.

Con el fin de verificar la correcta instalación de las tubería y accesorios GRP PAVCO, se deben realizar controles posteriores a la instalación, tales como verificación de la deflexión y pruebas hidráulicas de campo. Las pruebas de campo se deben realizar de acuerdo con la normatividad que rige cada proyecto en particular.

#### 17.3.2.1 Verificación de la deflexión máxima de la tubería instalada.

La deflexión máxima de la tubería instalada no debe exceder los valores de deflexión inicial y a largo plazo admisibles. Las tuberías instaladas que no cumplan con dicha deflexión podrían no brindar el desempeño requerido. Tal como están en la tabla 4

**Tabla 4 Deflexiones Tubería GRP**

<b>Deflexión</b>	<b>Porcentaje de deflexión admisible</b>
Inicial	3%
Largo Plazo	5%

Tomado de: Elaboración propia

El cálculo del porcentaje de deflexión puede realizarse de la siguiente manera:

$$\% \text{ Deflexión} = \frac{(D.I. \text{ Real} - D.I. \text{ Vertical Instalada}) * 100}{D.I. \text{ Real}}$$

$$D.I. \text{ Real} = \frac{(D.I. \text{ Vertical} + D.I. \text{ Horizontal})}{2}$$

Por otro lado, se debe controlar que la deflexión positiva no supere un valor de 1.5% DN.

### **17.3.2.2 Corrección de deflexiones excesivas.**

En caso de que la deflexión diametral de las tuberías instaladas exceda los valores establecidos en la tabla anterior, es necesario verificar si es posible realizar la corrección de la deflexión dependiendo del valor obtenido. En caso de que se obtengan deflexiones superiores a las indicadas en la tabla, pero que no excedan el 8%, es posible realizar la corrección de las deflexiones de las tuberías como se indicia a continuación:

- Excavar con equipos manuales hasta una profundidad equivalente al 85% del diámetro de la tubería.
- En caso de que la tubería se encuentre en buen estado, compactar nuevamente el material de relleno de las zonas localizadas bajo la tubería (riñones).
- Rellenar nuevamente la zona de la tubería con el material requerido.
- Rellenar hasta el nivel de rasante.
- Calcular la deflexión y verificar que no exceda los límites establecidos.

Los tubos que presenten deflexiones mayores al 8% deben ser reemplazados.

Para asegurar la adecuada instalación de la tubería, se recomienda llevar un registro de deflexiones de los tubos instalados para lo cual se suministra el formato adecuado para reportar estas deflexiones y analizar esta información.

### 17.3.2.3 Control de desalineamiento.

Una vez la tubería sea instalada, es necesario verificar la máxima desalineación permitida para los extremos adyacentes de las tuberías, la cual no puede superar los 5mm. Para ello, se recomienda verificar el desalineamiento de la tubería especialmente al llegar a bloques de anclaje y estructuras rígidas, así como en zonas de laminación (ya sea por empates o reparaciones). Según ilustración 24.

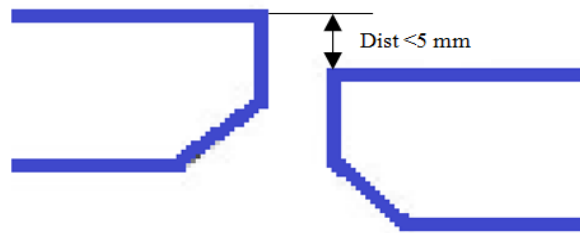


Ilustración 24 Control desalineamiento

Fuente: manual técnico Pavco Edición No. 2 - febrero 2014

### 17.3.2.4 Chequeo de empate de tubería (Verificación sellos)

Una vez se hayan acoplado las dos secciones de tubería, se debe verificar que los sellos hayan quedado instalados correctamente. Para ello se debe deslizar una lámina delgada con punta redondeada o galga entre la unión y el espigo de la tubería, verificando que el sello no se haya movido o haya quedado mordido. Según ilustración 25.

De igual manera se debe revisar con la galga metálica que siempre se garantice un espacio entre la unión y el espigo para evitar esfuerzos puntuales en la tubería que pueden generar daños en la estructura.



Ilustración 25 Chequeo Desalineación

Fuente: Visita Clientes y capacitaciones

### 17.3.2.5 Chequeo de deflexión angular en las uniones.

Teniendo en cuenta que la tubería presentará cambios de dirección en tramos sometidos a presiones importantes, es necesario tener un máximo control de las deflexiones en dichos puntos. Para ello, se debe verificar que la deflexión angular no supere los valores establecidos en la tabla 5 e ilustración 26.

**Tabla 5 Deflexión Angular Tubería GRP**

DN (mm)	PN (Bar)			
	(Máxima deflexión angular en grados °)			
	Hasta PN 16	20	25	32
900 < DN < 1800	1	0.5	0.5	0.5
DN > 1800	0.5	NA	NA	NA

Tomado de: Elaboración propia

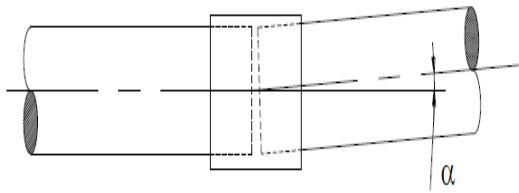


Ilustración 26 Deflexión Angular

Fuente: manual técnico Pavco Edición No. 2 - febrero 2014

De igual manera, se debe verificar que los espigos queden a tope o si se presentan deflexiones en las uniones, que estas no superen el máximo recomendado ya que se podrían presentar fugas en dichos puntos como se evidencia en la ilustración 27.



Ilustración 27 Espigos a tope

Fuente: Visita Clientes y capacitaciones

### **17.3.2.6 Pruebas de estanqueidad y hermeticidad tubería a presión.**

Las pruebas hidráulicas de las tuberías instaladas permiten detectar fugas y defectos de instalación. Estas pruebas se realizan de forma regular, de acuerdo con los requerimientos específicos del proyecto.



### **17.3.2.7 Tareas previas.**

Para realizar este tipo de ensayos de manera adecuada y segura, se deben tener en cuenta algunas recomendaciones:

- La deflexión inicial de las tuberías no debe exceder el 3%.
- El relleno sobre la tubería debe encontrarse al nivel requerido.
- En caso de que la tubería se encuentre descubierta, se deben realizar los anclajes, apoyos y soportes necesarios antes de realizar la prueba.
- Se debe verificar que los bloques de anclaje estén instalados apropiadamente. Debe permitirse el tiempo necesario para el curado del concreto de los bloques antes de efectuar la prueba.
- Las bombas y válvulas deben estar ancladas apropiadamente.
- Las bridas deben estar ajustadas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
- Las uniones deben estar ensambladas correctamente.
- El interior del tramo de prueba debe estar limpio de escombros y residuos que puedan averiar tanto la tubería como los equipos de prueba.
- Durante el proceso de instalación de la tubería se recomienda dejar identificadas las uniones y demás puntos donde se pueden presentar fugas. El cliente determinará cuáles uniones deben permanecer expuestas para facilitar la inspección de la prueba.
- Permitir la ventilación de la tubería durante el llenado.
- Tomar precauciones de seguridad para proteger al personal y a la propiedad en caso de fallar la tubería.

- Verificar equipo para la prueba (motobomba, manómetros, tapones con los elementos necesarios para la toma de presión, evacuación del aire, aseguramientos provisionales y demás que garanticen la efectividad de la prueba.
- En los extremos y derivaciones del tramo que va a ser inspeccionado, se colocarán tapones debidamente asegurados antes de iniciar la prueba, los cuales deben ser fácilmente desmontables para poder continuar con la instalación de la tubería.

Nota: Las personas siempre se deben mantener alejados de la zona de incidencia de los tapones y la tubería durante la prueba. Esta zona es peligrosa y en caso de una falla en los tapones puede sufrir grandes y graves riesgos de accidente.

#### **17.4 Inspecciones de la tubería:**

A continuación, se incluye una serie de verificaciones que deben llevarse a cabo antes del llenado de la tubería, durante el llenado de la misma y durante la presurización, con el fin de descartar posibles fallas u omisiones durante la instalación. Esta información se adjunta en la tabla 6.

**Tabla 6 Inspecciones Tubería GRP**

<b>INSPECCIONES</b>			
<b>ELEMENTO</b>	<b>PREVIA AL LLENADO</b>	<b>LÍNEA SIN PRESURIZAR</b>	<b>LÍNEA PRESURIZADA</b>
<b>UNIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deflexión angular establecida para cada DN y PN</li> <li>- Alineamiento de las uniones</li> <li>- Espacio entre espigos y topes centrales</li> <li>- Verificar que el desalineamiento de los extremos de la tubería sea el menor valor entre el 0.5% del diámetro de la tubería y 3mm.</li> <li>- Para verificar posibles movimientos de las uniones, se deben marcar 4 puntos como referencia, los cuales se tomarán como punto de referencia para una posterior verificación luego de realizar la prueba hidrostática.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verifique el estado de las uniones</li> <li>- Verifique que se conserve la deflexión angular medida inicialmente en la unión.</li> <li>- Verifique si se presentan movimientos en las uniones con respecto a las marcas realizadas anteriormente.</li> <li>- En este caso, marcar nuevamente 4 puntos como referencia.</li> <li>- Verificar que el desalineamiento de los extremos de la tubería no supere el máximo indicado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verifique el estado de las uniones</li> <li>- Verifique que se conserve la deflexión angular medida inicialmente en la unión.</li> <li>- Verifique si se presentan movimientos en las uniones con respecto a las marcas realizadas anteriormente.</li> </ul>
<b>SOPORTES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar que el diámetro de la silleta sea de 0.5 + 0.25% mayor que la tubería</li> <li>- Verificar que el ángulo de soporte de la silleta sea de 150°</li> <li>- Verificar que la desviación máxima del alineamiento no supere el 0.1% de la longitud del tramo instalado</li> <li>- Verificar que no haya contacto directo entre la silleta y la tubería</li> <li>- Verificar que el liner de alta y baja fricción se encuentren correctamente instalados (alta en anclajes y baja en guías)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar el estado de los soportes</li> <li>- Verificar la estabilidad estructural de los soportes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar el estado de los soportes</li> <li>- Verificar la estabilidad estructural de los soportes (verificar posibles asentamientos)</li> <li>- En caso de que la tubería se mueva con respecto al anclaje, se debe despresurizar la línea y revisar el anclaje antes de volver a presurizarla.</li> </ul>

<b>INSPECCIONES</b>			
<b>ELEMENTO</b>	<b>PREVIA AL LLENADO DE LA TUBERÍA</b>	<b>LÍNEA LLENA SIN PRESURIZAR</b>	<b>LÍNEA PRESURIZADA</b>
<b>ABRAZADERAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compruebe la integridad de las abrazaderas</li> <li>- Compruebe perpendicularidad de las abrazaderas con respecto al eje de la tubería</li> <li>- Verifique que el liner se encuentre correctamente instalado</li> <li>- Compruebe el número de arandelas cónicas según especificación</li> <li>- Compruebe la compresión de las arandelas cónicas según especificación</li> <li>- Realizar una marca en la guía del resorte para posterior verificación de la pre compresión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compruebe la integridad de las abrazaderas</li> <li>- Compruebe perpendicularidad de las abrazaderas con respecto al eje de la tubería</li> <li>- Verifique que el liner se encuentre correctamente instalado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compruebe la integridad de las abrazaderas</li> <li>- Compruebe perpendicularidad de las abrazaderas con respecto al eje de la tubería</li> <li>- Verifique que el liner se encuentre correctamente instalado</li> <li>- Compruebe la pre compresión de las arandelas según lo especificado</li> <li>- Mida la pre compresión de las arandelas usando las marcas realizadas en la guía del resorte</li> </ul>
<b>TUBERÍA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verifique el estado de la tubería</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mida la flecha máxima de la tubería, que puede ser medida utilizando una cuerda tensionada, de manera que la flexa no supere la longitud del tramo dividida en 300.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mida la flecha máxima de la tubería, que puede ser medida utilizando una cuerda tensionada, de manera que la flexa no supere la longitud del tramo</li> </ul>

## 17.5 Prueba hidrostática de campo (1.5xPN)

Para realizar la prueba hidrostática de campo, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Verificar las tareas previas e inspección de tubería tal como se mencionó anteriormente.
2. Iniciar lentamente el llenado de la tubería con agua. Para ello, es necesario abrir las válvulas y ventosas con el fin de permitir la salida de aire durante el llenado de la tubería, y así evitar posibles sobrepresiones.
3. El agua de prueba debe tener una temperatura ambiente.
4. En los extremos y derivaciones del tramo que va a ser inspeccionado, se colocan tapones debidamente asegurados antes de iniciar la prueba, los cuales deben ser fácilmente desmontables para poder continuar con la instalación de la tubería.
5. Inicie el llenado de la tubería lentamente permitiendo un tiempo de estabilización.
6. Ubique el medidor / manómetro en el punto de mayor presión. Los puntos bajos de la línea tienen una mayor presión teniendo en cuenta la cabeza estática adicional. En caso de que no sea posible colocar el manómetro en el lugar de máxima presión, se debe ajustar la lectura para evitar sobrepresiones.
7. Una vez evacuado el aire y llenada lentamente la tubería, ésta se presurizará hasta alcanzar una presión de prueba equivalente al 150% de la presión de trabajo del sistema (1.5XPP) medida en el punto más elevado, sin sobrepasar el 200% de la misma en el punto más bajo, durante un tiempo no inferior a una hora, y manteniendo constante la presión durante toda la prueba.

8. La presión de prueba (PP) no puede exceder el 150% de la presión nominal (PN) de cualquiera de los elementos del tramo de la prueba, ya sea de la tubería o de los accesorios.
9. Verifique la presión en el manómetro. Si la línea no mantiene una presión constante, se debe verificar si se trata de una fuga o si esta disminución se debe a la expansión de la tubería, un cambio de temperatura o presencia de aire atrapado dentro del sistema.
10. En la utilización de sistemas de presurización en los cuales no se presenta compensación del volumen de agua que se pierde durante la prueba, se considerará satisfactorio cuando durante el tiempo de la prueba el manómetro no indique un descenso superior a la raíz cuadrada de la presión de prueba quintos midiendo la presión en kg/cm<sup>2</sup>.
11. Cuando se utilicen sistemas en los cuales los equipos mantienen la presión constante en bajos consumos, o sea compensando el volumen permitido de agua que se puede perder en la prueba, se utilizará el método de cuantificar el goteo aceptable de las uniones aplicando la siguiente fórmula:

Qg = Cantidad de agua que se permite perder en la prueba durante una hora, galones

N= Número de uniones en la longitud de la tubería en prueba

D= Diámetro nominal de la tubería. pulgadas

$$\sqrt[2]{P_{prueba}/5}$$

$$NxDx\sqrt{P_{prueba}}$$

12. Si se determina que la tubería presenta fugas, es posible identificar el problema revisando las bridas, válvulas, tapones y uniones.

13. Todos los escapes que despresuricen el tramo en prueba deben ser reparados. La línea deberá ser recargada y chequeada de nuevo siguiendo el mismo procedimiento.
14. Una vez terminada la prueba, se adecuará el sistema para descargar las redes de forma tal que no ocasione daños ni impactos en la obra.

### **17.6 Pruebas de estanqueidad con agua sistemas a gravedad.**

La prueba de estanqueidad con agua en sistemas a gravedad puede realizarse teniendo en cuenta los siguientes pasos.

1. Verifique las tareas previas e inspección de tubería tal como se mencionó anteriormente.
2. Verifique que las tuberías, accesorios, entre otros, se encuentran conectados y fijados adecuadamente antes de iniciar la prueba.
3. Esta prueba puede ser peligrosa para el personal si por falta de claridad o descuido la línea es sobre-presurizada o los tapones son instalados o anclados inapropiadamente. Es muy importante que los tapones sean adecuadamente instalados para prevenir su expulsión.
4. Nota: Observe las siguientes recomendaciones mínimas de seguridad:
  - Nadie debe entrar a las cámaras durante la prueba
  - Instale y ancle los tapones adecuadamente
  - Cuando las líneas están siendo probadas, todos los tapones deben estar amarrados considerando un factor de seguridad adicional

5. Limpie la sección a probar previamente antes de iniciar la prueba. Esto puede hacerse con agua o con otros sistemas. La limpieza sirve para eliminar desperdicios y produce resultados consistentes.
6. Aísle la sección que va a probar instalando los tapones en los extremos. Es recomendable probar por tramos siempre sin incluir cámaras o cajas. Entre el neumático y la clave del tubo a probar instale un tubo de  $\frac{1}{2}$  para sacar el aire. Infle los tapones hasta logra sello contra la pared interior de la tubería a probar.
7. Tapone los extremos de todos los ramales conectados a la sección que va a probar si existen.
8. Todos los tapones deben anclarse. Es muy importante restringir el movimiento para evitar que sean expulsados bruscamente.
9. Uno de los tapones debe tener la adaptación para el suministro de agua
10. Conecte en el extremo más alto de la sección a probar el codo y la tubería vertical por dónde va a suministrar el agua
11. Adicione agua lentamente hasta tener una columna de 0.60 m sobre la corona de la tubería de la sección que está probando
12. Retire los tubos de  $\frac{1}{2}$ " cuando por éstos empiece a salir agua
13. Complete la cantidad de agua para obtener los 0.60 m indicados en el numeral 11.
14. Mida la caída entre inicial y final y calcule el volumen de agua ex filtrada. Este dato compárelo con la cantidad de agua permitida de acuerdo a la tabla Prueba con agua alcantarillado PAVCO
15. Elija su requerimiento de acuerdo al RAS o recomendación Pavco



### **17.7 Pruebas de estanqueidad con aire sistemas a gravedad.**

La prueba de estanqueidad con aire en sistemas a gravedad puede realizarse siguiendo los siguientes pasos:

1. Verifique las tareas previas e inspección de tubería tal como se mencionó anteriormente.
2. Verifique que las tuberías, accesorios, entre otros, se encuentran conectados y fijados adecuadamente antes de iniciar la prueba.
3. Esta prueba puede ser peligrosa para el personal si por falta de claridad o descuido la línea es sobre-presurizada o los tapones son instalados o anclados inapropiadamente. Es muy importante que los tapones sean adecuadamente instalados para prevenir expulsión intempestiva.
4. Nota: Observe las siguientes recomendaciones mínimas de seguridad:
  - Nadie debe entrar a las cámaras durante la prueba
  - Instale y ancle los tapones adecuadamente
  - Cuando las líneas están siendo probadas, todos los tapones deben estar amarrados considerando un factor de seguridad adicional
  - Una válvula de regulación o una válvula de alivio para 9 psi debe estar incluida en el equipo de presurización.
5. Limpie la sección a probar previamente antes de iniciar la prueba. Esto puede hacerse con agua o con otros sistemas. La limpieza sirve para eliminar desperdicios y produce resultados consistentes.

6. Aísle la sección que va a probar instalando los tapones en los extremos. Es recomendable probar por tramos siempre sin incluir cámaras o cajas.
7. Tapone los extremos de todos los ramales conectados a la sección que va a probar si existen.
8. Todos los tapones deben anclarse. Es muy importante restringir el movimiento para evitar que sean expulsados bruscamente.
9. Uno de los tapones debe tener la adaptación para conectar la manguera de la fuente de aire.
10. Conecte la manguera al tapón y a la fuente de aire. El equipo de aire debe tener válvulas y manómetros para controlar la fuente de aire y la rata a la cual se suministra, de tal forma que pueda monitorearse la presión de aire en la sección que se está probando.
11. Adicione aire lentamente hasta que la presión dentro de la tubería alcanza 4 psi.
12. Después de obtenido los 4 psi, regule el suministro de aire de tal forma que la presión se mantenga entre 3.5 psi y 4 psi por los menos durante 2 minutos dependiendo de la temperatura del aire o suelo. La temperatura del aire debe estabilizarse con la temperatura de las paredes de la tubería. La presión puede caer un poco hasta que el equilibrio es obtenido, sin embargo, se requiere 3.5 psi.
13. Determine la rata de perdida de presión de aire por el Método de Tiempo de Pérdida de Presión.
14. Nota: Las pruebas son medidas como presiones manométricas que es cualquier presión sobre la presión atmosférica. Como el agua produce 0.43 psi por cada pie de profundidad, las pruebas con aire deben ser incrementadas para nivelar la profundidad del agua subterránea sobre la tubería. Si el nivel freático de agua está a más de 2 pies sobre la corona de la tubería en el punto más alto o si la presión de aire requerida es superior a 9 psi, la

prueba con aire no debe ser usada. Antes de usar este método de prueba el agua debe ser removida por bombeo o desecada.

15. Método de Pérdida de Presión: Adicione lentamente aire hasta que la presión interna sea 4 psi y estabilice de acuerdo a lo descrito en 7.1. Desconecte el suministro de aire y reduzca la presión hasta 3.5 psi antes de iniciar la prueba. Mida el tiempo requerido para que la presión de aire baje de 3.5 psi a 2.5 psi y compare este intervalo con el tiempo requerido para concluir si la pérdida de aire está dentro de lo permitido.

- Ver tabla de cálculo Prueba de Aire Alcantarillado PAVCO
- Nota: Este método asume una presión atmosférica de 14.7 psi. Para mayores altitudes debe compensarse la variación de la presión atmosférica para mantener el mismo criterio de escape de aire.

16. Después de completar la prueba, abra la válvula de alimentación y permita la salida del aire. Los tapones no deben ser removidos hasta que la presión de aire dentro de la sección de tubería en prueba se haya reducido hasta la presión atmosférica.

### **17.8 Verificación hermeticidad presión estática.**

Una vez finalizada la instalación de la red, ya sea en su totalidad o por tramos, la empresa prestadora del servicio puede probar las tuberías instaladas con la presión nominal para las cuales fueron diseñadas. Para ello se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Realice la verificación de las tareas previas e inspección de tubería tal como se mencionó anteriormente.

2. Verifique que las tuberías, accesorios, entre otros, se encuentran conectados y fijados adecuadamente antes de iniciar la prueba.
3. Instale el tapón en uno de los extremos.
4. Ancle el tapón adecuadamente. Para ello se debe construir una viga transversal y longitudinal reforzada que contrarreste la fuerza generada sobre el tapón considerando un factor de seguridad adicional.
5. Nota: es importante que durante la prueba el personal no se ubique cerca al tapón ya que podría ser expulsado bruscamente.
6. Inicie lentamente el llenado de la tubería con agua. Para ello, es necesario abrir las válvulas y ventosas con el fin de permitir la salida de aire durante el llenado de la tubería, y así evitar posibles sobrepresiones.
7. Se debe verificar que la captación siempre se encuentre sumergida de manera que no ingrese aire a la tubería.
8. Inicie el llenado de la tubería lentamente permitiendo un tiempo de estabilización.
9. Una vez se haya alcanzado el nivel máximo de llenado, se iniciará la medición de la profundidad del agua dentro de la línea en un punto fijo.
10. En el caso de estructuras nuevas, las mediciones deben adelantarse por un período de tiempo no inferior a 24 horas. Durante este tiempo se debe hacer una continua inspección de los elementos del sistema.
11. En caso de que se presenten variaciones de nivel considerables, se debe proceder a desocupar la línea por tramos (repetiendo el mismo procedimiento) y así poder detectar el problema.

## 17.9 Verificación hermeticidad uniones con equipo de pruebas joint tester.

Con el fin de determinar la hermeticidad de las uniones y la correcta instalación de los sellos elastoméricos, se requiere el uso de equipos portátiles probadores de juntas Joint Tester".

Ilustración 28 y 29.



Ilustración 28 Pruebas Joint Tester

Fuente: manual técnico Pavco Edición No. 2 - febrero 2014

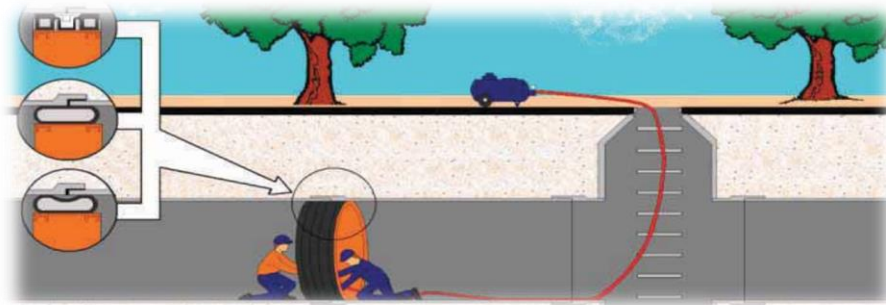


Ilustración 29 Pruebas Joint Tester

Fuente: manual técnico Pavco Edición No. 2 - febrero 2014

Para las pruebas, los equipos Joint Tester deben contar con el equipo y accesorios necesarios que permitan probar la estanqueidad de las juntas por el método de incremento de presión. De igual

manera, el equipo debe tener la capacidad necesaria para permitir una elevación de presión de por lo menos 15 psi (1 Bar).

**Procedimiento:**

- Instalar el Joint Tester en la junta a probar
- Elevar la presión en la junta hasta 3.5 psi (0.24 Bar) (presión de prueba)

Nota: En caso de existir nivel freático sobre el tramo de prueba, la presión de prueba debe ser incrementada en 0,43 psi por cada 0.3 metros de altura del nivel freático sobre el punto de prueba.

- Aumentar la presión a un mínimo de 50 psi (3 Bar) sobre la presión de prueba, sin exceder el límite establecido para el equipo.

-Registrar los datos de prueba

**Criterios de aceptación:**

- Si la presión de prueba se mantiene o si se presenta una pérdida de presión menor a 1.0 psi (0.067 Bar) en un tiempo mínimo de 5 segundos, la prueba se considera satisfactoria.
- Al finalizar la prueba de la unión es necesario despresurizar el anillo hasta 0 psi para luego transportarlo a la siguiente junta.

## 18. CONCLUSIONES

- De acuerdo a la metodología utilizada se logró realizar el diagnóstico de los reclamos de la tubería GRP de PAVCO MEXICHEM De Guachene Cauca, y logramos identificar las diferentes causas y el impacto de los costos de los reclamos reportados desde el año 2015 hasta la fecha de hoy.
- Bajo el diagnóstico realizado se logró identificar que los rublos más repetitivos son multas, costo del producto, soporte ingeniería y asesor externo. Esto representa más o menos el 80% de las pérdidas. Para lo cual se generaron procedimientos que ayudan desde el momento que se genera el pedido hasta la entrega final del producto al cliente.
- Con la ayuda del departamento técnico se realizó el análisis detallado de las causas logrando evidenciar, que las multas y pólizas establecidas en cada proyecto o contrato, perjudicaron la rentabilidad del negocio, seguido de los costos asociados a reposiciones del material afectado.
- Con esta información analizada se realizó la divulgación al personal involucrado y conjuntamente se generan los planes de acción y las oportunidades de mejora encaminados a mitigar que se sigan presentando reclamos por estas causas ya analizadas.

## 19. BIBLIOGRAFIA

Astm, D3567. (2011). Práctica para determinar las dimensiones de tubos de fibra de vidrio.

Coz, F. (1995). Manual de mini y micro centrales hidráulicas: Una guía para el desarrollo de proyectos. Manual de mini y micro centrales hidráulicas: Una guía para el desarrollo de proyectos. Lima, Perú: ITDG -Perú. Recuperado el 31 de Enero de 2018.

Icontec, NTC, (2008) Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación, sexta actualización.

Icontec, NTC 174. (2000). ASTM, C33. (2017). Especificaciones para agregados de concretos arena de sílice.

Icontec, NTC 539. (2007). NTF 61. Componentes de los sistemas de agua potable. Efectos en la salud.

Icontec, NTC 1486. (2013), Quinta actualización. Bogotá, ICONTEC, 2000. Instituto colombiano de normas técnicas y certificación. Documentación, presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación.

Icontec, NTC 2536, ASTM F477, Especificaciones para sellos elastoméricos para juntas de tubería plásticas.

Marocco, R. (1991). El contexto geológico del espacio físico ecuatoriano. Quito, Editorial Nacional.

NTC 3871, ASTM D3517, Tubos de fibra de vidrio resina termoestable reforzada con fibra de vidrio, para uso en sistemas a presión.

Ortiz, R. (2011). Pequeñas centrales hidroeléctricas. Bogotá: Ediciones de la U.

<http://www.flacsoandes.edu.ec/biblio/catalog/resGet.php?resId=12293>



SCFLUIDS. (20 de Octubre de 2009). [www.valvulasymedidores.com](http://www.valvulasymedidores.com). Obtenido de

[www.valvulasymedidores.com](http://www.valvulasymedidores.com):

[http://www.valvulasymedidores.com/valvulas\\_de\\_compuerta.html](http://www.valvulasymedidores.com/valvulas_de_compuerta.html)


<http://www.futurepipe.com/en/Fiberglassbook.pdf>

Tecnología de los plásticos: (2011).

<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co/2011/05/esquemas-extrusoras.html>

## 20. ANEXOS

### Formato 1 Solicitud Pedidos



SOLICITUD DE PEDIDOS							
		FECHA PEDIDO:					
		CLIENTE:					
		PROYECTO:					
CODIGO	DESCRIPCION	FECHA PLANEADA DE ENTREGA	UNIDAD	LONGITUD MATERIAL	CANTIDAD SOLICITADA	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
						Subtotal	\$ -
NUMERO DE COTIZACIÓN:						FLETE	
SE COBRA FLETE AL CLIENTE:						Iva 19%	\$ -
CONDICION DE PAGO:						TOTAL	\$ -
APLICA DESCUENTO FINANCIERO?							
DIRECCION ENTREGA:							

Formato para registrar las deflexiones encontradas durante la instalación.

Formato 2 Deflexiones Tubos Instalados

<b>PAVCO</b>										<b>Mexichem</b> SOLUCIONES INTEGRALES				
Fecha : ___/___/___														
NOMBRE DEL PROYECTO: _____														
DIRECCION : _____														
INGENIERO RESIDENTE : _____														
TECNICO : _____														
OBSERVACIONES: _____														
Tramo		No Tubo	Longitud (m)	D Nominal (mm)	Rigidez Nominal (SN)	Presion Nominal (PA)	D Interno (cm)	D Deflectado (cm)			% de Deflexión			% de Deflexion Permitida Corto plazo: 3% Largo plazo: 5%
Inicial	Final							Extremo Inicial	Medio	Extremo Final	Extremo Inicial	Medio	Extremo Final	
1	2	1	25	2200	2500	6	219.89	218	213	215	0.86	3.13	2.22	3%(+) 1.5%(-)
2	3	1	30	2200	2500	6	219.89	224	221	223	-1.87	-0.50	-1.41	3%(+) 1.5%(-)

Formato 3 Capacitación área comercial

					
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">CAPACITACIÓN GRP COMERCIAL</div>					
CAPÍTULO	TEMAS RELACIONADOS	DÍA	LUGAR	ENCARGADO	
Producción	Proceso productivo tubería GRP	03/05/2019	Skype empresarial	Oscar Solano	
	Normatividad aplicable tubería GRP				
Proyectos	Campos de aplicación y diferencias			Angela Donoso	
	Portafolio tuberías, accesorios, cámaras de inspección, tanques, productos comercializados				
	Tubería estándar, DC, normas bridas, tubería biaxial, refuerzo liner abrasión				
	Revisión general de proyectos (DN, SN, PN, Uso)				
Condiciones comerciales	Revisión de políticas comerciales (cantidades mínimas de fabricación, tiempos de entrega, longitudes múltiplos 6, 12 ml)				Diana Mahecha
Planeación	Formato solicitud de pedido			9-11 am	Juan Esteban Ruiz Angela Donoso Diana Mahecha
	Cantidades múltiplos de 6, 12 ml				
	Cantidades mínimas de producción				
	Formato aprobación planos				
	Norma fabricación tubería				
	Norma fabricación bridas				
	Especificación tubería estándar y DC				
Prioridades de fabricación y despachos					
Asistencia proyectos	Divulgación proyectos ganados	Angela Donoso			
	Programación técnicos y seguimiento proyectos				
	Revisión despachos				
	Asistencia durante el descargue de tubería y formatos de control				
	Actas de inicio y envío de reportes de asistencia técnica				
	Generación de reclamos GRP				

Divulgación Reclamos, Referencias Criticas, Seguimiento Pendientes y Oportunidades de mejora, tubería GRP. Formato 4

Formato 4 Divulgación área GRP

Mexichem.

REGISTRO DE ASISTENCIA

FORMATO 0011-2

PAVCO  
DE OCCIDENTE S.A.S

Divulgación     Sensibilización     Capacitación     Otros

SISTEMA DE GESTIÓN 9001

Planta o departamento: GRP      Fecha (aaaa/mm/aa): 04/06/2019.

Jefe del área: Oscar Solano A      Área: GRP-

Responsable de la ejecución: LUIZ PEREZ      Duración 1 hora

Descripción (Si es un documento indique número, nombre y versión).

Divulgación reclamos GRP - REFERENCIAS CRITICAS  
SEGUIMIENTO PENDIENTES - OPORTUNIDADES DE MEJORA

Nombre del Participante	Cargo	Planta / Área	Firma	Cédula
1. Tenny Fuentes	Supervisora	GRP	[Firma]	1144044846
2. Roger Alexis Lasso	Analista Mecánico	GRP	[Firma]	1059983434
3. Linda Sanchez	Analista GCO	GRP	[Firma]	1169052457
4. Juvenal Gamboa	Supervisor	GRP	[Firma]	79540858
5. Luis Carlos Villera	Supervisor	GRP	[Firma]	945468
6. Christian Miguélez	Aux. Producción	GRP	[Firma]	
7. JOSE A MASON	COORD. LOGISTICA	PRO	[Firma]	15230052
8. Oscar Solano A	Jefe Planta	GRP	[Firma]	16792654
9. Carlos Amador B	Supervisor	GRP	[Firma]	76141619
10. Angela Dávalos	Jefe Técnico GRP	GRP	[Firma]	53003745
11. Angela Mabeche	Jefe AS. Torno	GRP	[Firma]	52860609
12. Manda Polo C	Jefe AS. Torno técnico	GRP	[Firma]	60990851
13. Luis Perez J.	COORD. PRODUCCION	AREA TECNICA	[Firma]	385411
14.				
15.				
16.				

Formato 5 Base de datos reclamos GRP

Relaciono caso No 1 PQR, con el fin de dar a conocer el instrumento usado para la documentación de los reclamos recibidos y la estimación de sus costos.

No	Año	M	D	Contacto	Empresa Contratista	Obra	Ciudad
GRP-001	2015	3	31	Fabian Hermides Rangel Navarro	Emgesa	Llanos de la Virgen	Huila

Técnico	Referencia	Descripción Producto	Familia	Ø	Unidades Atendidas	Unidades Reclamadas	Trazabilidad
Victor Pérez César Azcárate	2907707	TB GRP 600MM 10BAR 2500PA 6M CON UNION	Tubería	600	13	13	915031421-45, 915031431-8

Descripción falla del producto	Acción Correctiva	Resultado	Actividades asociadas al reclamo
Espigas de los tubos llegaron golpeados por movimientos en el transporte	1. Se dejó suficiente espacio entre bloque y bloque de tubería para que no se golpeen entre ellos durante el transporte	Reparación en obra	1 técnico de la zona por 5 días

Técnico	Soporte Ingeniería	Asesor Externo	Operarios	Transporte Terrestre	Tiquetes	Alojamiento, alimentación	Multas o pólizas	Costo Unidad	Costo Total
\$ 300.000,00	\$ -		\$ 240.000,00	\$ 300.000,00	\$ 1.600.000,00	\$ 675.000,00	\$ -	\$ 2.428.722,94	\$ 5.543.722,94

\$ 300.000 \$ - \$ - \$ 240.000 \$ 300.000 \$ 1.600.000 \$ 675.000 \$ - \$ 2.428.723 \$ 5.543.723