

**REDUCCION DE COSTOS BASADOS EN LA OPTIMIZACION DEL  
MANTENIMIENTO DEL GASODUCTO MAMONAL - SINCELEJO DE LA  
EMPRESA PROMIGAS S.A**

NELSON MOLINA CARRILLO

NADY CORREA GUERRERO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECANICA  
CARTAGENA D.T. Y C.

2009

**REDUCCION DE COSTOS BASADOS EN LA OPTIMIZACION DEL  
MANTENIMIENTO DEL GASODUCTO MAMONAL - SINCELEJO DE LA  
EMPRESA PROMIGAS S.A**

NELSON MOLINA CARRILLO

NADY CORREA GUERRERO

Monografía para optar al título de Ingeniero Mecánico

DIRECTOR  
ING. ALFONSO NUÑEZ

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECANICA  
CARTAGENA D.T. Y C.

2009

Nota de aceptación

---

---

---

---

Jurado

---

Jurado

---

Cartagena D.T. y C, Abril 2009

Señores

**COMITÉ CURRICULAR  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

La ciudad

Respetados señores:

Con toda atención me dirijo a ustedes con el fin de presentarles a su consideración, estudio y aprobación la investigación titulada **REDUCCION DE COSTOS BASADOS EN LA OPTIMIZACION DEL MANTENIMIENTO DEL GASODUCTO MAMONAL - SINCELEJO DE LA EMPRESA PROMIGAS S.A.**

Como requisito para obtener el titulo de ingeniero Mecánico.

Atentamente,

-----  
NELSON MOLINA CARRILLO

CC: 1.047.372.947

-----  
NADY CORREA GUERRERO

CC: 73.007.761

Señores

**COMITÉ CURRICULAR**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

La ciudad

Cordial saludo:

A través de la presente me permito entregar la investigación titulada **REDUCCION DE COSTOS BASADOS EN LA OPTIMIZACION DEL MANTENIMIENTO DEL GASODUCTO MAMONAL - SINCELEJO DE LA EMPRESA PROMIGAS S.A.**

Para estudio y evaluación, la cual fue realizada por los estudiantes NELSON MOLINA CARRILLO y NADY CORREA GUERRERO, de la cual acepto ser su director.

Atentamente,

---

ING. ANFOLSO NUÑEZ

Ingeniero Mecánico

## **AUTORIZACIÓN**

Yo, NELSON MOLINA CARRILLO, identificado con cedula de ciudadanía numero 1.047.372.947 de Cartagena y NADY CORREA GUERRERO con cedula numero 73.007.761, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar, para hacer uso de mi trabajo de investigación y publicarlo en el catalogo on-line de la biblioteca.

---

NELSON MOLINA CARRILLO

---

NADY CORREA GUERRERO

## **RESUMEN**

Promigas.S.A E.S.P es la empresa privada más antigua de Latinoamérica en el transporte y distribución del gas natural y ocupa una posición muy destacada en el ámbito empresarial colombiano. Asimismo, la empresa ha contribuido al desarrollo del mercado del gas natural en Colombia, promoviendo su masificación tanto en la Costa Norte como en todo el país.

Actualmente el gasoducto de Promigas esta dividido en 5 grandes distritos: Distrito Guajira, Distrito magdalena, Distrito Barraquilla, Distrito de Cartagena y Distrito de Sahagun.

El distrito de Cartagena lo conforman los siguientes gasoductos.

Gasoducto Mamonal – Jobo y el Gasoducto Mamonal – Sincelejo.

Para el objeto de nuestro estudio tomamos como referencia el gasoducto Mamonal - Sincelejo el cual tiene una de 123 KM y esta hecho con tubería de acero al carbono Schedule 40 con 10” de diámetro, recubierto con cinta poliken en mas del 70% del gasoducto y en tramos recientemente reparados con Trenton Inner coat y trento guard wrap, esto para proteger la tubería de la corrosión

En la foto que mostramos a continuación podemos apreciar el producto que se aplica actualmente como recubrimiento a la tubería para protegerla de la corrosión.

Cabe destacar que el gasoducto esta compuesto por seis estaciones y City Gates y 7 válvulas de seccionamiento.

En las estaciones y City Gates es donde se regula la presión del gas que viene por la tubería principal y se entrega al distribuidor final Sutigas S.A. E.S.P.

Las estaciones antes mencionadas son:

- Estación KM 0 Turbana.
- City Gate Turbana
- Estación Km. 0 María La Baja
- City Gate María La Baja
- Estación Km. 0 San Onofre
- City Gate San Onofre

Todas las válvulas de seccionamiento tienen como elemento adicional un actuador neumático que garantiza que esta se cierre cuando detecte un aumento o una caída de presión en el gasoducto.

Las Válvulas de seccionamiento son:

- Válvula de seccionamiento estación Mamonal.
- Válvula de seccionamiento Dique Norte, esta cuenta con una trampa de recibo y envío (By Pass con válvula de seccionamiento).

- Válvula de seccionamiento Dique Sur, esta cuenta con una trampa de recibo y envío (By Pass con válvula de seccionamiento).
- Válvula de seccionamiento El Níspero.
- Válvula de seccionamiento Palo Alto.
- Válvula de seccionamiento Filadelfia.
- Válvula de seccionamiento Tolcemento (Tolú viejo)

La idea de presentar este proyecto es estimar el costo de mantenimiento, disponibilidad y nivel de confiabilidad del gasoducto Mamonal – Sincelejo perteneciente a la compañía Promigas.S.A E.S.P. Para poder pronosticar el desempeño operacional, mejoras y posibles cambios en el plan de mantenimiento estipulado por la compañía para un mejor y mas rentable mantenimiento.

Para lograr esto realizaremos un análisis a cada una de las estaciones y válvulas de seccionamiento, calcularemos los costos actuales del mantenimiento en cada uno estas, teniendo en cuenta la frecuencia actual propuesto por Promigas, calcularemos nuevas frecuencias para la ejecución de las actividades Basándonos en datos genéricos de comportamiento de fallas, tiempos de reparación de sistemas, equipos similares según reconocidos estándares internacionales que permitan simular condiciones reales, y datos estadísticos reales según las actividades de mantenimiento realizadas.

## **INTRODUCCION**

La idea de este proyecto es lograr la optimización del plan de mantenimiento del gasoducto Mamonal – Sincelejo perteneciente a la empresa Promigas S.A. E.S.P. Estimando el nivel de disponibilidad y confiabilidad de este, Basándonos en datos genéricos de comportamiento de fallas, sistemas y equipos similares según reconocidos sistemas y estándares internacionales, que permitan simular condiciones reales, para poder pronosticar el desempeño operacional, consideraciones adicionales al diseño establecido y mejoras en las frecuencias de mantenimiento establecidas actualmente en este gasoducto.

Analizaremos los equipos existentes en cada uno de las estaciones, City Gates y válvulas de seccionamiento del gasoducto y los clasificaremos de acuerdo a su criticidad.

Para lograr las mejoras en la frecuencia de mantenimiento establecido realizaremos una comparación entre las frecuencias sugeridas por los diferentes sistemas, estándares internacionales y las frecuencias estipuladas actualmente por Promigas S.A. E.S.P y así determinaremos la frecuencia optima para la ejecución del mantenimiento preventivo.

Para la obtención de las nuevas frecuencias no solo nos basaremos en los diferentes estándares internacionales y datos estadísticos, también se

tendrán en cuenta los datos obtenidos con la ejecución de las actividades de mantenimiento durante el último año.

Realizaremos un paralelo entre los costos de mantenimiento del gasoducto con las frecuencias de mantenimiento estipuladas actualmente y las frecuencias sugeridas, para así poder visualizar el posible ahorro que obtendríamos con el estudio realizado.

## **JUSTIFICACION**

Revisando las actas de ejecución de las diferentes actividades del plan de mantenimiento estipulado por Promigas S.A. Para el gasoducto Mamonal Sincelejo, se pudo evidenciar que algunos de los trabajos se están ejecutando en repetidas ocasiones con diferentes órdenes de trabajo, esta anomalía se presenta porque cada orden de trabajo tiene un procedimiento para su ejecución y estos a su vez relacionan actividades que se ejecutan con otras órdenes de trabajo es decir en los procedimientos se está sugiriendo la ejecución de actividades similares y esto está generando un sobremantenimiento en algunos equipos y a su vez un sobrecosto.

Al no tener en cuenta los resultados obtenidos en la ejecución de las diferentes actividades de mantenimiento, se está programando la ejecución de órdenes de trabajo con unas frecuencias que no son las más adecuadas y con esto lo que se está logrando es ejecutar actividades sin que en realidad sea necesaria su ejecución.

Al ver los altos costos de mantenimiento del gasoducto y lo mencionado anteriormente surge la necesidad de elaborar este proyecto con el fin de optimizar el actual plan de mantenimiento preventivo del gasoducto Mamonal – Sincelejo para mostrar posibles mejoras en este.

## **OBJETIVO DEL ESTUDIO**

### **Objetivo General:**

Optimizar el plan de mantenimiento preventivo en el gasoducto Mamonal – Sincelejo, para aumentar el ciclo de vida de los activos mediante la aplicación de ingeniería de confiabilidad basado en reconocidos estándares internacionales de mantenimiento y así lograr una disminución en los costos actuales del mantenimiento sin poner en riesgo la integridad del gasoducto.

### **Objetivos Específicos:**

- Determinar una frecuencia adecuada para ejecutar el mantenimiento en todos los elementos que hacen parte del gasoducto Mamonal – Sincelejo.
- Identificar en que elementos del gasoducto se está realizando sobremantenimiento y en cuales hay un déficit de éste mismo.
- Calcular los costos actuales de cada una de las actividades del plan de mantenimiento del gasoducto Mamonal-Sincelejo y con base en estos obtener nuevos.

- Identificar cuales son los procedimientos a los que se les deben hacer modificaciones para no incurrir en el sobremantenimiento de los componentes en las estaciones del gasoducto.
- Bajar los costos de mantenimiento del gasoducto y aumentar la utilidad de la empresa.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. GENERALIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	<b>24</b>
1.1 VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	25
1.2 FASES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	26
<b>2. DEFINICIONES GENERALES</b>	<b>27</b>
2.1 VALVULA DE SEGURIDA	27
2.2 ACTUADOR	27
2.3 CONTADOR DE DIAFRAGMA	28
2.4 ESTACIONES DE CLIENTES O CITY GATES	28
2.5 MANTENIMIENTO TIPO I	29
2.6 MANTENIMIENTO TIPO II	29
2.7 VALVULAS DE SECCIONAMIENTO	29
2.8 RATA DE FALLA	30
<b>3. DESCRIPCION DE LAS ESTACIONES DEL GASODUCTO</b>	<b>31</b>
3.1 ESTACION KM 0 TURBANA	31
3.2 CITY GATE TURBANA	35
3.3 ESTACION KM 0 MARIA LA BAJA	37
3.4 CITY GATE MARIA LA BAJA	41
3.5 ESTACION KM 0 SAN ONOFRE	44
3.6 CITY GATE SAN ONOFRE	47
<b>4. DESCRIPCION DE LAS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO DEL GASODUCTO</b>	<b>51</b>
4.1 VALVULA DE SECCIONAMIENTO DIQUE NORTE	51
4.1.1 Trampa by pass dique norte	53
4.2 VALVULA SECCIONAMIENTO DIQUE SUR	56
4.2.1 Trampa dique sur	58
4.3 VALVULA DE SECCIONAMIENTO EL NISPERO	63

<b>4.4</b>	<b>VALVULA DE SECCIONAMI PALO ALTO</b>	<b>66</b>
<b>4.5</b>	<b>VALVULA DE SECCIONAMI FILADELFIA</b>	<b>69</b>
<b>4.6</b>	<b>VALVULA DE SECCIONAMIENTO TOLCEMENTO</b>	<b>72</b>
<b>5.</b>	<b>EVALUACION DE LOS COSTOS ACTUALES DEL MANTENIMIENTO</b>	<b>75</b>
<b>5.1</b>	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO DE PROMIGAS</b>	<b>75</b>
5.1.1	Estación Turbana Km 0	76
5.1.1.1	Costo de la actividad	77
5.1.1.1.1	Inspección de estaciones y city gates	77
5.1.1.1.2	Inspección de filtro	78
5.1.1.1.3	Plan de mantenimiento general de estaciones	79
5.1.1.1.4	Plan de mantenimiento de estaciones	80
5.1.2	City Gate Turbana	81
5.1.2.1	Costo de la actividad	82
5.1.2.1.1	Inspección de estaciones y city gates	83
5.1.2.1.2	Calibración de computador de flujo	84
5.1.2.1.3	Inspección de filtros	85
5.1.2.1.4	Plan de mantenimiento general de estaciones	86
5.1.2.1.5	Plan de mantenimiento estaciones	87
5.1.2.1.6	Calibración y mantenimiento válvula de Seguridad	87
5.1.2.1.7	Cambio de batería computador de flujo	88
5.1.3	Estación Km0 Maria la bajo	89
5.1.3.1	Costo de la actividad	90
5.1.4	City Gate Maria la baja	91
5.1.4.1	Costo de la actividad	92
5.1.5	Estación Km 0 San Onofre	93
5.1.5.1	Costo de la actividad	94
5.1.6	City Gate San Onofre	95
5.1.6.1	Costo de la actividad	96

<b>5.2</b>	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PROMIGAS PARA VALVULAS DE SECCIONAMIENTO</b>	<b>97</b>
5.2.1	Válvula estación Mamonal	98
5.2.1.1	Costo de la actividad	99
5.2.1.1.1	Engrase de válvulas	100
5.2.1.1.2	Plan de mantenimiento actuador	100
5.2.1.1.3	Plan de mantenimiento válvula de Bloqueo	101
5.2.1.1.4	Cambio de batería computador de flujo	102
5.2.1.1.5	Plan de mantenimiento actuador	102
5.2.2	Válvula estación Mamonal	103
5.2.2.1	Costo de la actividad	105
5.2.3	Válvula dique sur	106
5.2.3.1	Costo de la actividad	107
5.2.4	Válvula el níspero	108
5.2.4.1	Costo de la actividad	109
5.2.5	Válvula palo alto	110
5.2.5.1	Costo de la actividad	111
5.2.6	Válvula Tolcementos	112
5.2.6.1	Costo de la actividad	113
5.2.7	Válvula Filadelfia	114
5.2.7.1	Costo de la actividad	115
<b>6.</b>	<b>SELECCIÓN DE LA NUEVA FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO</b>	<b>116</b>
<b>6.1</b>	<b>CALCULO DE NUEVAS FRECUENCIAS PARA ESTACIONES, CITY GATE Y VALVULAS DE SECCIONAMIENTO</b>	<b>116</b>
6.1.1	Estación Turbana Km. 0	117
6.1.1.1	Inspección de estaciones y City Gate	117
6.1.1.2	Inspección de filtros	118

6.1.1.3	Mantenimiento general de estaciones	118
6.1.1.4	Plan de mantenimiento estacones	119
6.1.1.4.1	Mantenimiento tipo I	119
6.1.1.4.2	Mantenimiento tipo II	120
<b>6.2</b>	<b>CITY GATE TURBANA</b>	<b>120</b>
6.2.1	Calibración computador de flujo	121.
6.2.2	Calibración y mantenimiento válvula de seguridad	121
6.2.3	Calibración elemento primario	121
6.2.4	cambio batería computador de flujo	122
<b>6.3</b>	<b>VALVULA DIQUE NORTE</b>	<b>122</b>
6.3.1	Engrase de válvula de bloqueo	122
6.3.2	Plan de mantenimiento actuador	126
6.3.3	Plan de mantenimiento válvula de bloqueo	128
6.3.3.1	Mantenimiento tipo I y tipo II	129
6.3.4	Plan de mantenimiento mayor actuador	129
<b>7.</b>	<b>CALCULO DE NUEVOS COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>130</b>
<b>7.1</b>	<b>ESTACION KM 0 TURBANA</b>	<b>130</b>
7.1.1	Calculo de nuevos costos anuales de las actividades de mantenimiento	131
<b>7.2</b>	<b>CITY GATE TURBANA</b>	<b>132</b>
7.2.1	Calculo de nuevos costos anuales de las actividades de mantenimiento	134
<b>7.3</b>	<b>VALVULA DE SECCIONAMIENTO DIQUE NORTE</b>	<b>134</b>
7.3.1	Calculo de nuevos costos anuales de las actividades de mantenimiento	136
<b>8.</b>	<b>COMPARACION DE COSTOS</b>	<b>137</b>
<b>8.1</b>	<b>COMPARACIÓN DE COSTOS ESTACION KM0 TURBANA</b>	<b>137</b>
<b>8.2</b>	<b>COMPROBACION DE COSTOS CITY GATE TURBANA</b>	<b>138</b>

<b>8.3</b>	<b>COMPROBACION DE COSTOS VALVULA DE SECCIONAMIENTO DIQUE NORTE</b>	<b>139</b>
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>140</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>142</b>

## **LISTA DE TABLAS**

	<b>Pág.</b>
<b>TABLA 1. Componentes estación KM 0.Turbana</b>	32
<b>TABLA 2. Componentes City Gate Turbana</b>	35
<b>TABLA 3. Componentes Maria la Baja Km. 0</b>	38
<b>TABLA 4. Componentes City Gate Maria la Baja</b>	41
<b>TABLA 5. Componentes Kilómetro 0 San Onofre</b>	44
<b>TABLA 6. Componentes City Gate san Onofre</b>	47
<b>TABLA 7. Componentes Válvula Dique Norte</b>	52
<b>TABLA 8. Componentes By pass Dique Norte</b>	53
<b>TABLA 9. Componentes Válvula Dique Sur</b>	57
<b>TABLA 10. Componentes Trampa Dique Sur</b>	58
<b>TABLA 11. Componentes Válvula de seccionamiento El Níspero</b>	63
<b>TABLA 12. Componentes Válvula de seccionamiento Palo Alto</b>	66
<b>TABLA 13. Componentes Válvula de seccionamiento Filadelfia</b>	69
<b>TABLA 14. Componentes Válvula de seccionamiento Tolcementos</b>	72
<b>TABLA 15. Costo actual de Mantenimiento Turbana kilómetro Km.0</b>	76
<b>TABLA 16. Costo actual de Mantenimiento City Gate Turbana</b>	81
<b>TABLA 17. Costo actual de Mantenimiento km0 María la baja</b>	89
<b>TABLA 18. Costo actual de Mantenimiento City Gate María la baja</b>	91
<b>TABLA 19. Costo actual de Mantenimiento</b>	

<b>Km. 0 San Onofre</b>	<b>93</b>
<b>TABLA 20. Costo actual de Mantenimiento City Gate San Onofre</b>	<b>95</b>
<b>TABLA 21. Costo actual de Mantenimiento Válvula dique norte</b>	<b>98</b>
<b>TABLA 22. Costo actual de Mantenimiento Válvula estación Mamonal</b>	<b>103</b>
<b>TABLA 23. Costo actual de Mantenimiento Válvula Dique Sur</b>	<b>106</b>
<b>TABLA 24. Costo actual de Mantenimiento Válvula el Níspero</b>	<b>108</b>
<b>TABLA 25. Costo actual de Mantenimiento Válvula Palo Alto</b>	<b>110</b>
<b>TABLA 26. Costo actual de Mantenimiento Válvula Tolcementos</b>	<b>112</b>
<b>TABLA 27. Costo actual de Mantenimiento Válvula Filadelfia</b>	<b>114</b>
<b>TABLA 28. Rata de falla para válvulas de bloque</b>	<b>125</b>
<b>TABLA 29. Rata de falla para actuador</b>	<b>128</b>
<b>TABLA 30. Nuevos costos de Mantenimiento Estación Turbana Km. 0</b>	<b>131</b>
<b>TABLA 31. Nuevos costos de Mantenimiento Estación City Gate Turbana</b>	<b>132</b>
<b>TABLA 32. Nuevos costos de Mantenimiento Estación válvula dique norte</b>	<b>135</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Plano Km 0 Turbana	34
Figura 2. Plano Km 0 Maria la Baja	40
Figura 3. Plano city Gate Maria la Baja	43
Figura 4. Plano Km 0 San Onofre	46
Figura 5. Plano City Gate San Onofre	50
Figura 6. Plano de válvula dique norte	55
Figura 7. Plano trampa by pass dique norte	56
Figura 8. Plano válvula dique Sur	61
Figura 9. Plano válvula tampa dique norte	62
Figura 10. Plano válvula El Nispero	65
Figura 11. Plano válvula Palo alto	68
Figura 12. Plano válvula Filadélfia	71
Figura 13. Plano Válvula Tolcementos	74
Figura 14. Esquema válvula de Bloqueo	124
Figura 15. Esquema Actuador	126

## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO 1. Procedimiento de inspección de city gate	144
ANEXO 2. Procedimiento para inspección de filtro	151
ANEXO 3. Listado de precios Mantenimiento 2008	154
ANEXO 4. Manual de especificaciones técnicas del Mantenimiento preventivo locativo	157
ANEXO 5. Procedimiento de calibración de computador De flujo	168
ANEXO 6. Procedimiento para el engrase de válvulas	177
ANEXO 7. Procedimiento para el mantenimiento Mayor de los actuadores	180
ANEXO 8. Actas de inspección y city gate	185
ANEXO 9. Actas de inspeccion de filtros	186

## 1. GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario; también es conocido como **Mantenimiento Preventivo Planificado** - MPP

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

Con un buen Mantenimiento Preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas etc.

## **1.1 Ventajas del Mantenimiento Preventivo.**

Las ventajas que podemos obtener si ponemos en práctica un buen mantenimiento preventivo son las siguientes:

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas.
- Menor costo de las reparaciones.
- Disminución de existencias en Almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Mayor duración, de los equipos e instalaciones.

## **1.2 Fases del mantenimiento preventivo:**

Dentro de las fases del mantenimiento preventivo encontramos las siguientes:

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente.
- Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.
- Registro de reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.

## **2 DEFINICIONES GENERALES**

En este capítulo mostraremos una definición de los términos más relevantes y que veremos con mucha frecuencia en este trabajo.

### **2.1 Válvula de seguridad**

Elemento que permite el alivio de la presión de un recipiente o gasoducto, en caso de una sobre presión.

### **2.2 Actuador**

Elemento final de control que puede ser hidráulico, neumático o eléctrico, cuya función es comandar el cierre o apertura de una válvula.

### **2.3 Contador de diafragma**

Medidor de desplazamiento positivo con un volumen aforado en su interior, cuya función es llenar y desalojar este en un tiempo determinado. La capacidad de este medidor se determina según el número de veces que se llena y entrega dicho volumen. El movimiento es transmitido a mecanismo de engranajes a un dispositivo de lectura.

### **2.4 Estaciones de clientes o City Gate**

Instalación del distrito donde el cliente de la compañía tiene instalado el sistema de medición del gas transportado. Estas instalaciones cuentan con los siguientes sistemas:

Sistema de Cerramiento y protección. A lo largo del distrito, las estaciones de clientes cuentan con varios tipos de cerramientos cuya función es aislar y mantener en condiciones seguras, impidiendo la manipulación de terceros, cada uno de los componentes mecánicos de la estación. Los cerramientos pueden ser: tipo Caseta en Concreto y Mampostería, En malla y estructura metálica o tipo caseta en malla y estructura metálica.

Sistema mecánico. Es la parte de la estación encargada de entregar el gas transportado y está conformada por los siguientes sub-sistemas: Filtración, regulación y control, medición y seguridad. Cada uno de estos subsistemas están

interconectados mediante tuberías de acero al carbón y están protegidos contra la corrosión con un sistema de pintura anticorrosiva.

### **2.5 Mantenimiento Tipo I**

Actividad de mantenimiento consistente en la inspección y limpieza general de cada uno de los elementos que conforman una instalación determinada.

### **2.6 Mantenimiento Tipo II**

Actividad de mantenimiento consistente en la reparación y corrección de los diferentes defectos o daños que presenten tanto los sistemas mecánicos como el cerramiento de una instalación determinada.

### **2.7 Válvula de Seccionamiento y Trampas Envío y Recibo de Raspatubos.**

Son las instalaciones conformadas por las válvulas de seccionamiento del gasoducto, accesorios, by-pass y en algunos casos cuentan además con trampas de envío y

recibo de raspatubos. De igual forma, en muchas instalaciones se tienen dos válvulas seccionadoras, mas se considerará como una sola instalación.

## **2.8 Rata de Falla**

Indica la frecuencia de ocurrencia de las fallas, se define como la probabilidad casi inmediata de falla al llegar el tiempo máximo de operación.

### **3 DESCRIPCION DE LAS ESTACIONES DEL GASODUCTO**

En este capitulo haremos una descripción detallada de cada una de las estaciones y City Gates del Gasoducto donde mostraremos que tipo de cerramiento tiene cada estación y los elementos mecánicos que la componen.

#### **3.1. Estación Km. 0 Turbana**

Esta estación consta de un cerramiento para su protección tipo caseta en concreto. En ella no hay sistema de medición solo existe un sistema de regulación, la presión de entrada del gas es de 280 Psig y la de salida es de 105 Psig.

En la tabla 1 encontramos relacionados todos los elementos mecánicos que hacen parte de esta estación.

Tabla 1

LISTADO DE COMPONENTES "ESTACION KM O TURBANA"				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	válvula de esférica 2" 600#	un	2	
2	válvula de compuerta de volanta 2" 600#	un	1	
3	válvula de esférica 2" 300#	un	5	
4	Big Joe 2" reguladora	un	1	
5	válvula de cierre rápido 1/2"	un	1	
6	válvula de aguja 1/2" hexagonal	un	5	
7	tubería 2"	mts		
8	tee 2" soldable	un	4	
9	soporte en tubo de 2 pulgadas	un	3	
10	manómetro 0-25 psig	un	1	carátula 6" toma 1/2"
11	manómetro 0-1000 psi	un	1	carátula 4" toma 1/2"
12	manómetro 0-1000 psi	un	1	carátula 4" toma 1/2"
13	filtro 6" 300# conexión de drenaje 1"	un	1	
14	codo soldable 2"	un	7	
15	brida sin WC 2" 300#	un	4	
16	brida WC 2" 300#	un	12	
17	Actuador		1	

A continuación se muestran algunas fotografías donde podemos evidenciar el tipo de cerramiento de la estación.

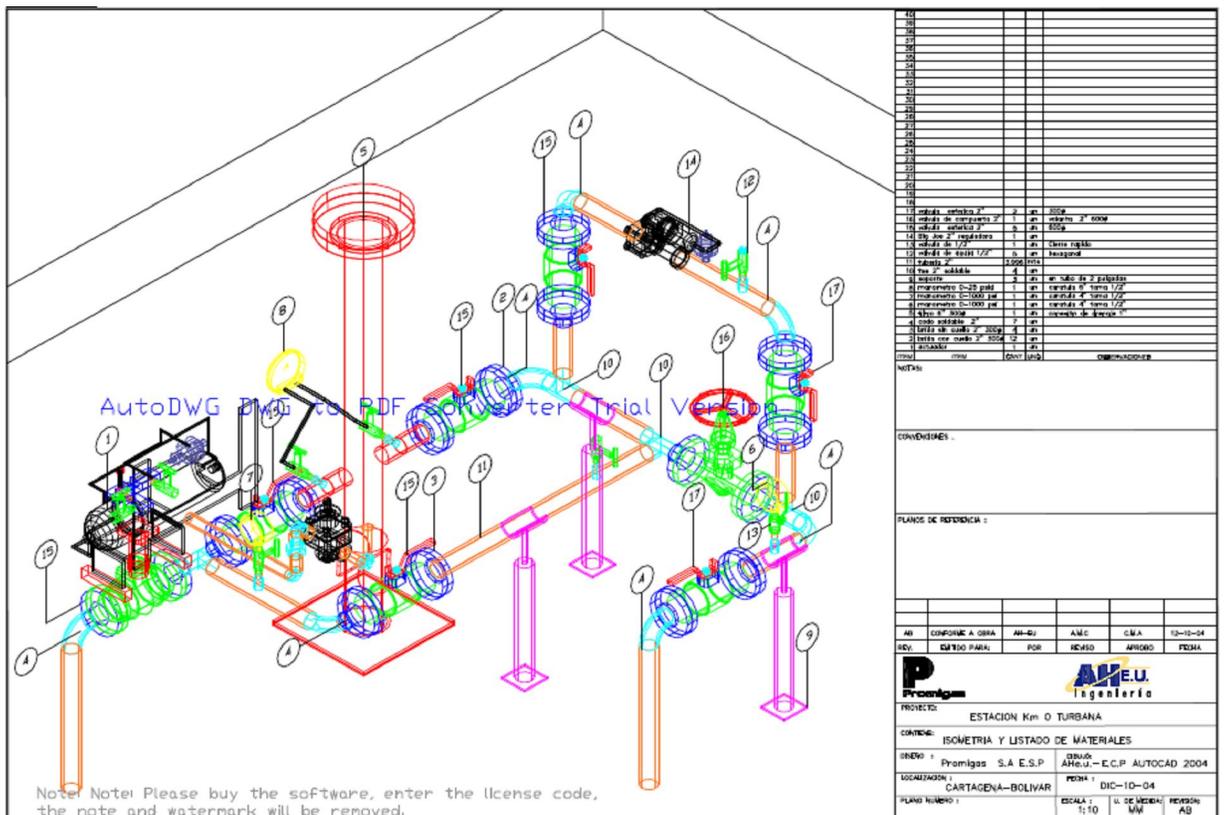
**Imagen 2**



Fotografía de Estación Km.0 TURBANA

En la figura1 mostramos un plano 3D donde podemos observar como están acoplados todos los elementos mecánicos que hacen parte de la estación.

Figura 1



PLANO KM 0 TURBANA

### 3.2 City Gate Turbana

Esta estación consta de un cerramiento para su protección tipo caseta en concreto y mampostería. En ella hay un sistema de medición y un sistema de regulación, la presión de entrada del gas es de 105 Psig y la de salida es de 31 Psig.

En la tabla 2 encontramos relacionados todos los elementos mecánicos que hacen parte de esta estación.

Tabla 2

City gate Turbana				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	Bridas con cuello AC 2" #300	un	12	
2	Brida con cuello AC 2" #150	un	6	
3	Brida sin cuello AC 2" #300	un	2	
4	Bridas sin cuello AC 2" #150	un	4	
5	Codos 90 AC Diámetro 2"	un	6	SOLDABLE SCHEDULE 40
6	Codos 90 AC Diámetro 3"	un	2	ROSCADO SCHEDULE 40
7	Codos 90 AC Diámetro 2"	un	2	ROSCADO SCHEDULE 40
8	Codos 90 AC Diámetro 1"	un	1	ROSCADO SCHEDULE 40
9	Tee 90 AC Diámetro 2"	un	5	SOLDABLE SCHEDULE 40
10	Manómetro cónico de 5" carátula, salida 1/2" rango de 0 a 25 psi	un	1	
11	Manómetro cónico de 4" carátula, salida 1/2" rango de 0 a 25 bar	un	1	
12	Manómetro cónico de 4" carátula, salida 1/2" rango de 0 a 100 Psi,	un	1	

City gate Turbana				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
13	Soportes 2"	un	4	
14	Filtro 6" con conexión Diámetro 2"	un	1	
15	Turbina	un	1	
16	Valvula de Seguridad 2"	un	2	
17	T.K Odorante	un	1	
18	Tuberia de AC Diametro 2"	Mtr	18,34	
19	Tuberia de AC Diametro 3"	Mtr	0,36	
20	Valvula de compuerta Diametro 2"	un	1	
21	Valvula de bola Diametro 2" #300	un	2	
22	Valvula de bola Diametro 2" #150	un	3	

A continuación se muestran algunas fotografías donde podemos evidenciar el tipo de cerramiento de la estación y los elementos mecánicos que la conforman.

### Imagen 3



**FOTOGRAFIAS ESTACIÓN CITY GATE TURBANA**

### 3.3 Estación km. 0 María la baja

Esta estación consta de un cerramiento para su protección tipo caseta en concreto en ella no hay un sistema de medición solo existe un sistema de regulación, la presión de entrada del gas es de 380 Psig y la de salida es de 120 Psig.

En la tabla 3 encontramos relacionados todos los elementos mecánicos que hacen parte de esta estación

Tabla 3

LISTADO DE MATERIALES KM 0 MARIALABAJA				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	Actuador para valvula de 2"	Un	1	
2	Brida con cuello AC 1" #300	Un	2	
3	Brida con cuello AC 2" #300	Un	4	
4	Brida con cuello AC 2" #600	Un	11	
5	Brida sin cuello AC 2" #600	Un	3	
6	Codos 45 Ac Diametro 2''	Un	1	
7	Codos 90 Ac Diametro 2''	Un	7	SOLDABLE SCHEDULE 40
8	Filtro 6"	Un	1	
9	Indicador swhit paso de raspadores	Un	1	
10	Manometro 4"	Un	3	
11	Manometro 5"	Un	1	
12	Manómetro diferencial	Un	1	
13	Reducción concéntrica AC de 2"x3''	Un	1	SOLDABLE SCHEDULE 40
14	Soporte	Un	4	
15	Tee AC Diametro 2"	Un	6	SOLDABLE SCHEDULE 40
16	Unión Universal 1''	Un	2	
17	Válvula de aguja 1/2''	Un	6	
18	Válvula de bola 1'' #300	Un	1	
19	Valvula de bola 2'' #300	Un	2	
20	Valvula de bola 2'' #600	Un	6	

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
21	Valvula de cierre rapido 1/2''	Un	3	
22	Valvula de cierre rapido 2''	Un	1	
23	Valvula de globo 2'' # 600	Un	1	
24	Valvula reguladora big joe 2''	Un	1	

A continuación se muestran algunas fotografías donde podemos evidenciar el tipo de cerramiento de la estación y los elementos mecánicos que la conforman.

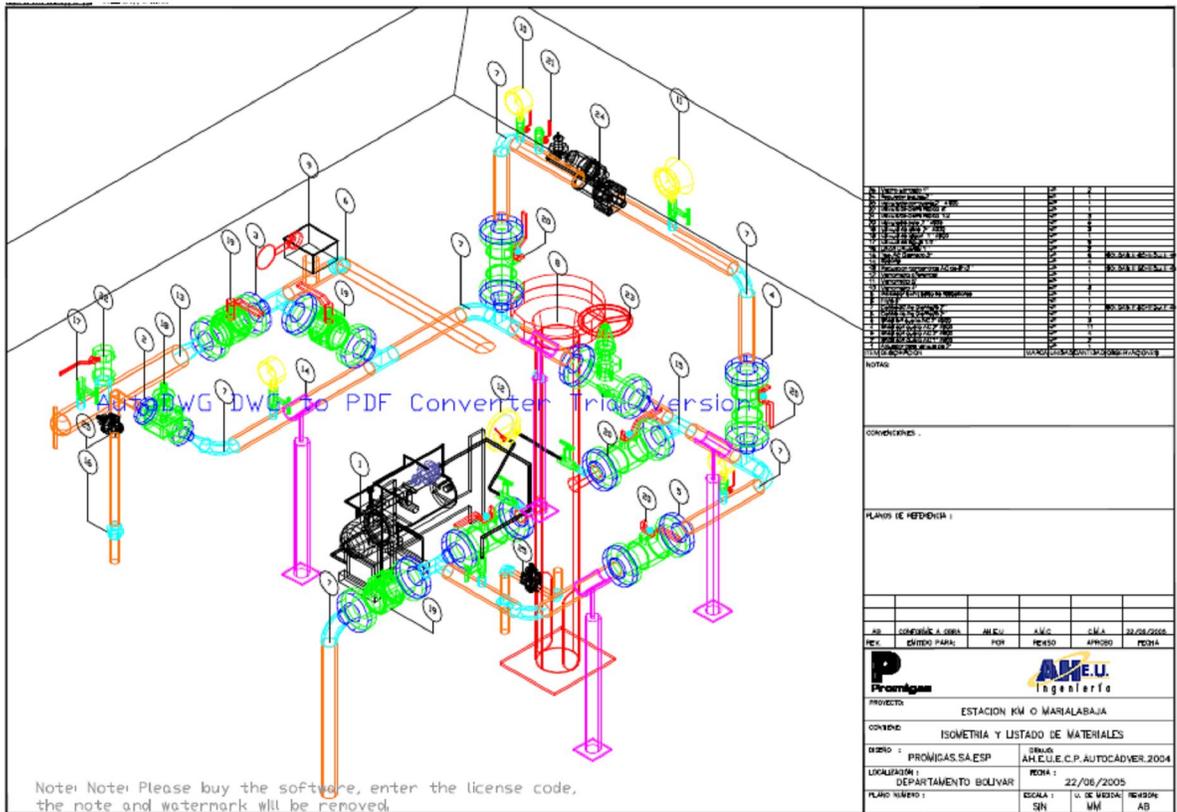
#### Imagen 4



**FOTOGRAFIA ESTACION KM 0 MARIA LABAJA**

En figura 2 mostramos un plano 3D donde podemos observar aoplados todos los elementos mecánicos que hacen parte de la estación.

**Figura 2**



**PLANO ESTACION KM 0 MARIA LA BAJA**

### 3.4 City Gate María la baja

Esta estación consta de un cerramiento para su protección tipo caseta en concreto y mampostería. En ella hay un sistema de medición y un sistema de regulación, la presión de entrada del gas es de 120 Psig y la de salida es de 28 Psig.

En la tabla 4 encontramos relacionados todos los elementos mecánicos que hacen parte de esta estación.

Tabla 4

LISTADOS DE EQUIPOS Y MATERIALES CITY GATE MARIA LA BAJA				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	Bridas con cuello AC 2" #300	Un	20	
2	Brida sin cuello AC 2" #300	Un	5	
3	Codos 90 AC Diametro 2"	Un	8	SOLDABLE SCHEDULE 40
4	Codos 45 AC Diametro 2"	Un	2	SOLDABLE SCHEDULE 40
5	Tee 90 AC Diametro 2"	Un	10	SOLDABLE SCHEDULE 40
6	Tee 90 AC Diametro 1"	un	1	
7	Manometro conico de 5" caratula, salida 1/2" rango de 100 a 1000 psi	un	1	
8	Manometro conico de 4" caratula, salida 1/2" rango de 100 a 1000 Psi,	un	2	
9	Manometro conico de 4" caratula, salida 1/2" rango de 0 a 100 Psi,	un	1	

LISTADOS DE EQUIPOS Y MATERIALES CITY GATE MARIA LA BAJA				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
10	Manometro conico de 5" caratula, salida 1/2" rango de 0 a 400 Psi,	un	1	
11	Soportes 2"	un	9	
12	Filtro 6" con conexión Diametro 2"	un	1	
13	Valvula de Seguridad 2"	un	2	
14	Turbina 2"	un	1	
15	Tuberia de AC Diametro 2"	Mtr	48,06	
16	Tuberia de AC Diametro 3"	Mtr	2,34	
17	Valvula de compuerta Diametro 2"	un	1	
18	Valvula de bola Diametro 2" #300	un	11	

En las siguientes fotografías podemos observar el tipo de cerramiento y los elementos mecánicos que componen la estación

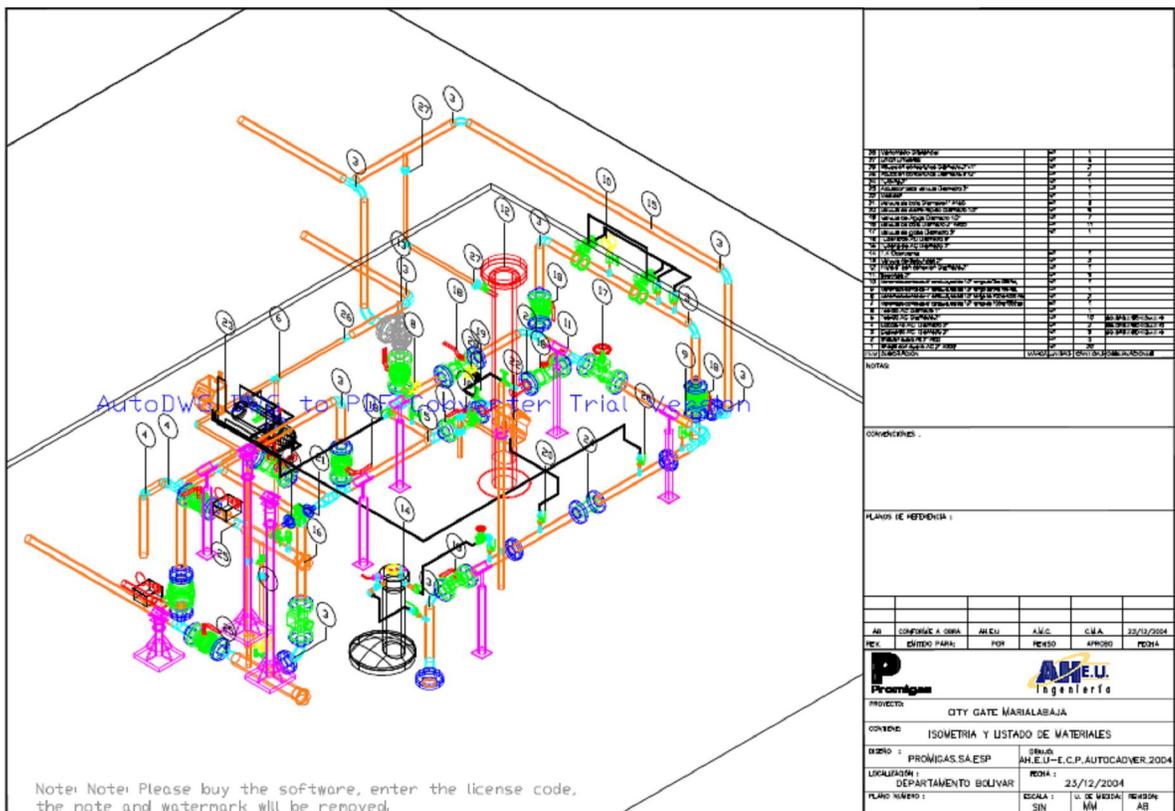
### Imagen 5



**FOTOS CITY GATE MARIA LA BAJA**

En la figura 3 plano 3D de la estación podemos observar claramente todos los elementos mecánicos que conforman la estación.

**Figura 3**



**CITY GATE MARIA LA BAJA**

### 3.5 Estación Km. 0 San Onofre

Esta estación consta de un cerramiento para su protección tipo caseta en concreto en ella no hay un sistema de medición solo existe un sistema de regulación, la presión de entrada del gas es de 340 Psig y la de salida es de 118 Psig.

En la tabla 5 encontramos relacionados todos los elementos mecánicos que hacen parte de esta estación

Tabla 5

LISTADOS DE MATERIALES ESTACION KM O SAN ONOFRE				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	Brida sin cuello AC 2" #300	un	9	
2	Bridas con cuello AC 1" #300	un	2	
3	Bridas con cuello AC 2" #300	un	7	
4	Codos 45 AC Diametro 2"	un	1	SOLDABLE SCHEDULE 40
5	Codos 90 AC Diametro 2"	un	5	SOLDABLE SCHEDULE 40
6	Filtro 6" con conexión Diametro 2"	un	1	
7	Manometro de 4" caratula, toma 1/2" rango de 0 a 400 Psi,	un	1	
8	Medidor daniels	un	1	
9	Reduccion concentrica 2"x 1"	un	1	
10	Reduccion concentrica 2"x 3"	un	1	
11	Soportes	un	3	
12	Tee 90 AC Diametro 2"	un	4	SOLDABLE SCHEDULE 40

LISTADOS DE MATERIALES ESTACION KM 0 SAN ONOFRE				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
13	Universal diametro 1/2"	un	1	
14	Valvula de Aguja Diametro 1/2"	un	5	
15	Valvula de bola Diametro 1" #300	un	1	
16	Valvula de bola Diametro 2" #300	un	6	
17	Valvula de cierre rapido Diametro 1/2"	un	1	

A continuación se muestran fotografías donde se observa el tipo de cerramiento de la estación y los elementos mecánicos que la conforman.

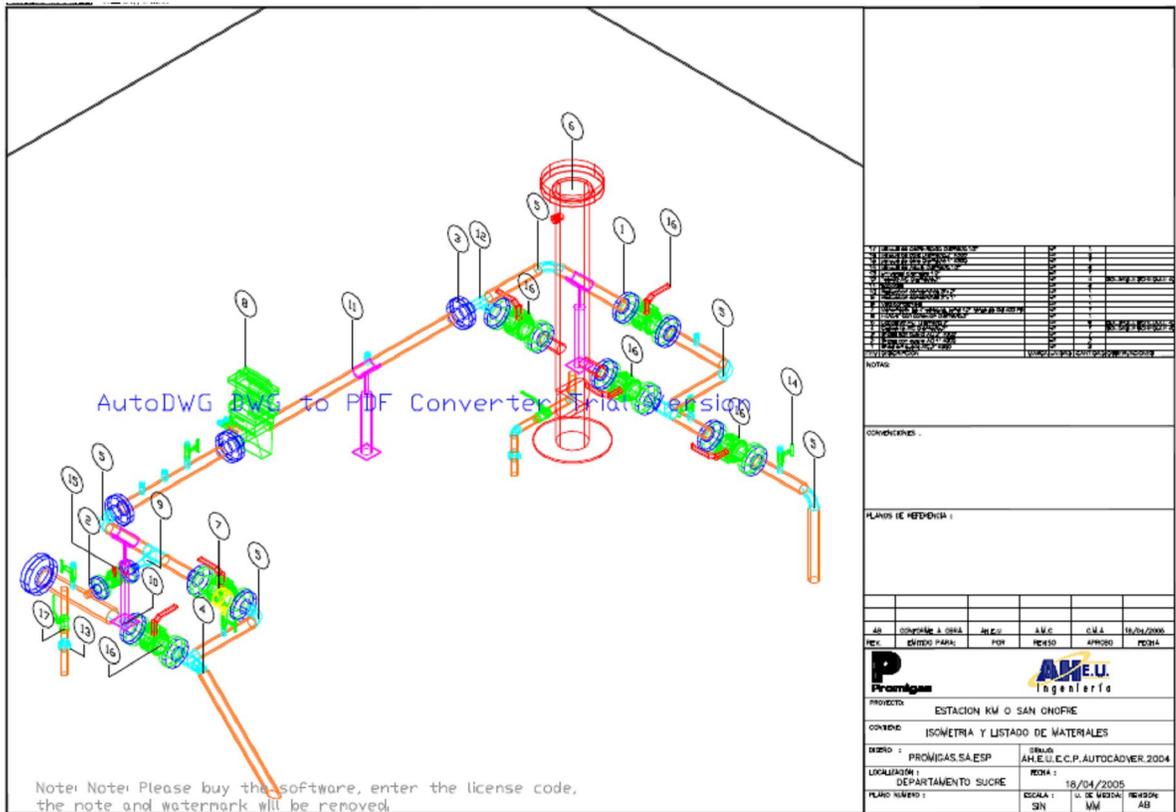
**Imagen 5**



**FOTOS KM 0 SAN ONOFRE**

La figura 4 nos muestra un plano 3D donde podemos mirar todos los elementos mecánicos que hacen parte de la estación.

**Figura4**



**PLANO KM 0 SAN ONOFRE**

### 3.6 City gate San Onofre

Esta estación consta de un cerramiento para su protección tipo caseta en concreto en ella hay un sistema de medición y un sistema de regulación, la presión de entrada del gas es de 118 Psig y la de salida es de 30 Psig.

En la tabla 6 encontramos relacionados todos los elementos mecánicos que hacen parte de esta estación

Tabla 6

LISTADOS DE EQUIPOS Y MATERIALES CITY GATE SAN ONOFRE				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
32	VALVULA DE BOLA 3"	UN	7	150#
31	VALVULA DE BOLA 1"	UN	1	300#
30	VALVULA DE BOLA 2"	UN	6	300#
29	VALVULA 2" DE GLOBO	UN	1	300#
28	VALVULA DE BOTELLA 1/2"	UN	3	
27	VALVULA DE AGUJA 1/2"	UN	13	
26	UNION UNIVERSAL 1"	UN	2	
25	TUBERIA 3"	MTS	3,755	
24	TUBERIA 2"	MTS	6,075	
23	TEE 3"	UN	3	SOLDABLE
22	TEE 2"	UN	5	SOLDABLE
21	SOPORTES TIPO GATO	UN	5	
20	REDUCCION 2X1"	UN	1	CONCENTRICA
19	REDUCCION 3X2"	UN	3	CONCENTRICA
18	ORODIZADOR	UN	1	
17	MEDIDOR DE DIAFRAGMA	UN	1	2% EXACTITUD 3" 150#
16	MANOMETROS	UN	1	DIAMETRO DE CARATULA 4"
15	MANOMETROS CONICOS	UN	3	DIAMETRO DE CARATULA 5"

LISTADOS DE EQUIPOS Y MATERIALES CITY GATE SAN ONOFRE				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
14	FILTRO 6" 300#	UN	1	CONEXION DE DRENAJE 1" VAL. MACHO LUBRICADO
13	COUPLING 1/2"	UN	2	
12	CODOS 3" 90°	UN	6	SOLDABLE
11	CODOS 2" 45°	UN	1	SOLDABLE
10	CODOS 2" 90°	UN	4	SOLDABLE
9	INDICADOR DE PASO DEL MARRANO	UN	1	
8	BRIDA SIN WC 3"	UN	7	150#
7	BRIDA WC 3"	UN	9	150#
6	BRIDA SIN WC 3"	UN	2	300#
5	BRIDA SIN WC 2"	UN	13	300#
4	BRIDA WC 2"	UN	5	300#
3	BRIDA WC 1"	UN	2	300#
2	AXIAL FLOW 2"	UN	2	1 PILOTO CADA UNA
1	ACTUADOR	UN	1	PARA VALVULA 3" 150

En las fotografías que se muestran a continuación se puede ver el tipo de cerramiento de la estación.

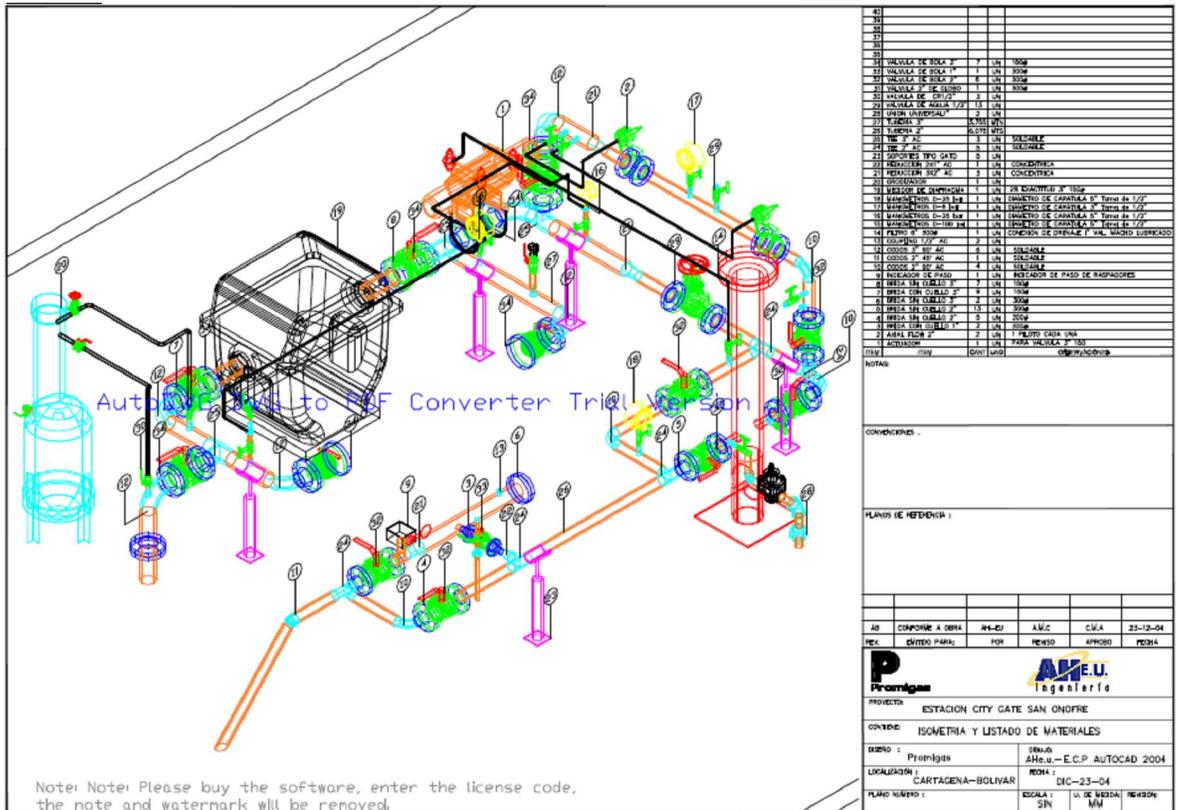
**Imagen 6**



**FOTOS CITY GATE SAN ONOFRE**

La figura 5 nos muestra un plano 3D donde evidenciamos todos los elementos mecánicos que hacen parte de la estación.

Figura 5



PLANO CITY GATE SAN ONOFRE

## **4 VALVULAS DE SECCIONAMIENTO**

Estas válvulas de seccionamiento cuentan con sus respectivos actuadores neumáticos para accionar estas en caso de aumento o caída de presión y aumento o caída de velocidad. Estas válvulas están ubicadas en lugares puntuales para así seccionar el gasoducto y sacar de servicio un tramo determinado en caso de cualquier eventualidad, cabe destacar que estas válvulas tienen su respectivo cerramiento para su protección ya sea en concreto o en malla.

### **4.1 Válvula de seccionamiento dique norte**

Esta válvula es la encargada de seccionar un tramo del gasoducto en caso que la presión se salga de el rango permisible o setting de menor de 300 psig se acciona la válvula por baja y mayor de 480 psig se acciona la válvula por alta para evitar sobrepresión en la tubería, fuga de gas y además garantiza que si se presenta algún daño que genere un aumento a caída de la presión este tramo del gasoducto quede fuera de servicio.

En la tabla daremos a conocer un listado con los distintos componentes mecánicos que hacen parte de la estación que componen la estación.

Tabla 7

LISTADOS DE EQUIPOS Y MATERIALES DIQUE NORTE					
ITEM	DESCRIPCION	MARCA	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACION
1	Bridas con cuello AC 4" #600		Un	4	
2	Brida sin cuello AC 4" #600		Un	2	
3	Brida sin cuello AC 8" #600		Un	2	
4	Bridas con cuello AC 8" #600		Un	1	
5	Bridas con cuello AC 10" #600		Un	1	
6	Brida sin cuello AC 10" #600		Un	1	
7	Brida ciega AC 4" #600		Un	2	
8	Codos 90 AC Diametro 4"		Un	2	SOLDABLE SCHEDULE 40
9	Tee 90 AC Diametro 4"		Un	2	SOLDABLE SCHEDULE 40
10	Manometro conico de 5" caratula, salida 1/2" rango de 0 a 100 Psi,		Un	1	
11	Telecorrector		Un	1	
12	Actuador para valvula Diametro 10"	Bettis	Un	1	
13	Tuberia de AC Diametro 10"				
14	Tuberia de AC Diametro 4"				
15	Valvula de compuerta Diametro 8" #600		Un	1	
16	Valvula de bola Diametro 4" #300		Un	2	
17	Valvula Seccionadora Diametro 10" #600		Un	1	
18	Valvula de Cierre rapido Diametro 1"		Un	3	
19	Cuplin con tapon Diametro 2"		Un	2	
20	Panel Solar		Un	1	

#### 4.1.1 Trampa by pass dique norte

Estos by pass son utilizados cuando se saca de servicio la válvula de seccionamiento ya sea para ejecutar un mantenimiento o por algún daño ocurrido en ese tramo del gasoducto lo cual permite que ese tramo del gasoducto se mantenga funcionando normalmente.

En la tabla 8 se muestran mas detallado los componentes de la trampa by pass dique norte.

Tabla 8

LISTADO DE MATERIALES TRAMPA BY PASS DIQUE NORTE				
ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	OBSERVACIONES
1	Brida ciega 2" 300#	Un	1	
2	Brida con cuello 4" 300#	Un	2	
3	Brida con cuello 8" 300#	Un	1	
4	Codo 45° 8"	Un	2	Soldado
5	Codo 90° 4"	Un	1	Soldado
6	Coupling 1/2"	Un	1	Soldado
7	Indicador/Swith paso de raspadores	Un	1	
8	Reduccion Excentrica 12"x8"	Un	1	Soldada
9	Soporte	Un	2	
10	Tapa 12"	Un	1	
11	Tee 90° 8"	Un	1	Soldada
12	Tuberia 4"	Mtr		
13	Tuberia 8"	Mtr		
14	Tuberia 12"	Mtr		
15	Valvula de Aguja 1/2"	un	1	
16	Valvula de Compuerta 8" 300#	un	2	

En la imagen siguiente podemos observar el cerramiento en malla el cual protege la válvula de manipulación de terceros, también podemos observar los distintos componentes tales como el actuador neumático el cual se encuentra en la parte superior de la válvula de bloqueo.

**Imagen 7**



**FOTOS VALVULA DIQUE NORTE**

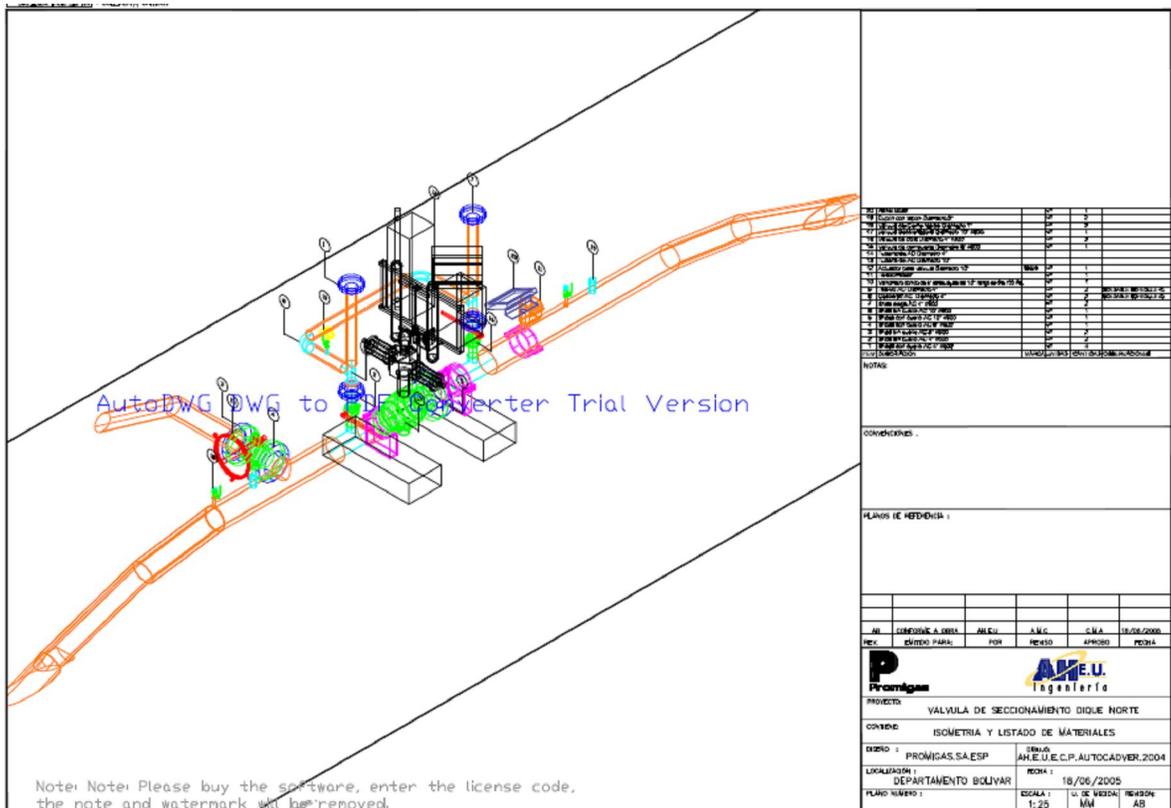
**Imagen 8**



**FOTOS TRAMPA BY PASS DIQUE NORTE**

El siguiente plano permite identificar de una manera grafica cada uno de los componentes y su ubicación en la válvula de seccionamiento.

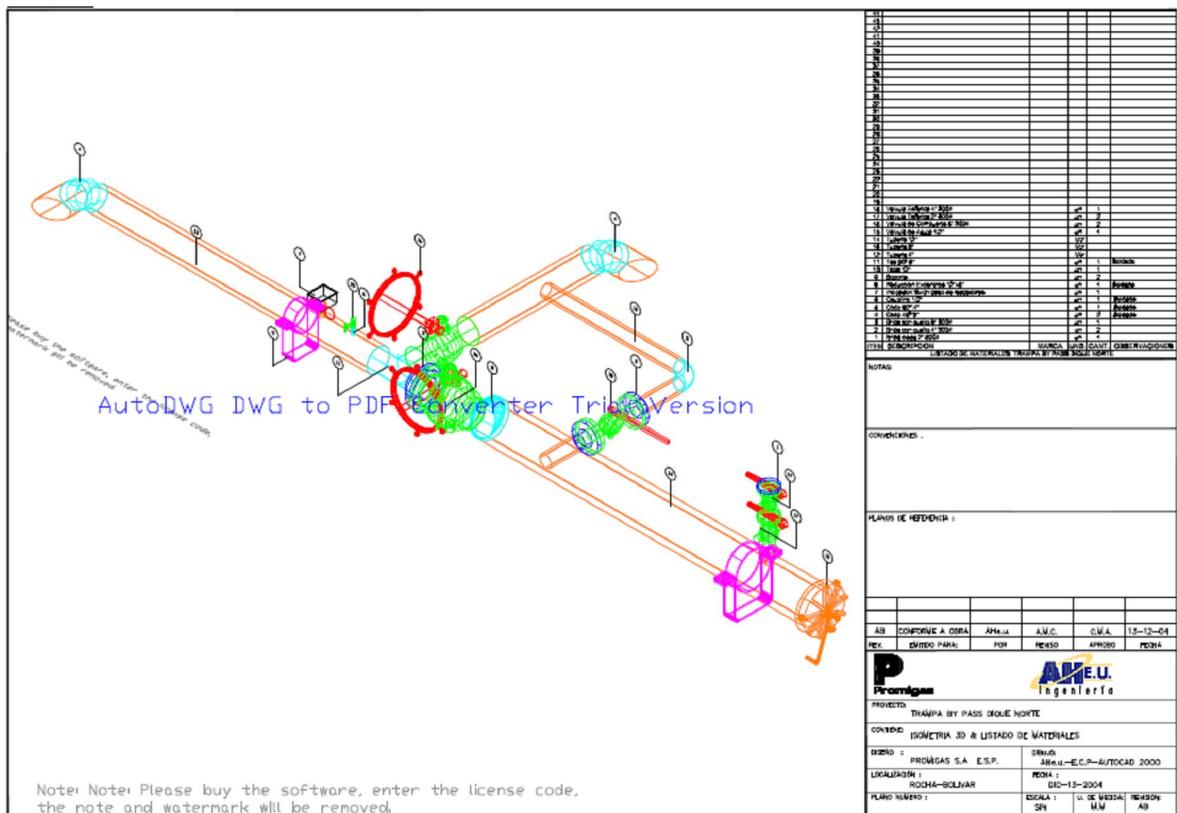
**Figura 6**



**PLANO VALVULA DIQUE NORTE**

El siguiente plano permite visualizar el by pass en esta estación el cual se encuentra de respaldo en caso de que la válvula de seccionamiento salga de servicio.

**Figura 7**



**PLANO TRAMPA BY PASS DIQUE NORTE**

#### 4.2 Válvula de seccionamiento dique sur

Esta válvula también consta actuador neumático y a su vez tiene una válvula de respaldo ya que se encuentra ubicada en una de las zonas mas criticas.

En la tabla 9 nos muestra un listado completo de equipos y elementos mecánicos que hacen parte de esta válvula.

Tabla 9

LISTADOS DE EQUIPOS Y MATERIALES DIQUE SUR				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	Actuador para valvula Diametro 10"	Un	1	
2	Brida ciega AC 4" #600	Un	2	
3	Brida sin cuello AC 4" #600	Un	2	
4	Brida sin cuello AC 8" #600	Un	1	
5	Bridas con cuello AC 10" #600	Un	2	
6	Bridas con cuello AC 4" #600	Un	4	
7	Bridas con cuello AC 8" #600	Un	1	
8	Codos 90 AC Diametro 4"	Un	2	SOLDABLE SCHEDULE 40
9	Cuplin con tapon Diametro 2"	Un	2	
10	Tee 90 AC Diametro 4"	Un	2	SOLDABLE SCHEDULE 40
11	Valvula de bola Diametro 4" #300	Un	2	
12	Valvula de Cierre rapido Diametro 1"	Un	2	
13	Valvula de Cierre rapido Diametro 1/2"	Un	2	
14	Valvula de compuerta Diametro 8" #600	Un	1	
15	Valvula Seccionadora Diametro 10" #600	Un	1	
16	Codos 90 AC Diametro 8"	Un	1	SOLDABLE SCHEDULE 40
17	Indicador Paso de Raspadores	Un	1	

#### 4.2.1 Trampa by pass Dique Sur

Esta respalda la válvula dique sur en caso de que se presente algún inconveniente que genere la sacada de servicio de la válvula.

A continuación en la tabla 10 se encuentra el listado de equipo y materiales de la trampa dique sur.

Tabla 10

LISTADOS DE EQUIPOS Y MATERIALES TRAMPA DIQUE SUR				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT	OBSERVACIONES
1	Brida ciega AC 2" #600	Un	1	
2	Brida con cuello AC 8" #600	Un	1	
3	Brida sin cuello AC 2" #600	Un	1	
4	Bridas con cuello AC 4" #600	Un	2	
5	Codos 90 AC Diametro 4"	Un	1	
6	Manometro 5" caratula, salida 1/2" rango de 0 a 1000 Psi,	Un	1	
7	reduccion excentrica de 8"x12"	Un	1	
8	tapon 12"	Un	1	
9	Tee 90 AC Diametro 8"	Un	1	
10	Valvula de aguja Diametro 1/2" #600	Un	1	SOLDABLE SCHEDULE 40
11	Valvula de globo Diametro 8" #600	Un	2	
12	Valvula esferica Diametro 2"	Un	1	
13	Valvula esferica Diametro 4" #300	Un	1	
14	Codos 45 AC Diametro 8"	Un	2	

Las siguientes imágenes muestran el tipo de cerramiento en concreto sin techo el cual no protege de condiciones extremas del clima, también podemos observar la distribución de los distintos elementos y equipos en la estación.

**Imagen 9**



**FOTOS VALVULA DIQUE SUR**

En la imagen siguiente podemos observar el cerramiento en malla el cual protege la trampa by pass de manipulación de terceros.

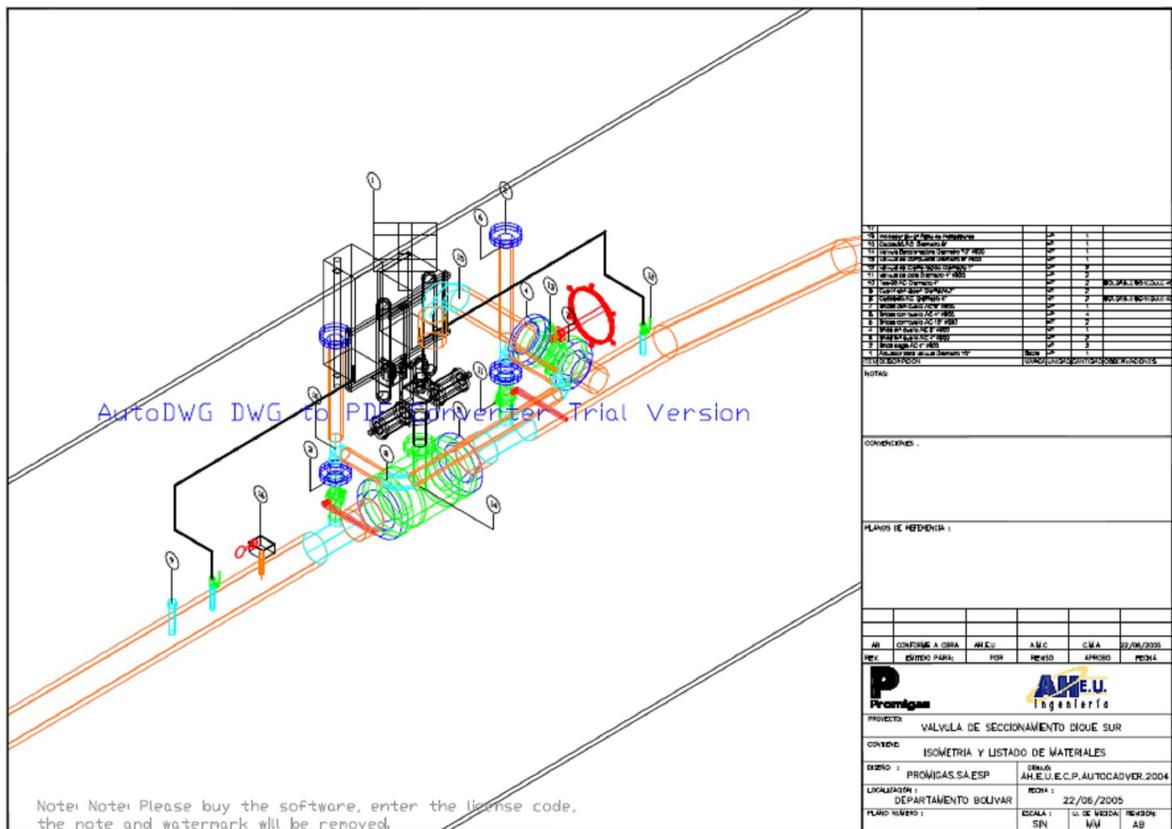
**Imagen 10**



**FOTOS TRAMPA BY PASS DIQUE SUR**

En el siguiente plano (Figura 8) se puede observar la tubería de 1/2" que va unida en la tubería antes de la válvula de seccionamiento al actuador y del actuador a la tubería posterior a la válvula. Esta tubería es la encargada de que el gas llegue al actuador para que este pueda censar y detectar si hay un aumento o caída de la presión y así ejercer su función de apertura y cierre de la válvula.

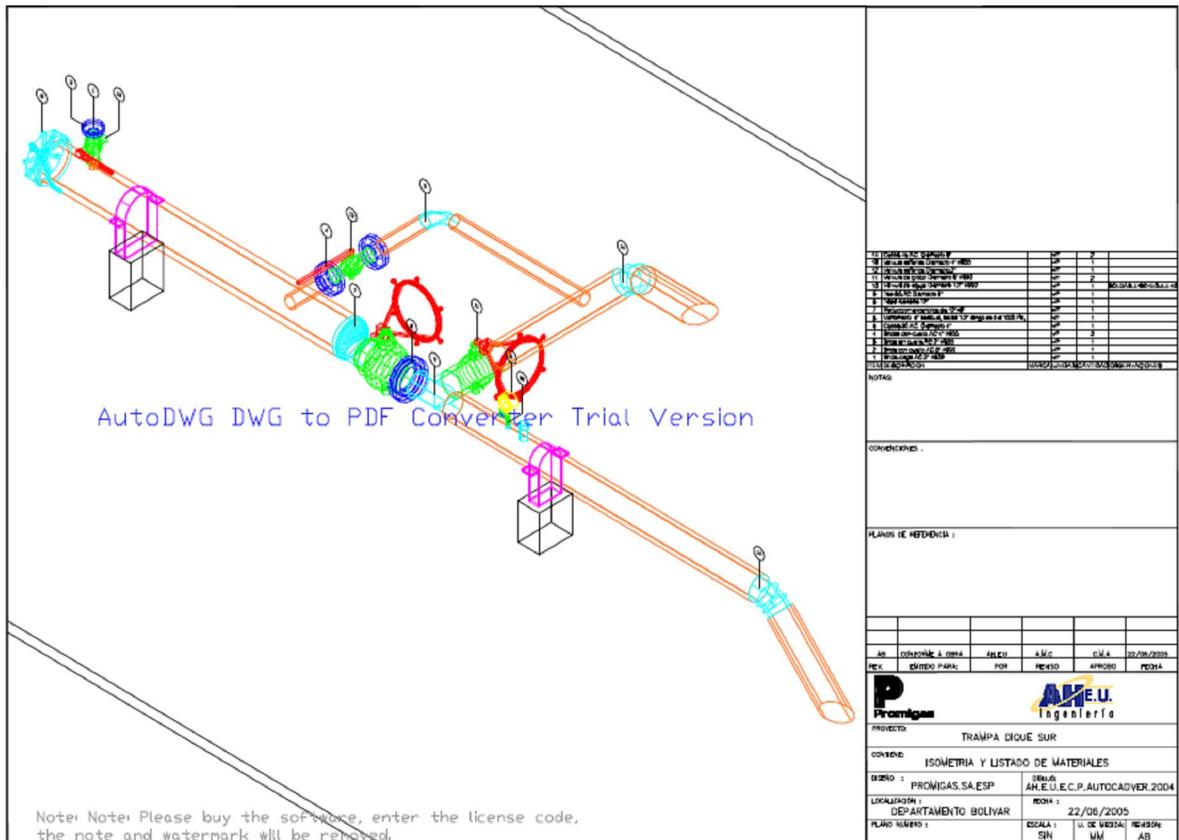
**Figura 8**



**PLANO VALVULA DIQUE SUR**

El siguiente plano permite visualizar el by pass en esta estación el cual se encuentra de respaldo en caso de que la válvula de seccionamiento salga de servicio.

**Figura 9**



**PLANO TRAMPA DIQUE SUR**

### 4.3 Válvula de seccionamiento el Níspero

Esta válvula consta de distintos elementos listados a continuación en la tabla 11 y su función como todas las otras válvulas de seccionamiento es cortar el flujo de gas en caso de sobrepresión, rotura o razones operacionales.

Tabla 11

LISTADOS DE MATERIALES VALVULA DE SECCIONAMIENTO EL NISPERO				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	Actuador Diametro 4"	un	1	
2	Bridas con cuello AC 4" #600	un	4	
3	Cap 4"	un	1	
4	Codos 45 AC Diametro 4"	un	2	SOLDABLE SCHEDULE 40
5	Manometro de 5" caratula, toma 1/2" rango de 100 a 1000 psi	un	1	
6	Raspador paso de marrano	un	1	
7	Tee 90 AC Diametro 4"	un	2	SOLDABLE SCHEDULE 40
8	Valvula de Aguja Diametro 1/2"	un	1	
9	Valvula de bola Diametro 4" #600	un	2	
10	Valvula de cierre rapido Diametro 1/2"	un	3	

La siguiente imagen muestra el tipo de cerramiento para la protección y la disposición de los elemento en la válvula de bloqueo.

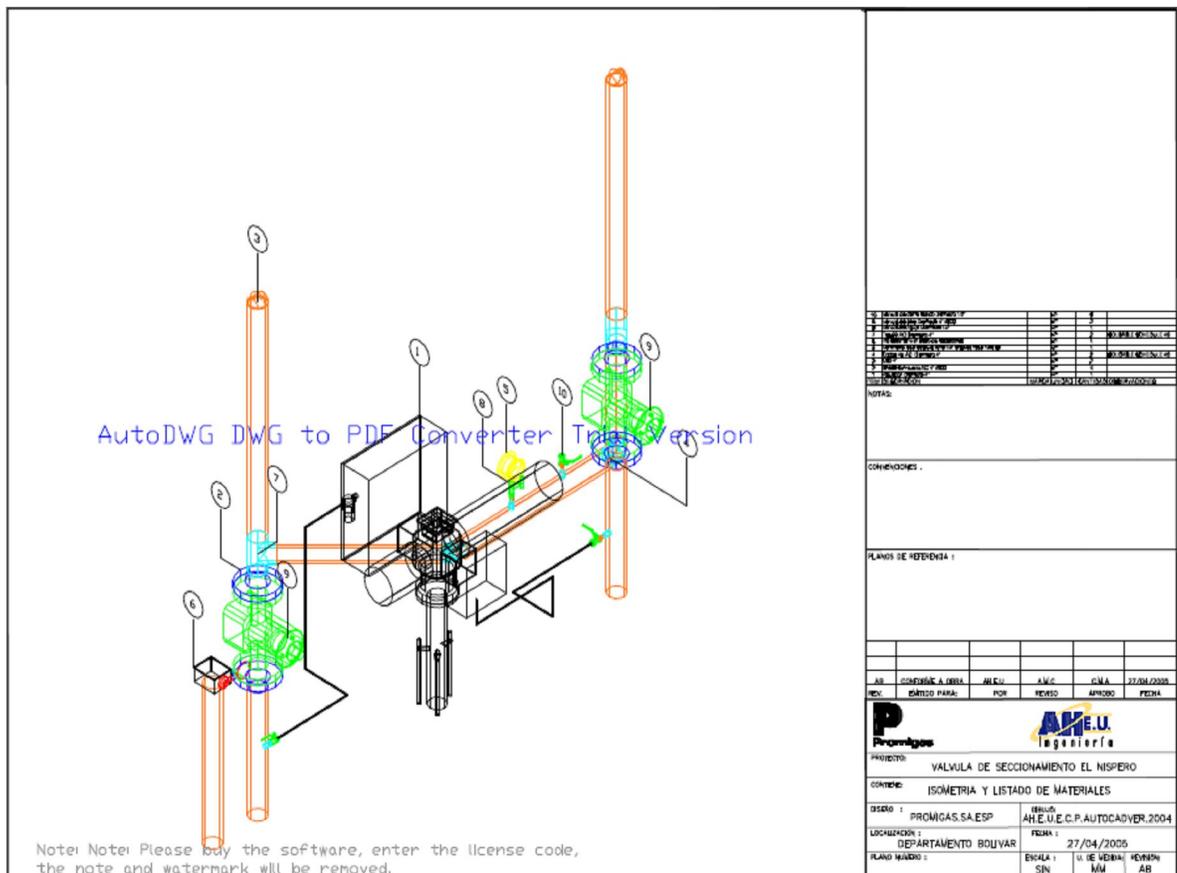
**Imagen 10**



**FOTOS VALVULA EL NISPERO**

El siguiente plano permite visualizar el by pass en esta estación y todos los elementos mecánicos que hacen parte de ella.

**Figura 10**



**PLANO VALVULA EL NISPERO**

#### 4.4 VALVULA DE SECCIONAMIENTO PALO ALTO

Esta válvula se encuentra ubicada como su nombre lo indica en la zona rural de palo alto.

La función principal de esta es bloquear el flujo de gas en la línea en caso de sobre presión, rotura y fuga.

A continuación en la tabla 12 listaremos los elementos que conforman esta válvula de bloqueo

Tabla 12

LISTADOS DE EQUIPOS Y VALVULA PALO ALTO				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	Bridas con cuello AC 4" #600	un	6	
2	Brida sin cuello AC 4" #600	un	2	
3	Bridas con cuello AC 10" #600	un	1	
4	Brida sin cuello AC 10" #600	un	1	
5	Brida ciega AC 4" #600	un	2	
6	Codos 90 AC Diametro 4"	un	2	SOLDABLE SCHEDULE 40
7	Tee 90 AC Diametro 4"	un	2	SOLDABLE SCHEDULE 40
8	Actuador para valvula Diametro 10"	un	1	
9	Tuberia de AC Diametro 10"			
10	Tuberia de AC Diametro 4"			
11	Valvula de bola Diametro 4" #300	un	2	
12	Valvula Seccionadora Diametro 10" #600	un	1	
13	Valvula de Cierre rapido Diametro 1/2"	un	3	
14	Cuplin con tapon Diametro 2"	un	1	
15	Caja TDW	un	1	

En la siguiente imagen se muestran los elementos que conforman la válvula tales como actuador, y válvula de bloqueo.

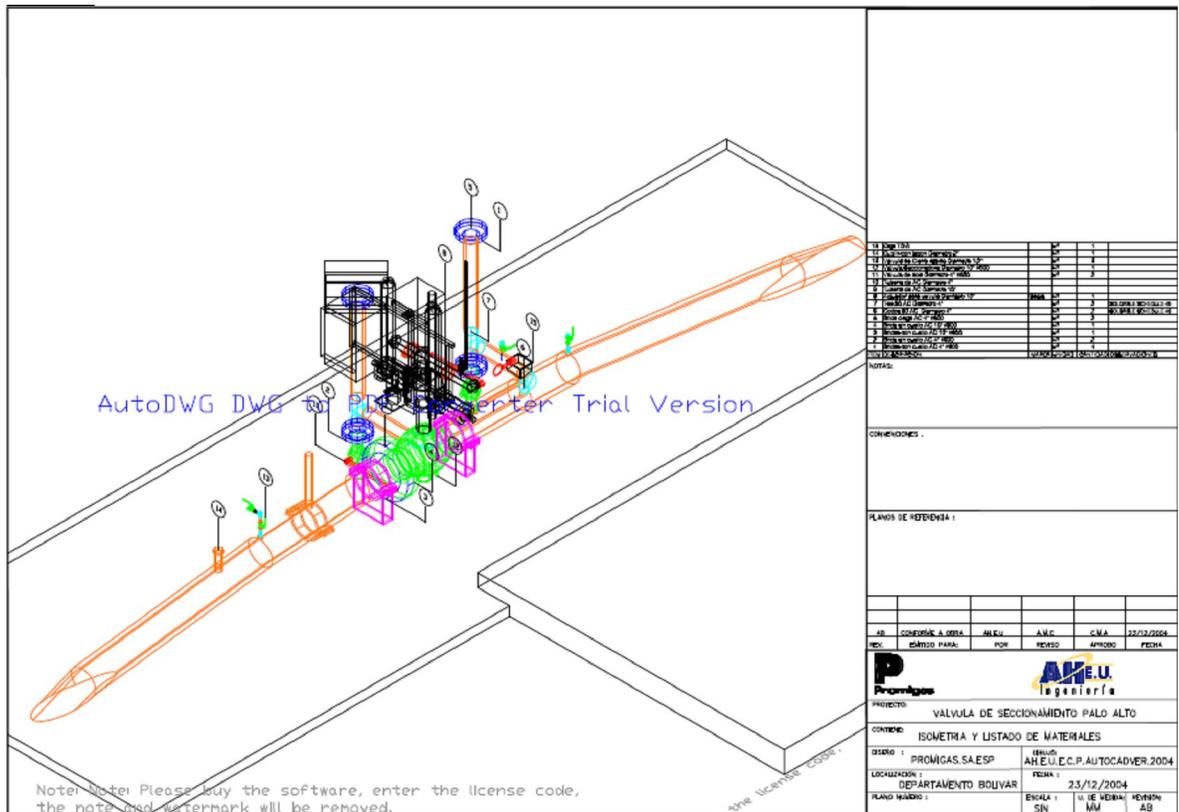
**Imagen 11**



**FOTOS VALVULA PALO ALTO**

En esta plano se muestra el actuador sobre la válvula y como están interconectados los demás elementos que hacen parte del sistema mecánico de la estación.

Figura 11



PLANO VALVULA PALO ALTO

#### 4.5 VALVULA DE SECCIONAMIENTO FILADELFIA

Esta válvula se encuentra ubicada en el corregimiento de Filadelfia  
La función principal de esta es bloquear el flujo de gas en la línea en caso de sobre presión, rotura y fuga.

A Continuación en la tabla 13 se listaran los elementos que componen esta válvula de bloqueo, y se darán a conocer fotografías y el plano

Tabla 13

LISTADOS DE EQUIPOS Y MATERIALES VALVULA DE SECCIONAMIENTO FILADELFIA				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERV.
15	VALVULA DE BOLA 4" 600#	UN	2	
14	VALVULA DE BOLA 10" 600#	UN	1	
13	VALVULA DE BOLA DE 1/2"	UN	1	
12	VALVULA DE BOLA 1/2"	UN	2	
11	TUBERIA 4"	MTS	4,13	
10	TUBERIA 10"	MTS	8,57	
9	TEE REDUCTORA 10x4"	UN	2	
8	TEE 4"	UN	2	
7	COUPLING 1"	UN	1	
6	CODO 4"	UN	2	SOLDABLE
5	CAJA TDW	UN	1	
4	BRIDA WC 10" 600#	UN	1	
3	BRIDA SIN WC 4" 600#	UN	2	
2	BRIDA WC 4" 600#	UN	4	
1	ACTUADOR BETTIS	UN	1	

En la siguiente fotografía podemos observar la válvula de bloqueo la cual se encuentra de color azul en la línea del tubo y sobre ella el actuador neumático además de esto podemos visualizar el tipo de cerramiento que la protege.

**Imagen 12**



**FOTOS VALVULA FILADELFIA**



#### 4.6 VALVULA DE SECCIONAMIENTO TOLCEMENTOS

Esta válvula sirve como referencia para ubicar la finalización del gasoducto Mamonal –Sincelejo y conocida normalmente como la cola de la red.

En la tabla 14 que se muestra a continuación se encuentran relacionados todos los equipos y elementos mecánicos que hacen parte de esta válvula de seccionamiento

Tabla 14

LISTADOS DE EQUIPOS VALVULA TOLCEMENTO				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	Bridas con cuello AC 4" #600	Un	6	
2	Brida sin cuello AC 4" #600	Un	2	
3	Bridas con cuello AC 10" #600	Un	1	
4	Brida sin cuello AC 10" #600	Un	1	
5	Brida ciega AC 4" #600	Un	2	
6	Codos 90 AC Diametro 4"	Un	4	SOLDABLE SCHEDULE 40
7	Tee 90 AC Diametro 4"	Un	2	SOLDABLE SCHEDULE 40
8	Manometro de 5" caratula, salida 1/2" rango de 0 a 1000 Psi,	Un	1	
9	Actuador para valvula Diametro 10" Marca Bettis	Un	1	
10	Tuberia de AC Diametro 10"			
11	Tuberia de AC Diametro 4"			
12	Valvula de bola Diametro 4" #300	Un	3	
13	Valvula Seccionadora Diametro 10" #600	Un	1	
14	Valvula de Cierre rapido Diametro 1"	Un	2	
15	Cuplin con tapon Diametro 2"	Un	1	
16	Caja TDW	Un	1	

En esta imagen de la válvula de bloqueo podemos observar el tipo de cerramiento que la protege y todos los elementos que hacen parte de la estación.

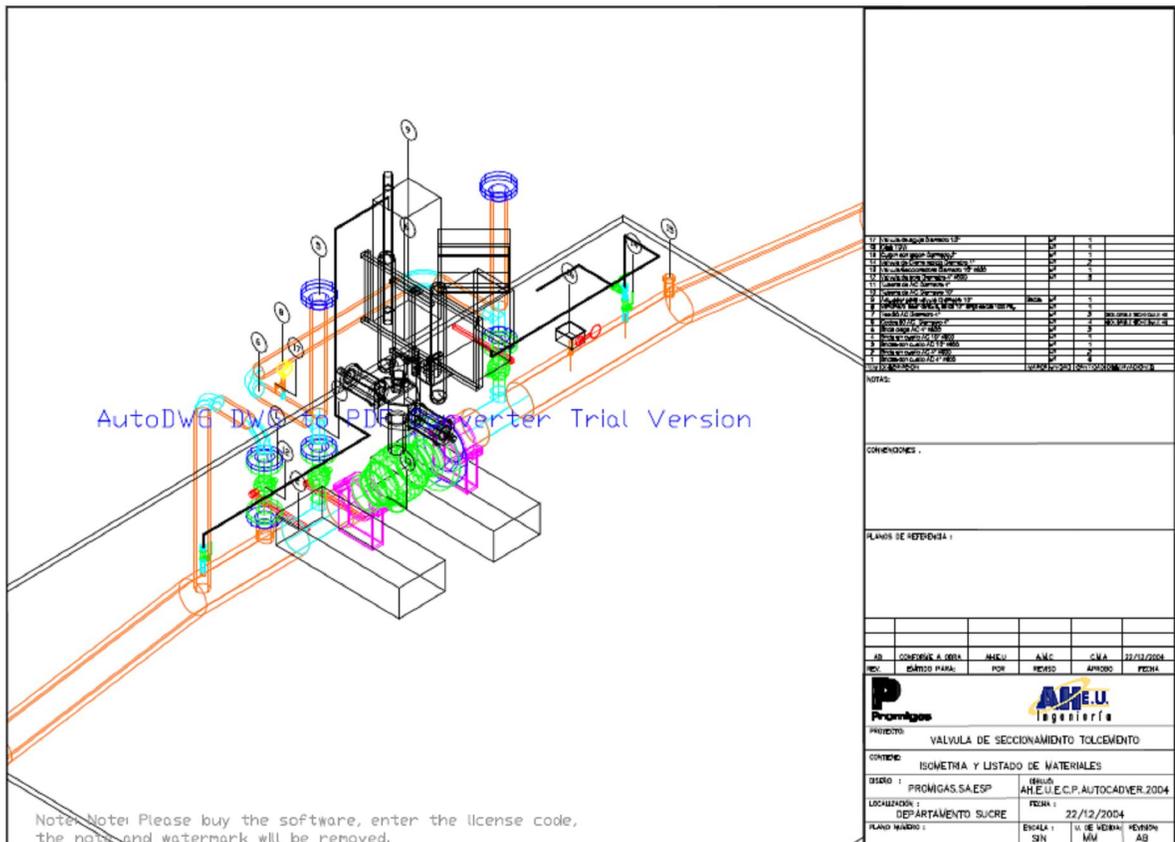
**Imagen 13**



**FOTOS VALVULA TOLCEMENTOS**

El plano mostrado a continuación nos deja ver claramente como están ubicados cada uno de los elementos de la válvula y nos permite visualizar el funcionamiento de cada uno de ellos.

Figura 13



## PLANO VALVULA TOLCEMINTO

## **5. EVALUACION DE LOS COSTOS ACTUALES DE MANTENIMIENTO**

En esta fase se mostrara el plan de mantenimiento que se encuentra activo actualmente para cada una de las estaciones, city gate y válvulas de seccionamiento, las frecuencias de mantenimiento actuales y los costos generados por la ejecución de estas actividades.

### **5.1 Plan de mantenimiento de Promigas para estaciones y city gate.**

En esta fase se mostrara los costos generados actualmente por la ejecución de las actividades de mantenimiento en las estaciones y City Gates.

Vale la pena resaltar que solo mostraremos como se determinan los costos en la estación KM 0 Turbana y la City Gate Turbana, porque como podemos observar en la descripción de las estaciones y city gates expuestas en el capitulo 3 los tipos de cerramiento y los elementos mecánicos en todas las estaciones KM 0 son similares de igual forma que en las Gity Gates. Razón por la cual el plan de mantenimiento en cada una de estas estaciones es el mismo y seria repetitivo calcular el costo para cada una de las estaciones.

### 5.1.1 Estación Turbana km 0

En la tabla 15 se encuentran relacionadas cada una de las actividades con sus respectivas frecuencias de ejecución y el costo anual generado por la ejecución de las mismas.

Tabla 15 **Costos de las actividades en estación Turbana Km. 0**

<b>Actividad</b>	<b>Costo anual</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Costo a 5 años</b>
Inspección de estaciones y City Gates	\$683.820	Mensual	\$3.419.100
Inspección de filtros	\$547.310	Semestral	\$2.736.550
Mantenimiento general a estaciones	\$1.140.051	3 años	\$1.140.051
Plan de mto de estaciones	\$660.272	mantto tipo I trimestral	\$3.301.360
	\$552.401	mantto tipo II anual	\$2.762.005
<b>Total costo</b>	<b>\$3.583.854</b>		<b>\$13.359.066</b>

### 5.1.1.1 Costos de las actividad

En esta fase mostraremos una tabla que contiene los costos generados por la ejecución de las actividades descritas en la tabla 15 y explicaremos como los obtuvimos. .

Mano de obra			Materiales	Equipos	Otros	Frecuencia/año	Total(Pesos Col)
Hrs	Valor/hr	Valor total					
1	\$22.335	\$22.335	\$0	\$34.650	\$0	12	\$683.820
3	\$22.335	\$67.005	\$102.650	\$104.000	\$0	2	\$547.310
8	\$18.875	\$151.000	\$228.650	\$208.000	\$552.401	1	\$1.140.051
0	\$0	\$165.068	\$0	\$0	\$0	4	\$660.272
0	\$0	\$552.401	\$0	\$0	\$0	1	\$552.401

#### 5.1.1.1.1 Inspección de estaciones y City Gate

Para ejecutar esta inspección se deben seguir los parámetros descritos en el PROCEDIMIENTO PARA INSPECCION DE ESTACIONES (CITY GATE) **ANEXO 1.**

Revisando este procedimiento encontramos que el tiempo estipulado para la ejecución de la actividad es de 1 hora, el personal que se necesita es un supervisor y un ayudante de mantenimiento y los equipos a utiliza son una cámara fotográfica y un explosímetro. Teniendo en cuenta el **ANEXO 3. PRECIOS DE MANTENIMIENTO** este nos muestra el precio de la hora de un supervisor y un ayudante de mantenimiento, y el valor por hora de uso

de la cámara fotográfica y el explosímetro, con estos datos podemos determinar el valor de la mano de obra y el costo de los equipos.

Según los datos de la tabla 15 la frecuencia de ejecución de esta actividad es mensual, sabiendo esto podemos calcular el costo anual por la ejecución de esta actividad.

Cabe destacar la estación KM 0 Turbana es relativamente cerca pero en el caso de las otras dos estaciones al tiempo requerido para la ejecución de la actividad se le sumara el tiempo que necesita el personal para llegar al lugar de trabajo y esto aumentara un poco mas los costos.

#### ***5.1.1.1.2 Inspección de filtros***

Esta actividad se encuentra descrita en el ANEXO 2 PROCEDIMIENTO PARA INSPECCION Y MANTENIMIENTO DE FILTROS.

En este procedimiento se explica como se debe ejecutar la actividad, el personal necesario seria un supervisor y un ayudante de mantenimiento es importante anotar que el procedimiento no nos dice el tiempo que se debe emplear en la ejecución de esta actividad pero por la experiencia adquirida en la ejecución de esta se calcula que son necesarias aproximadamente 3 horas, los materiales equipos y herramientas requeridas son: una caja de herramienta, grasa multipropósito, filtro peco y un vehiculo.

Revisando el ANEXO 3 PRECIOS DE MANTENIMIENTO. En este podemos encontrar los precios de la hora de trabajo de un supervisor y un ayudante de mantenimiento y el valor de los materiales, equipos y herramientas necesarios para ejecutar la actividad. Teniendo en cuenta la frecuencia estipulada en la tabla 15 para la ejecución de esta actividad podemos calcular el precio generado anualmente por la ejecución de la actividad.

Cabe destacar la estación KM 0 Turbana es relativamente cerca pero en el caso de las otras dos estaciones al tiempo requerido para la ejecución de la actividad se le sumara el tiempo que necesita el personal para llegar al lugar de trabajo y esto aumentara un poco mas los costos

#### **5.1.1.1.3 Plan de mantenimiento general de estaciones**

Para ejecutar este mantenimiento debemos tomar como guía el MANUAL DE ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOCATIVO **ANEXO 4**.

Revisando este procedimiento no encontramos el tiempo estipulado para la ejecución de la actividad ya que este varia de acuerdo al tipo de estación, teniendo en cuenta el tiempo empleado en ocasiones anteriores esta actividad tiene una duración de 8 horas, el personal que se necesita es un Técnico instrumentista y un ayudante de mantenimiento, los materiales equipos y herramientas a utilizar son una cámara fotográfica, filtro peco, grasa multipropósito, trapos, kit de repuestos regulador, vehículo, explosímetro caja de herramientas, guantes etc. Teniendo en cuenta el **ANEXO 3. PRECIOS DE MANTENIMIENTO** este nos muestra el precio de la hora de un técnico instrumentista y un ayudante de mantenimiento, el valor por hora de uso de los equipos y valor de los materiales utilizados, con estos datos podemos determinar el valor de la mano de obra y el costo de los materiales, equipos y herramientas utilizadas.

Según los datos de la tabla 15 la frecuencia de ejecución de esta actividad es cada 3 años, sabiendo esto podemos calcular el costo anual por la ejecución de esta actividad.

Cabe destacar la estación KM 0 Turbana es relativamente cerca pero en el caso de las otras dos estaciones al tiempo requerido para la ejecución de la actividad se le sumara el tiempo que necesita el personal para llegar al lugar de trabajo y esto aumentara un poco mas los costos.

#### ***5.1.1.1.4 Plan de mantenimiento de estaciones***

Como se muestra en la tabla 15 este plan de mantenimiento consta de dos actividades, el mantenimiento tipo I y Tipo II.

Estas son actividades ejecutadas a todo costo por parte de un contratista y tiene un valor fijo, por tal razón no se explica detalladamente el cálculo de estos costos Pero los podemos encontrar en el ANEXO 3 PRECIOS DE MANTENIMIENTO.

### 5.1.2 City Gate Turbana

En la tabla 16 se encuentran relacionadas cada una de las actividades con sus respectivas frecuencias de ejecución y el costo anual generado por la ejecución de las mismas.

Tabla 16 **Costos de las actividades en City Gate Turbana**

Actividad	Costo anual	Frecuencia	Costo a 5 años
Inspección de estaciones y City Gates	\$580.020	Mensual	\$2.900.100
Calibración computador de flujo	\$378.620	Semestral	\$1.893.100
Inspección de filtros	\$571.310	Semestral	\$2.856.550
Mantenimiento general a estaciones	\$1.737.624	3 años	\$1.737.624
Plan de mtto de estaciones	\$1.138.060	mantto tipo I trimestral,	\$5.690.300
	\$1.262.724	mantto tipo II anual	\$6.313.620
Lubricación medidores y limpieza lóbulos	\$358.900	semestral	\$1.794.500
Calibración y mtto válvulas seguridad	\$226.125	Anual	\$1.130.625
Calibración del elemento primario	\$816.000	2 años	\$1.632.000
Cambio batería computador de flujo	\$135.863	2 años	\$271.725
costo total	\$7.205.246		\$26.220.144

### 5.1.2.1 Costos de la actividad

En esta fase mostraremos una tabla que contiene los costos generados por la ejecución de las actividades descritas en la tabla 16 y explicaremos como los obtuvimos.

Mano de obra			Materiales	Equipos	Otros	Frecuencia/año	Total(Pesos Col)
Horas	Valor/hr	Valor total					
1	\$22.335	\$22.335	\$0	\$26.000	\$0	12	\$580.020
3	\$18.875	\$56.625	\$39.385	\$93.300	\$0	2	\$378.620
3	\$22.335	\$67.005	\$114.650	\$104.000	\$0	2	\$571.310
8	\$18.875	\$151.000	\$101.900	\$222.000	\$1.262.724	1	\$1.737.624
0	\$0	\$284.515	\$0	\$0	\$0	4	\$1.138.060
0	\$0	\$1.262.724	\$0	\$0	\$0	1	\$1.262.724
2	\$18.875	\$37.750	\$72.400	\$69.300	\$0	2	\$358.900
3	\$18.875	\$56.625	\$74.200	\$95.300	\$0	1	\$226.125
8	\$18.875	\$151.000	\$77.000	\$588.000	\$0	1	\$816.000
1,5	\$18.875	\$28.313	\$55.600	\$51.950	\$0	1	\$135.863

### **5.1.2.1.1 Inspección de estaciones y City Gate**

Para ejecutar esta inspección se deben seguir los parámetros descritos en el PROCEDIMIENTO PARA INSPECCION DE ESTACIONES (CITY GATE)

#### **ANEXO 1.**

Revisando este procedimiento encontramos que el tiempo estipulado para la ejecución de la actividad es de 1 hora, el personal que se necesita es un supervisor y un ayudante de mantenimiento y los equipos a utilizar son una cámara fotográfica y un explosímetro. Teniendo en cuenta el **ANEXO 3. PRECIOS DE MANTENIMIENTO** este nos muestra el precio de la hora de un supervisor y un ayudante de mantenimiento, y el valor por hora de uso de la cámara fotográfica y el explosímetro, con estos datos podemos determinar el valor de la mano de obra y el costo de los equipos.

Según los datos de la tabla 16 la frecuencia de ejecución de esta actividad es mensual, sabiendo esto podemos calcular el costo anual por la ejecución de esta actividad.

Cabe destacar la City Gate Turbana es relativamente cerca pero en el caso de las otras dos estaciones al tiempo requerido para la ejecución de la actividad se le sumara el tiempo que necesita el personal para llegar al lugar de trabajo y esto aumentara un poco mas los costos.

### **5.1.2.1.2 Calibración de computador de flujo**

Para realizar esta actividad se debe tener en cuenta los linamientos descritos en el PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN Y COMPROBACIÓN DE COMPUTADORES DE FLUJO **ANEXO 5**.

Revisando este procedimiento encontramos que el tiempo estipulado para la ejecución de la actividad es de 3 hora, el personal que se necesita es un Técnico instrumentista y un ayudante de mantenimiento y las maquinas equipos y herramientas a utilizar son caja de herramientas, computador portátil, multímetro digital, probador de presión diferencial, vehículo etc. Teniendo en cuenta el **ANEXO 3. PRECIOS DE MANTENIMIENTO** este nos muestra el precio de la hora de un técnico instrumentista y un ayudante de mantenimiento, el valor por hora de uso de las maquinas y herramientas y el costo de los materiales utilizados. con estos datos podemos determinar el valor de la mano de obra y el costo de los materiales y herramientas y equipos.

Según los datos de la tabla16 la frecuencia de ejecución de esta actividad es semestral, sabiendo esto podemos calcular el costo anual por la ejecución de esta actividad.

Cabe destacar la City Gate Turbana es relativamente cerca pero en el caso de las otras dos estaciones al tiempo requerido para la ejecución de la actividad se le sumara el tiempo que necesita el personal para llegar al lugar de trabajo y esto aumentara un poco mas los costos.

### **5.1.2.1.3 Inspección de filtros**

Esta actividad se encuentra descrita en el ANEXO 2 PROCEDIMIENTO PARA INSPECCION Y MANTENIMIENTO DE FILTROS.

En este procedimiento se explica como se debe ejecutar la actividad, el personal necesario seria un supervisor y un ayudante de mantenimiento es importante anotar que el procedimiento no nos dice el tiempo que se debe emplear en la ejecución de esta actividad pero por la experiencia adquirida en la ejecución de esta se calcula que son necesarias aproximadamente 3 horas, los materiales equipos y herramientas requeridas son: una caja de herramienta, grasa multipropósito, filtro peco y un vehiculo.

Revisando el ANEXO 3 PRECIOS DE MANTENIMIETO. En este podemos encontrar los precios de la hora de trabajo de un supervisor y un ayudante de mantenimiento y el valor de los materiales, equipos y herramientas necesarios para ejecutar la actividad. Teniendo en cuenta la frecuencia estipulada en la tabla 16 para la ejecución de esta actividad podemos calcular el precio generado anualmente por la ejecución de la actividad.

Cabe destacar la City Gate Turbana es relativamente cerca pero en el caso de las otras dos estaciones al tiempo requerido para la ejecución de la actividad se le sumara el tiempo que necesita el personal para llegar al lugar de trabajo y esto aumentara un poco mas los costos

#### **5.1.2.1.4 Plan de mantenimiento general de estaciones**

Para ejecutar este mantenimiento debemos tomar como guía el MANUAL DE ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOCATIVO **ANEXO 4**.

Revisando este procedimiento no encontramos el tiempo estipulado para la ejecución de la actividad ya que este varia de acuerdo al tipo de estación, teniendo en cuenta el tiempo empleado en ocasiones anteriores esta actividad tiene una duración de 8 horas, el personal que se necesita es un Técnico instrumentista y un ayudante de mantenimiento, los materiales equipos y herramientas a utilizar son una cámara fotográfica, filtro peco, grasa multipropósito, trapos, kit de repuestos regulador, vehículo, explosímetro caja de herramientas, guantes etc

Teniendo en cuenta el **ANEXO 3. PRECIOS DE MANTENIMIENTO** este nos muestra el precio de la hora de un técnico instrumentista y un ayudante de mantenimiento, el valor por hora de uso de los equipos y valor de los materiales utilizados, con estos datos podemos determinar el valor de la mano de obra y el costo de los materiales, equipos y herramientas utilizadas.

Según los datos de la tabla 15 la frecuencia de ejecución de esta actividad es cada 3 años, sabiendo esto podemos calcular el costo anual por la ejecución de esta actividad.

Cabe destacar la City Gate Turbana es relativamente cerca pero en el caso de las otras dos estaciones al tiempo requerido para la ejecución de la actividad se le sumara el tiempo que necesita el personal para llegar al lugar de trabajo y esto aumentara un poco mas los costos.

#### **5.1.2.1.5 Plan de mantenimiento de estaciones**

Como se muestra en la tabla 16 este plan de mantenimiento consta de dos actividades, el mantenimiento tipo I y Tipo II.

Estas son actividades ejecutadas a todo costo por parte de un contratista y tiene un valor fijo, por tal razón no se explica detalladamente el cálculo de estos costos Pero los podemos encontrar en el ANEXO 3 PRECIOS DE MANTENIMIENTO.

#### **5.1.2.1.6 Calibración y mantenimiento de válvula de seguridad**

Para ejecutar este mantenimiento se hace necesaria la presencia de un técnico instrumentista y un ayudante de mantenimiento el tiempo de duración estimado es de aproximadamente 3 horas y los materiales equipos y herramientas necesarias para su ejecución son una caja de herramientas, explosímetro, grasa multipropósito, varsol, empaque espiro metálico y vehículo. Teniendo en cuenta el **ANEXO 3. PRECIOS DE MANTENIMIENTO** este nos muestra el precio de la hora de un técnico instrumentista y un ayudante de mantenimiento, el valor por hora de uso de los equipos y valor de los materiales utilizados, con estos datos podemos determinar el valor de la mano de obra y el costo de los materiales, equipos y herramientas utilizadas.

Según los datos de la tabla16 la frecuencia de ejecución de esta actividad es anual, sabiendo esto podemos calcular el costo anual por la ejecución de esta actividad.

Cabe destacar la City Gate Turbana es relativamente cerca pero en el caso de las otras dos estaciones al tiempo requerido para la ejecución de la actividad se le sumara el tiempo que necesita el personal para llegar al lugar de trabajo y esto aumentara un poco mas los costos.

#### ***5.1.2.1.7 Cambio de batería computador de flujo***

Este es un mantenimiento sencillo, los materiales equipos y herramientas necesarios para la ejecución de esta actividad son herramientas menores, una batería de 12 V 7 A/H, Sello de seguridad, multímetro digital y un vehículo. Teniendo en cuenta el **ANEXO 3. PRECIOS DE MANTENIMIENTO** este nos muestra el precio de la hora de un técnico instrumentista y un ayudante de mantenimiento, el valor por hora de uso de los equipos y valor de los materiales utilizados, con estos datos podemos determinar el valor de la mano de obra y el costo de los materiales, equipos y herramientas utilizadas.

Según los datos de la tabla16 la frecuencia de ejecución de esta actividad es cada 2 años, sabiendo esto podemos calcular el costo anual por la ejecución de esta actividad.

Cabe destacar la City Gate Turbana es relativamente cerca pero en el caso de las otras dos estaciones al tiempo requerido para la ejecución de la actividad se le sumara el tiempo que necesita el personal para llegar al lugar de trabajo y esto aumentara un poco mas los costos.

### 5.1.3 Estación Km. 0 María la baja

En la tabla 17 encontraremos las actividades de mantenimiento que se ejecutan en la estación con su respectiva frecuencia y el costo anual generado por la ejecución de las mismas.

Tabla 17 **Costos de las actividades en estación Km. 0 María la baja**

Actividad	Costo anual	Frecuencia	Costo a 5 años
Inspección de estaciones y City Gates	\$1.450.050	Mensual	\$7.250.250
Inspección de filtros	\$669.340	Semestral	\$3.346.700
Mantenimiento general a estaciones	\$695.268	2 años	\$3.476.340
Plan de mto de estaciones	\$580.272	mantto tipo I trimestral, I	\$2.901.360
	\$552.401	mantto tipo II anual	\$2.762.005
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>3.947.331</b>		<b>19.736.655</b>

### 5.1.3.1 Costos de actividad

Observando la tabla 15 y comparándola con la tabla 17, nos podemos dar cuenta que las actividades de mantenimiento planeadas son las mismas por tal razón consideramos que para encontrar los costos que se encuentran descritos en esta tabla podemos utilizar los mismos lineamientos descritos en la estación Km. 0 Turbana, es importante tener en cuenta que el tiempo que emplea el personal en trasladarse al lugar donde se ejecutara el trabajo debe ser tenido en incluido dentro del tiempo estipulado para ejecución del mantenimiento

Mano de obra			Materiales	Equipos	Otros	Frecuencia/año	Total
Horas	Valor	Costo total					
2,5	\$22.335	\$55.838	\$0	\$65.000	\$0	12	\$1.450.050
4	\$23.355	\$93.420	\$102.650	\$138.600	\$0	2	\$669.340
8	\$18.875	\$151.000	\$0	\$379.200	\$165.068	1	\$695.268
0	\$0	\$145.068	\$0	\$0	\$0	4	\$580.272
0	\$0	\$552.401	\$0	\$0	\$0	1	\$552.401

#### 5.1.4 City Gate María la baja

En la tabla 18 se encuentran relacionadas cada una de las actividades con sus respectivas frecuencias de ejecución y el costo anual generado por la ejecución de las mismas.

Tabla 18 **Costos de las actividades en City Gate María la baja**

Actividad	Costo anual	Frecuencia	Costo a 5 años
Inspección de estaciones y City Gates	\$1.450.050	Mensual	\$7.250.250
Calibración computador de flujo	\$678.170	4 meses	\$3.390.850
Inspección de filtros	\$685.180	Semestral	\$3.425.900
Mantenimiento general a estaciones	\$2.225.974	3 años	\$2.225.974
Plan de mtto de estaciones	\$1.138.060	mantto tipo I trimestral,	\$5.690.300
	\$1.262.724	mantto tipo II anual	\$6.313.620
Lubricación medidores y limpieza lóbulos	\$575.400	semestral	\$2.877.000
Calibración y mtto válvulas seguridad	\$289.500	Anual	\$1.447.500
Calibración del elemento primario	\$1.335.875	2 años	\$2.671.750
Cambio batería computador de flujo	\$202.388	2 años	\$404.775
Inspección de recubrimiento a válvula	\$1.450.050	Anual	\$7.250.250
<b>Costo total</b>	<b>\$11.293.371</b>		<b>\$56.466.853</b>

### 5.1.4.1 Costos de la actividad

Observando la tabla 116 y comparándola con la tabla 18, nos podemos dar cuenta que las actividades de mantenimiento planeadas son las mismas por tal razón consideramos que para encontrar los costos que se encuentran descritos en esta tabla podemos utilizar los mismos lineamientos descritos en la City Gate Turbana. Es importante tener en cuenta que el tiempo que emplea el personal en trasladarse al lugar donde se ejecutara el trabajo debe ser tenido en incluido dentro del tiempo estipulado para ejecución del mantenimiento

Mano de obra							
Hrs	Valor/hr	Costo total	materiales	equipos	otros	frecuencia/año	total(Pesos Col)
2,5	\$22.335	\$55.838	\$0	\$65.000	\$0	12	\$1.450.050
4	\$18.875	\$75.500	\$39.385	\$224.200	\$0	2	\$678.170
4	\$22.335	\$89.340	\$114.650	\$138.600	\$0	2	\$685.180
10	\$18.875	\$188.750	\$101.900	\$672.600	\$1.262.724	1	\$2.225.974
0	\$0	\$284.515	\$0	\$0	\$0	4	\$1.138.060
0	\$0	\$1.262.724	\$0	\$0	\$0	1	\$1.262.724
4	\$18.875	\$75.500	\$72.400	\$139.800	\$0	2	\$575.400
4	\$18.875	\$75.500	\$74.200	\$139.800	\$0	1	\$289.500
9	\$18.875	\$169.875	\$77.000	\$1.089.000	\$0	1	\$1.335.875
2,5	\$18.875	\$47.188	\$55.600	\$99.600	\$0	1	\$202.388
2,5	\$22.335	\$55.838	\$0	\$65.000	\$0	12	\$1.450.050

### 5.1.5 Estación Km. 0 San Onofre

En la tabla 19 se encuentran relacionadas cada una de las actividades con sus respectivas frecuencias de ejecución y el costo anual generado por la ejecución de las mismas.

Tabla 19 **Costos de las actividades en estación San Onofre Km. 0**

<b>Actividad</b>	<b>Costo anual</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Costo a 5 años</b>
Inspección de estaciones y City Gates	\$3.077.190	Mensual	\$15.385.950
Inspección de filtros	\$901.360	Semestral	\$4.506.800
Mantenimiento general a estaciones	\$1.147.976	2 años	\$2.295.952
Plan de mtto de estaciones	\$660.272	mantto tipo I trimestral	\$3.301.360
	\$552.401	mantto tipo II anual	\$2.762.005
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$6.339.199</b>		<b>\$28.252.067</b>

### 5.1.5.1 Costo total de la actividad

Analizando la tabla 15 y comparándola con la tabla 19, nos podemos dar cuenta que las actividades de mantenimiento planeadas son las mismas por tal razón consideramos que para encontrar los costos que se encuentran descritos en esta tabla podemos utilizar los mismos lineamientos descritos en la estación Km. 0 Turbana. Es importante tener en cuenta que el tiempo que emplea el personal en trasladarse al lugar donde se ejecutara el trabajo debe ser tenido en incluido dentro del tiempo estipulado para ejecución del mantenimiento

mano de obra			materiales	equipos	otros	frecuencia/ año	total
hrs	valor/hr	valor total					
4,5	\$22.335	\$100.508	\$0	\$155.925	\$0	12	\$3.077.190
6	\$23.355	\$140.130	\$102.650	\$207.900	\$0	2	\$901.360
9	\$18.875	\$169.875	\$0	\$425.700	\$552.401	1	\$1.147.976
0	\$0	\$165.068	\$0	\$0	\$0	4	\$660.272
0	\$0	\$552.401	\$0	\$0	\$0	1	\$552.401

### 5.1.6 City Gate San Onofre

En la tabla 20 encontraremos las actividades de mantenimiento que se ejecutan en la estación con su respectiva frecuencia y el costo anual generado por la ejecución de estas.

**Tabla 20 Costos de las actividades City Gate San Onofre**

Actividad	Costo	Frecuencia	Costo a 5 años
Inspección de estaciones y City Gates	\$3.077.190	Mensual	\$15.385.950
Calibración computador de flujo	\$978.470	6 meses	\$4.892.350
Inspección de filtros	\$901.360	Semestral	\$4.506.800
Mantenimiento general a estaciones	\$2.263.724	3 años	\$2.263.724
Plan de mtto de estaciones	\$1.138.060	mantto tipo I trimestral,	\$5.690.300
	\$1.262.724	mantto tipo II anual	\$6.313.620
Calibración y mtto válvulas seguridad	\$342.125	Anual	\$1.710.625
Calibración del elemento primario	\$1.755.500	2 años	\$3.511.000
Cambio batería computador de flujo	\$269.700	2 años	\$539.400
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$11.988.853</b>		<b>\$44.813.769</b>

### 5.1.6.1 Costo total de la actividad

Observando la tabla 16 y comparándola con la tabla 20, nos podemos dar cuenta que las actividades de mantenimiento planeadas son las mismas por tal razón consideramos que para encontrar los costos que se encuentran descritos en esta tabla podemos utilizar los mismos lineamientos descritos en la City Gate Turbana. Es importante tener en cuenta que el tiempo que emplea el personal en trasladarse al lugar donde se ejecutara el trabajo debe ser tenido en incluido dentro del tiempo estipulado para ejecución del mantenimiento

Mano de obra			Materiales	Equipos	Otros	Frec /año	Total
Horas	Costo/hr	Costo total					
4,5	\$22.335	\$100.508	\$0	\$155.925	\$0	12	\$3.077.190
6	\$18.875	\$113.250	\$39.385	\$336.600	\$0	2	\$978.470
6	\$23.355	\$140.130	\$102.650	\$207.900	\$0	2	\$901.360
12	\$18.875	\$226.500	\$101.900	\$672.600	\$1.262.724	1	\$2.263.724
0	\$0	\$284.515	\$0	\$0	\$0	4	\$1.138.060
0	\$0	\$1.262.724	\$0	\$0	\$0	1	\$1.262.724
5	\$18.875	\$94.375	\$74.200	\$173.550	\$0	1	\$342.125
12	\$18.875	\$226.500	\$77.000	\$1.452.000	\$0	1	\$1.755.500
4	\$18.875	\$75.500	\$55.600	\$138.600	\$0	1	\$269.700

## **5.2 Plan de mantenimiento de Promigas para válvulas de seccionamiento**

En esta fase se mostrara los costos generados actualmente por la ejecución de las actividades de mantenimiento en las válvulas de seccionamiento del gasoducto

Vale la pena resaltar que solo mostraremos como se determinan los costos en la válvula de seccionamiento Dique Norte, porque como podemos observar en la descripción de las válvulas expuestas en el capítulo 4 los tipos de cerramiento y los elementos mecánicos en todas ellas son similares. Razón por la cual el plan de mantenimiento en cada una de estas estaciones es el mismo y seria repetitivo calcular el costo para cada una de las válvulas de seccionamiento.

### 5.2.1 Válvula dique norte

En la tabla 21 se encuentran relacionadas cada una de las actividades con sus respectivas frecuencias de ejecución y el costo anual generado por la ejecución de las mismas.

Tabla 21 **Costos de las actividades en válvula Dique Norte**

Actividad	Costo	Frecuencia	Costo a 5 años
ENGRASE DE VALVULAS DE BLOQUEO	\$240.318	1 año	\$1.201.590
PLAN DE MTTO ACTUADORES	\$2.762.500	3 meses inspeccion	\$13.812.500
	\$2.272.925	6 meses calibración	\$11.364.625
	\$1.363.338	12 meses mtto	\$6.816.688
PLAN DE MTTO VALVULAS DE BLOQUEO	\$760.000	3 meses tipo I	\$3.800.000
	\$514.800	anual tipo II	\$2.574.000
CAMBIO BATERIA COMPUTADOR DE FLUJO	\$849.663	2 años	\$1.699.326
MANTENIMIENTO MAYOR A ACTUADOR	\$449.275	6 años	\$2.246.375
CALIBRACION COMPUTADOR DE FLUJO	\$734.795	6 meses	\$3.673.975
CAMBIO DISECANTE CONTROLADORES ELECTRONI	\$471.752	3 meses	\$2.358.760
<b>TOTAL</b>	<b>\$10.418.363</b>		<b>\$52.096.815</b>

### 5.2.1.1 Costo de la actividad

En esta fase mostramos una tabla con los costos generados por la ejecución de cada una de las ordenes de mantenimiento en la válvula y explicaremos como podemos deducir el costo de cada de actividad.

Mano de obra			Materiales	Equipos	Otros	Frecuencia/año	Total
Horas	Costo/hr	Costo total					
4	\$18.875	\$75.500	\$80.350	\$84.468	0	1	\$240.318
3	\$18.875	\$56.625	\$10.000	\$624.000	0	4	\$2.762.500
4,5	\$18.875	\$84.938	\$115.525	\$936.000	0	2	\$2.272.925
5,5	\$18.875	\$103.813	\$115.525	\$1.144.000	0	1	\$1.363.338
0	\$0	\$190.000	\$0	\$0	0	4	\$760.000
0	\$0	\$514.800		\$0		1	\$514.800
3,5	\$18.875	\$66.063	\$55.600	\$728.000	0	1	\$849.663
10	\$18.875	\$188.750	\$115.525	\$145.000	0	1	\$449.275
5,5	\$18.875	\$103.813	\$39.385	\$224.200	0	2	\$734.795
4,5	\$18.875	\$84.938	\$33.000	0	0	4	\$471.752

#### **5.2.1.1.1 Engrase de válvulas**

Para llevar a cabo esta actividad debemos remitirnos al procedimiento para la ejecución de la misma que se encuentra en el **ANEXO 6 PROCEDIMIENTO PARA EL ENGRASE DE VALVULAS Y OPERADORES HIDRONEUMATICOS**. En este procedimiento nos indica que para la ejecución de la actividad se requieren un técnicos instrumentista y un ayudantes de instrumentación, además de esto señala que la duración de esta actividad es de una hora por válvula mas el tiempo empleado para llegar al sitio de trabajo y los materiales, equipos y herramientas sugeridos son, grasa sellante, Grasa resistente a altas temperaturas, Disolventes. Caja de herramientas. Elementos menores, como trapos etc. Revisando el **ANEXO 3 LISTA DE PRECIOS MANTENIMIENTO** podemos darnos cuenta que allí se encuentran relacionado los costos de de la hora de trabajo de un técnico su ayudante, además el valor de todos los materiales, equipos y herramientas necesarios para la ejecución de la actividad.

Teniendo en cuenta la frecuencia expuesta en la tabla 21 para la ejecución de este mantenimiento podemos calcular el costo anual generado por llevar a cabo esta actividad.

#### **5.2.1.1.2 Plan de mantenimiento actuadores**

El procedimiento para la ejecución de este mantenimiento se encuentra en el ANEXO 7. Según este procedimiento se requiere un instrumentista y un ayudante de instrumentación y el tiempo de duración es de 3 horas

incluyendo el tiempo de traslado al lugar de trabajo. El costo de la hora de trabajo de estos se encuentra en el ANEXO 3 LISTA DE PRECIOS MANTENIMIENTO 2008 CLIENTES. De acuerdo con el procedimiento los materiales a utilizar son: una caja de herramientas, explosímetro, grasa multipropósito, varsol, detector de fugas, cepillo de alambres, kit de reparación mayor, extintor, cámara fotográfica, trapos y vehículo.

Nota: el costo de las herramientas, equipos, materiales requerido también se pueden encontrar del ANEXO 3 PRECIOS MANTENIMIENTO 2008 CLIENTES.

Cabe destacar que teniendo en cuenta la frecuencia expuesta en la tabla 21 para la ejecución de este mantenimiento podemos calcular el costo anual generado por llevar a cabo esta actividad.

#### ***5.2.1.1.3 Plan de mantenimiento válvulas de bloqueo***

Como se muestra en la tabla 21 este plan de mantenimiento consta de dos actividades, el mantenimiento tipo I y Tipo II.

Estas son actividades ejecutadas a todo costo por parte de un contratista y tiene un valor fijo, por tal razón no se explica detalladamente el cálculo de estos costos Pero los podemos encontrar en el ANEXO 3 PRECIOS DE MANTENIMIENTO.

#### **5.2.1.1.4 Cambio batería Computador de Flujo**

El procedimiento para la ejecución de este mantenimiento se encuentra en el ANEXO 5. Según este se requiere un instrumentista y un ayudante de instrumentación el tiempo que se debe emplear es de 1 hora mas 3.5 hora para llegar el sitio de trabajo . El costo de la hora de trabajo de los técnicos y los materiales, equipos y herramientas se encuentra descritos en el ANEXO 3 LISTA DE PRECIOS MANTENIMIENTO 2008 CLIENTES. Los materiales y equipos necesarios para ejecutar esta actividad son: un batería de 12 V 7 A/H, Sello de seguridad, multímetro digital y vehículo. Teniendo en cuenta la frecuencia expuesta en la tabla 21 para la ejecución de este mantenimiento podemos calcular el costo anual generado por llevar a cabo esta actividad.

#### **5.2.1.1.5 Plan de mantenimiento actuadores**

El procedimiento para la ejecución de este mantenimiento se encuentra en el ANEXO 7. De acuerdo a este procedimiento se requiere un instrumentista y un ayudante de instrumentación, el número de horas estimadas para realizar este mantenimiento es de aproximadamente 8 horas mas las horas en transporte.

. El costo de la hora de trabajo de un técnico se encuentra en el ANEXO 3 LISTA DE PRECIOS MANTENIMIENTO 2008 CLIENTES. los materiales que se deben utilizar son: una caja de herramientas, explosímetro, grasa

multipropósito, varsol, detector de fugas, cepillo de alambres, kit de reparación mayor, extintor, cámara fotográfica, trapos y vehículo.

Nota: los costos de las herramientas, equipos, materiales y el personal requerido se tomaron del ANEXO 3 PRECIOS MANTENIMIENTO 2008 CLIENTES.

### **5.2.2 Válvula estación Mamonal**

En la tabla 22 se encuentran relacionadas cada una de las actividades con sus respectivas frecuencias de ejecución y el costo anual generado por la ejecución de las mismas.

Tabla 22 **Costos de las actividades en válvula estación Mamonal**

<b>Actividad</b>	<b>Costo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Costo a 5 años</b>
MANTENIMIENTO GENERAL DE LIMPIEZA DE LOTES	\$6.227.166	4 meses	\$31.135.830
MANTENIMIENTO GENERAL A ESTACIONES	\$2.596.051	3 años	\$2.596.051
PLAN DE MTTO ACTUADORES	\$1.401.250	3 meses inspeccion	\$7.006.250
	\$1.592.300	6 meses calibración	\$7.961.500
	\$1.023.025	12 meses mantenimiento	\$5.115.125

<b>Actividad</b>	<b>Costo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Costo a 5 años</b>
PLAN DE MTTO VALVULA DE BOLQUEO	\$2.280.000	tipo I mensual	\$11.400.000
	\$2.604.800	tipo II Anual	\$13.024.000
PLAN DE MTTO VALVULAS REGULADORAS	\$1.138.550	6 meses	\$5.692.750
ENGRASE DE VALVULAS 2 años	\$420.663	2 años	\$841.325
CAMBIO DISECANTE CONTROLADORES ELECTRONI	\$1.493.250	3 meses	\$7.466.250
CAMBIO BATERIA ACTUADOR	\$395.913	2 años	\$791.825
CAMBIO BATERIA COMPUTADOR DE FLUJO	\$395.913	2 años	\$791.825
MANTENIMIENTO MAYOR A ACTUADOR	\$2.043.963	6 años	\$2.043.963
CALIBRACION COMPUTADOR DE FLUJO	\$2.840.655	4 meses	\$14.203.275
<b>TOTAL</b>	<b>\$26.453.497</b>		<b>\$110.069.969</b>

### 5.2.2.1 Costo de la actividad

En esta fase mostraremos los costos generados por la ejecución de las actividades propuestas en el plan de mantenimiento de esta válvula.

Mano de obra			Materiales	Equipos	Otros	Frecuencia/año	Total(Peso col)
HORAS	Costo/hr	Costo total					
0	\$0	\$2.075.722	\$0	\$0	\$0	3	\$6.227.166
8	\$18.875	\$151.000	\$228.650	\$1.664.000	\$552.401	1	\$2.596.051
1,5	\$18.875	\$28.313	\$10.000	\$312.000	\$0	4	\$1.401.250
3	\$18.875	\$56.625	\$115.525	\$624.000	\$0	2	\$1.592.300
4	\$18.875	\$75.500	\$115.525	\$832.000	\$0	1	\$1.023.025
0	\$0	\$190.000	\$0	\$0	\$0	12	\$2.280.000
0	\$0	\$514.800	\$0	\$0	\$0	1	\$2.604.800
2	\$18.875	\$37.750	\$115.525	\$416.000	\$0	2	\$1.138.550
1,5	\$18.875	\$28.313	\$80.350	\$312.000	\$0	1	\$420.663
1,5	\$18.875	\$28.313	\$33.000	\$312.000	\$0	4	\$1.493.250
1,5	\$18.875	\$28.313	\$55.600	\$312.000	\$0	1	\$395.913
1,5	\$18.875	\$28.313	\$55.600	\$312.000	\$0	1	\$395.913
8,5	\$18.875	\$160.438	\$115.525	\$1.768.000	\$0	1	\$2.043.963
4	\$18.875	\$75.500	\$39.385	\$832.000	\$0	3	\$2.840.655

### 5.2.3 Válvula dique sur

En la tabla 23 se encuentran relacionadas cada una de las actividades con sus respectivas frecuencias de ejecución y el costo anual generado por la ejecución de las mismas.

Tabla 23 **Costos de las actividades en válvula Dique Sur**

Actividad	Costo	Frecuencia	Costo a 5 años
ENGRASE DE VALVULAS DE BLOQUEO	\$259.193	1 año	\$1.295.965
PLAN DE MTTO ACTUADORES	\$3.670.000	3 meses inspeccion	\$18.350.000
	\$2.726.675	6 meses calibración	\$13.633.375
	\$1.590.213	12 meses mtto	\$7.951.063
PLAN DE MTTO VALVULAS DE BLOQUEO	\$760.000	3 meses tipo I	\$3.800.000
	\$514.800	1 año Tipo II	\$2.574.000
CAMBIO DISECANTE CONTROLADORES ELECTRONI	\$2.821.500	4 meses	\$14.107.500
CAMBIO BATERIA ACTUADOR	\$963.100	2 años	\$1.926.200
MANTENIMIENTO MAYOR A ACTUADOR	\$2.611.150	6 años	\$2.611.150
<b>TOTAL</b>	<b>\$15.916.631</b>		<b>\$66.249.253</b>

### 5.2.3.1 Costo de la actividad

En esta fase mostraremos los costos generados por la ejecución de las actividades propuestas en el plan de mantenimiento de esta válvula.

Mano de obra			Materiales	Equipos	Otros	Frecuencia/año	Total
Horas	Costo/hr	Costo total					
5	\$18.875	\$94.375	\$80.350	\$84.468	0	1	\$259.193
4	\$18.875	\$75.500	\$10.000	\$832.000	0	4	\$3.670.000
5,5	\$18.875	\$103.813	\$115.525	\$1.144.000	0	2	\$2.726.675
6,5	\$18.875	\$122.688	\$115.525	\$1.352.000	0	1	\$1.590.213
0	\$0	\$190.000	\$0	\$0	0	4	\$760.000
0	\$0	\$514.800	\$0	\$0	0	1	\$514.800
4	\$18.875	\$75.500	\$33.000	\$832.000	0	3	\$2.821.500
4	\$18.875	\$75.500	\$55.600	\$832.000	0	1	\$963.100
11	\$18.875	\$207.625	\$115.525	\$2.288.000	0	1	\$2.611.150

#### 5.2.4 Válvula el Níspero

En la tabla 24 se encuentran relacionadas cada una de las actividades con sus respectivas frecuencias de ejecución y el costo anual generado por la ejecución de las mismas.

Tabla 24 **Costos de las actividades en válvula El Níspero**

Actividad	Costo	Frecuencia	Costo a 5 años
PLAN DE MTTO ACTUADORES	\$3.216.250	3 meses inspec.	\$ 16.081.250
	\$2.499.800	6 meses calib.	\$ 12.499.000
	\$1.476.775	12 meses mtto	\$ 7.383.875
PLAN DE MTTO VALVULAS DE BLOQUEO	\$760.000	3 meses tipo I	\$ 3.800.000
	\$514.800	Anual	\$ 2.574.000
MANTENIMIENTO MOTORES DE LAS VALVULAS	\$1.249.900	3 años	\$ 1.249.900
CAMBIO DISECANTE CONTROLADORES ELECTRONI	\$3.308.250	3 meses	\$ 16.541.250
CAMBIO BATERIA ACTUADOR	\$849.663	2 años	\$ 1.699.325
ENGRASE DE VALVULAS DE BLOQUEO	\$480.636	6 meses	\$ 2.403.180
<b>TOTAL</b>	<b>\$14.356.074</b>		<b>\$ 64.231.780</b>

### 5.2.4.1 Costo de la actividad

En esta fase mostraremos los costos generados por la ejecución de las actividades propuestas en el plan de mantenimiento de esta válvula.

Mano de obra			Materiales	Equipos	Otros	Frecuenci a/año	Total
Horas	Costo/hr	Producto					
3,5	\$18.875	\$66.063	\$10.000	\$728.000	0	4	\$3.216.250
5	\$18.875	\$94.375	\$115.525	\$1.040.000	0	2	\$2.499.800
6	\$18.875	\$113.250	\$115.525	\$1.248.000	0	1	\$1.476.775
0	\$0	\$190.000	\$0	\$0	0	4	\$760.000
0	\$0	\$514.800	\$0	\$0	0	1	\$514.800
5	\$18.875	\$94.375	\$115.525	\$1.040.000	0	1	\$1.249.900
3,5	\$18.875	\$66.063	\$33.000	\$728.000	0	4	\$3.308.250
3,5	\$18.875	\$66.063	\$55.600	\$728.000	0	1	\$849.663
4	\$18.875	\$75.500	\$80.350	\$84.468	0	2	\$480.636

### 5.2.5 Válvula palo alto

En la tabla 25 se encuentran relacionadas cada una de las actividades con sus respectivas frecuencias de ejecución y el costo anual generado por la ejecución de las mismas.

Tabla 25 **Costos de las actividades en válvula Palo Alto**

Actividad	Costo	Frecuencia	Costo a 5 años
PLAN DE MTTO ACTUADORES	\$2.762.500	3 meses inspeccion	\$13.812.500
	\$2.272.925	6 meses calibración	\$11.364.625
	\$1.363.338	12 meses mtto	\$6.816.688
PLAN DE MTTO VALVULAS DE BLOQUEO	\$760.000	3 meses tipo I	\$3.800.000
	\$514.800	Anual tipo II	\$2.574.000
CAMBIO DISECANTE CONTROLADORES ELECTRONI	\$2.854.500	3 meses	\$14.272.500
CAMBIO BATERIA ACTUADOR	\$736.225	2 años	\$1.472.450
ENGRASE DE VALVULAS DE BLOQUEO	\$480.636	6 meses	\$2.403.180
CAMBIO BATERIA COMPUTADOR DE FLUJO	\$736.225	2 años	\$1.472.450
MANTENIMIENTO MAYOR A ACTUADOR	\$2.384.275	6 años	\$2.384.275
CALIBRACION COMPUTADOR DE FLUJO	\$2.574.395	6 meses	\$12.871.975
<b>TOTAL</b>	<b>\$17.439.819</b>		<b>\$73.244.643</b>

### 5.2.5.1 Costo de la actividad

En esta fase mostraremos los costos generados por la ejecución de las actividades propuestas en el plan de mantenimiento de esta válvula.

Mano de obra			Materiales	Equipos	Otros	Frecuencia/año	Total
horas	Costo/hr	Producto					
3	\$18.875	\$56.625	\$10.000	\$624.000	\$0	4	\$2.762.500
4,5	\$18.875	\$84.938	\$115.525	\$936.000	\$0	2	\$2.272.925
5,5	\$18.875	\$103.813	\$115.525	\$1.144.000	\$0	1	\$1.363.338
0	\$0	\$190.000	\$0	\$0	\$0	4	\$760.000
0	\$0	\$514.800	\$0	\$0	\$0	1	\$514.800
3	\$18.875	\$56.625	\$33.000	\$624.000	\$0	4	\$2.854.500
3	\$18.875	\$56.625	\$55.600	\$624.000	\$0	1	\$736.225
4	\$18.875	\$75.500	\$80.350	\$84.468	\$0	2	\$480.636
3	\$18.875	\$56.625	\$55.600	\$624.000	\$0	1	\$736.225
10	\$18.875	\$188.750	\$115.525	\$2.080.000	\$0	1	\$2.384.275
5,5	\$18.875	\$103.813	\$39.385	\$1.144.000	\$0	2	\$2.574.395

### 5.2.6 Válvula Tolcementos

En la tabla 26 se encuentran relacionadas cada una de las actividades con sus respectivas frecuencias de ejecución y el costo anual generado por la ejecución de las mismas.

Tabla 26 **Costos de las actividades en válvula Tolcemento**

Actividad	Costo	Frecuencia	Costo a 5 años
PLAN DE MTTO ACTUADORES	\$5.031.250	3 meses inspeccion	\$25.156.250
	\$3.407.300	6 meses calibracion	\$17.036.500
	\$1.930.525	12 meses mtto	\$9.652.625
PLAN DE MTTO VALVULAS DE BLOQUEO	\$760.000	3 meses Tipo I	\$3.800.000
	\$514.800	Anual tipo II	\$2.574.000
CAMBIO DISECANTE CONTROLADORES ELECTRONI	\$5.123.250	3 meses	\$25.616.250
ENGRASE DE VALVULAS DE BLOQUEO	\$537.261	6 meses	\$2.686.305
MANTENIMIENTO MAYOR A ACTUADOR	\$2.951.463	6años	\$2.951.463
<b>TOTAL</b>	<b>\$20.255.849</b>		<b>\$89.473.393</b>

### 5.2.6.1 Costo de la actividad

En esta fase mostraremos los costos generados por la ejecución de las actividades propuestas en el plan de mantenimiento de esta válvula.

Mano de obra			Materiales	Equipos	Otros	Frecuencia/año	Total
Horas	Costo/hr	Producto					
5,5	\$18.875	\$103.813	\$10.000	\$1.144.000	\$0	4	\$5.031.250
7	\$18.875	\$132.125	\$115.525	\$1.456.000	\$0	2	\$3.407.300
8	\$18.875	\$151.000	\$115.525	\$1.664.000	\$0	1	\$1.930.525
0	\$0	\$190.000	\$0	\$0	\$0	4	\$760.000
0	\$0	\$514.800	\$0	\$0	\$0	1	\$514.800
5,5	\$18.875	\$103.813	\$33.000	\$1.144.000	\$0	4	\$5.123.250
5,5	\$18.875	\$103.813	\$80.350	\$84.468	\$0	2	\$537.261
12,5	\$18.875	\$235.938	\$115.525	\$2.600.000	\$0	1	\$2.951.463

### 5.2.7 Válvula Filadelfia

En la tabla 27 se encuentran relacionadas cada una de las actividades con sus respectivas frecuencias de ejecución y el costo anual generado por la ejecución de las mismas.

Tabla 27 **Costos de las actividades en válvula Filadelfia**

Actividad	Costo	Frecuencia	Costo a 5 años
PLAN DE MTTO ACTUADORES	\$4.123.750	3 meses inspeccion	\$20.618.750
	\$2.953.550	6 meses calibracion	\$14.767.750
	\$1.703.650	12 meses mtto	\$8.518.250
PLAN DE MTTO VALVULAS DE BLOQUEO	\$760.000	3 meses Tipo I	\$3.800.000
	\$514.800	Anual Tipo II	\$2.574.000
CAMBIO DISECANTE CONTROLADORES ELECTRONI	\$4.215.750	3 meses	\$21.078.750
CAMBIO BATERIA ACTUADOR	\$1.076.538	2 años	\$5.382.688
ENGRASE DE VALVULAS DE BLOQUEO	\$499.511	6 meses	\$2.497.555
<b>TOTAL</b>	<b>\$15.847.549</b>		<b>\$79.237.743</b>

### 5.2.7.1 Costo de la actividad

En esta fase mostraremos los costos generados por la ejecución de las actividades propuestas en el plan de mantenimiento de esta válvula.

Mano de obra			Materiales	Equipos	Otros	Frecuencia/año	Total
horas	Costo/hr	Producto					
4,5	\$18.875	\$84.938	\$10.000	\$936.000	\$0	4	\$4.123.750
6	\$18.875	\$113.250	\$115.525	\$1.248.000	\$0	2	\$2.953.550
7	\$18.875	\$132.125	\$115.525	\$1.456.000	\$0	1	\$1.703.650
0	\$0	\$190.000	\$0	\$0	\$0	4	\$760.000
0	\$0	\$514.800	\$0	\$0	\$0	1	\$514.800
4,5	\$18.875	\$84.938	\$33.000	\$936.000	\$0	4	\$4.215.750
4,5	\$18.875	\$84.938	\$55.600	\$936.000	\$0	1	\$1.076.538
4,5	\$18.875	\$84.938	\$80.350	\$84.468	\$0	2	\$499.511

## **6 CÁLCULOS DE NUEVAS FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO**

En este capítulo se analizará las actuales frecuencias de mantenimiento en las válvulas de seccionamiento, City Gate y estaciones, Se buscará una frecuencia óptima a los mantenimientos basándonos en datos estadísticos de fallas, análisis de resultados obtenidos de la ejecución de algunas actividades en el último año y procedimientos suministrados por la empresa PROMIGA S.A

### **6.1 Cálculo de nuevas frecuencias para estaciones, city gate y válvulas de seccionamiento.**

Revisando las tablas 1, 3 y 5 podemos observar que los sistemas mecánicos que conforman las estaciones KM 0 del gasoducto son los mismos de igual forma las observando las tablas 2, 4 y 6 evidenciamos que en las City Gate los elementos mecánicos también son similares, en el capítulo 5 podemos darnos cuenta que las actividades del plan de mantenimiento en las estaciones son las mismas de igual forma en las City Gates.

Teniendo en cuenta este detalle hallaremos la frecuencia para cada una de las actividades que se ejecutan en la estación Turbana, en la City Gate Turbana y en la válvula de seccionamiento dique Norte y esta se aplicará para las estaciones, City Gates y válvulas restantes.

### **6.1.1 Estación Turbana Km. 0**

A continuación se propondrá una nueva frecuencia para la ejecución de las diferentes actividades estipulas en el plan de mantenimiento de la estación KM 0 Turbana. Ver tabla 15

#### **6.1.1.1 Inspección de estaciones y city gate**

De acuerdo a las inspecciones realizadas a esta estación en el ultimo año (Ver actas de inspección) ANEXO 8 podemos darnos cuenta que los cambios o anomalías reportadas mensualmente en la estación son nulos. Además de esto en cada actividad que se realiza en la estación se debe ejecutar una inspección, teniendo en cuenta esto podemos concluir que no se hace necesaria una inspección mensual y proponemos una frecuencia de 4 meses para la ejecución de esta actividad.

### **6.1.1.2 *Inspección de filtros***

Se sugiere la ampliación de la frecuencia de esta actividad ya que teniendo en cuenta las inspecciones realizadas en el último año ANEXO 9 podemos darnos cuenta que en repetidas ocasiones los filtros se observaron limpios y secos lo cual nos demuestra que no es necesaria la ejecución del trabajo. Tomando como referencia los resultados obtenidos con la ejecución de esta actividad podemos ampliar la frecuencia de esta actividad y proponer su ejecución cada 8 meses.

### **6.1.1.3 *Mantenimiento general de estaciones***

Esta actividad se debe seguir ejecutando cada tres años como se viene ejecutando actualmente. Se sugiere realizar algunas modificaciones en el procedimiento del ANEXO 4 ya que revisando este podemos observar que dentro de las actividades que no se deben ejecutar se encuentra la inspección de filtro ya que si se ejecuta esta estaríamos cayendo en un sobre mantenimiento ya que esta actividad se ejecuta individualmente como lo podemos observar en la tabla 15.

#### **6.1.1.4 *Plan de mantenimiento de estaciones***

El plan de mantenimiento de estación consta fundamentalmente de dos actividades, el mantenimiento tipo I y el mantenimiento tipo II los cuales fueron definidos con anterioridad en el capítulo 2

##### **6.1.1.4.1 *Mantenimiento tipo I***

Revisando las actas de inspección de la estación ANEXO 1 se puede evidenciar que no se reporta que la estación se encuentre sucia y que necesite limpieza. Además de esto teniendo en cuenta el ANEXO 4 manual de especificaciones técnicas del mantenimiento preventivo locativo en el numeral 6.3.3 Procedimiento de mantenimiento tipo I se expresa claramente que el contratista debe aplicar un matamalezas que garantice que esta no debe crecer en un periodo no menor a 3 meses, a raíz de esto podemos ampliar esta frecuencia a 4 meses y así se puede garantizar que la estación se mantendrá limpia.

#### **6.1.1.4.2 *Mantenimiento tipo II***

Observando el ANEXO 4 del manual de especificaciones técnicas del mantenimiento preventivo locativo numeral 6.4 nos podemos dar cuenta que el mantenimiento tipo II se debe ejecutar en el mantenimiento general de la estación, con esto podemos proponer que el mantenimiento tipo II se realice cuando se ejecute el mantenimiento general y no anualmente como se viene haciendo actualmente, además de esto con las inspecciones realizadas no se reporta deterioro en el recubrimiento de la tubería, accesorios y el cerramiento de la estación. Ver ANEXO 8 por lo tanto no amerita que se realice esta actividad anualmente sino que se ejecute solamente con el mantenimiento general de la estación.

## **6.2 City Gate Turbana**

Revisando las tablas 15 y 17 Podemos evidenciar que existen actividades similares en el plan de mantenimiento de la estación KM 0 y la City Gate Turbana, teniendo en cuenta esto asumimos la misma frecuencia para estas actividades y procedemos a proponer una nueva frecuencia para las actividades que no se encuentran repetidas.

### **6.2.1 *Calibración de computador de flujo***

Como este es un elemento crítico y el cliente exige que se le garantice que los consumos que se reporten sean lo más ajustados a la realidad, no hay posibilidad de modificar esta frecuencia porque el cliente es el encargado de fijarla. Por tal motivo esta calibración se debe seguir ejecutando cada seis meses como se viene realizando actualmente.

### **6.2.2 *Calibración y mantenimiento válvula de seguridad***

Esta actividad por la normatividad colombiana y para garantizar la seguridad de la estación se debe ejecutar anualmente.

### **6.2.3 *Calibración de elemento primario***

De igual forma que con el computador de flujo por exigencia del cliente para garantizar la veracidad del consumo del cliente ya que este lo exige, esta actividad se debe seguir ejecutando como se viene haciendo actualmente cada 2 años.

#### **6.2.4 Cambio de batería del computador de flujo**

Revisando el procedimiento de la calibración del computador de flujo ANEXO 5 encontramos que dentro de las actividades que se deben ejecutar se encuentra la inspección de la batería. Teniendo en cuenta esto podemos eliminar esta actividad ya que cada seis meses que se realiza la calibración del computador de flujo se monitorea la carga de la batería, siendo así esta actividad podemos realizarla como un mantenimiento de oportunidad cuando se ejecute la calibración del computador de flujo.

### **6.3 Válvula de seccionamiento Dique Norte**

En esta etapa propondremos una nueva frecuencia para la ejecución de las diferentes actividades estipuladas en el plan de mantenimiento de la válvula de seguridad Dique Norte. Ver tabla 21

#### **6.3.1 Engrase de válvula de bloqueo**

Para determinar una frecuencia óptima para la ejecución de esta actividad se utilizaron datos genéricos del comportamiento típico de equipos en base a información tomada de OREDA, Reliability HandBook.

Inicialmente se obtuvo el valor mas bajo o conservador de numero de horas a la cual ocurre una falla del la tabla 28 la cual muestra que para un valor bajo (lower) para la válvula de bloqueo. La rata de falla es de  $0.0019 \times 10^6$  horas, lo que indica que al pasar este tiempo posiblemente se presentara una falla.

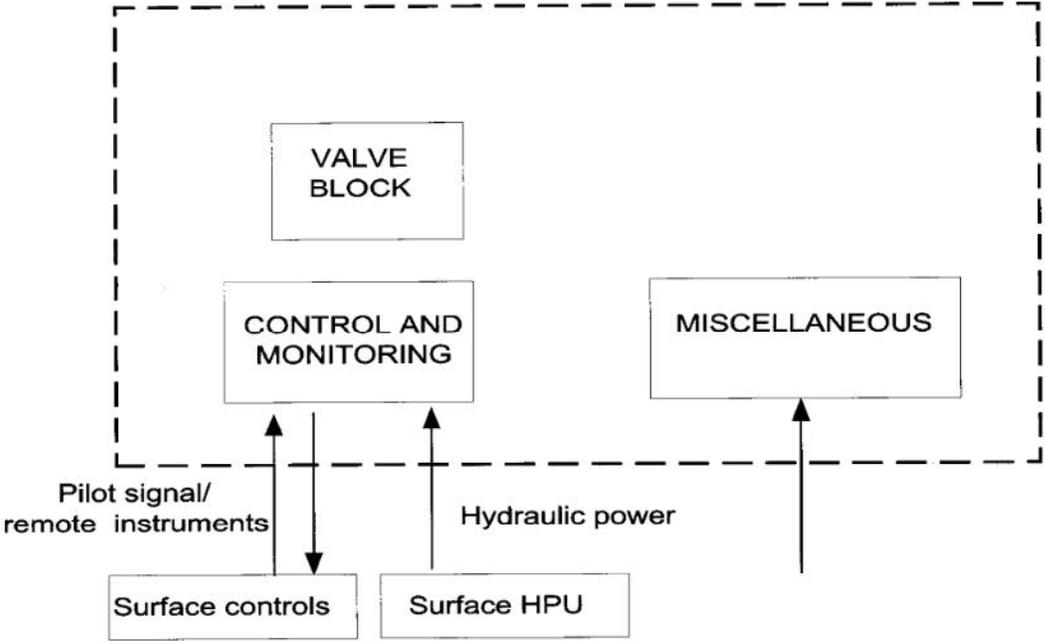
Para determinar la nueva frecuencia procedemos a convertir  $0.0019 \times 10^6$  horas a meses de la siguiente manera:

$\gamma$  = Rata de falla

$$\gamma = 0.0019 \times 10^6 \text{ horas} \times \frac{1 \text{ dia}}{24 \text{ horas}} \times \frac{1 \text{ mes}}{30 \text{ dias}} = 26.4 \text{ meses}$$

Comparando este valor con la frecuencia actual de mantenimiento la cual es de 12 meses observamos que el valor suministrado por OREDA es mucho mayor al mantenimiento actual por lo que es recomendable aumentar esta frecuencia a 18 meses que seria una frecuencia conservadora y así garantizamos que la válvula no falle.

Figura 14



## Válvula de Bloqueo

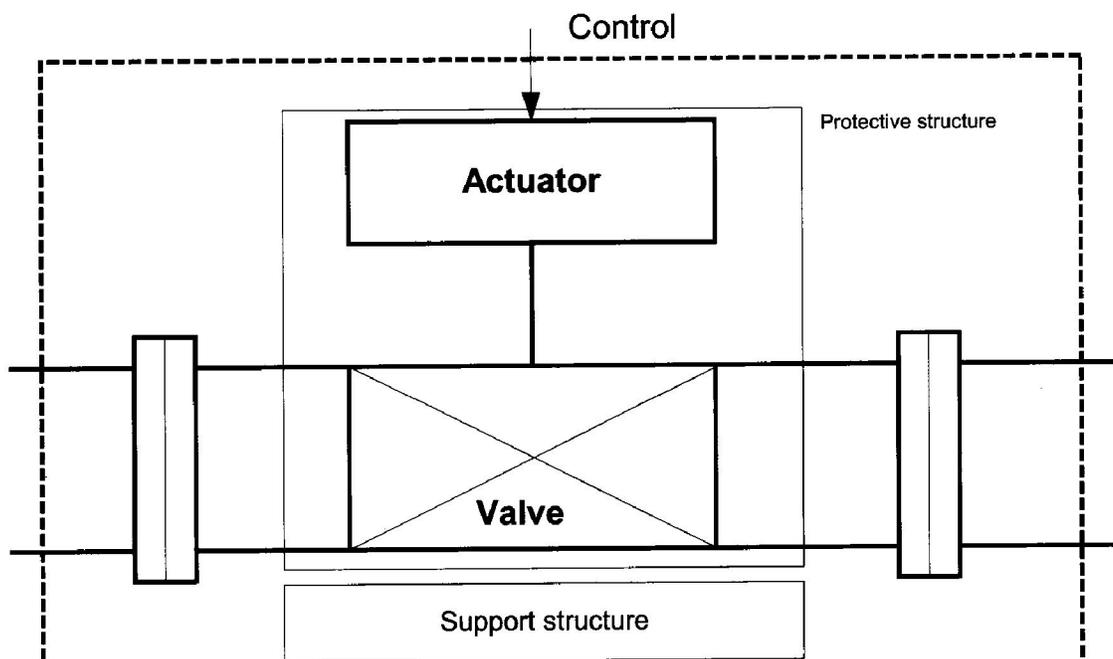
TABLA 28 Rata de falla para válvula de bloqueo

Taxonomy no		Item												
Population		Installations		Running tool							Aggregated time in service (10 <sup>6</sup> hours)			
6		2		Failure data					Calendar time 0.3032					
Component	No of units	Severity class					Failure rate (per 10 <sup>6</sup> hours).					Active repair time (hours)		
		#	C	D	I	U	Lower	Mean	Upper	SD	n/τ	Mean		
<b>Control &amp; monitoring</b>	<b>6</b>	<b>2</b>			<b>2</b>		<b>0.5495</b>	<b>6.0086</b>	<b>16.4134</b>	<b>5.2628</b>	<b>6.5959</b>	<b>40</b>		
Accumulator – subsea	1*						0.0031	0.7785	2.9583	1.1010	-			
Junction plate w/couplers	7	2			2		0.2438	5.1754	15.6890	5.2628	5.9221	40		
Pilot control valve	1						0.0290	7.2466	27.5370	10.2482	-			
Umbilical	1						0.0290	7.2466	27.5370	10.2482	-			
Other	1						0.0290	7.2466	27.5370	10.2482	-			
<b>Valve block</b>	<b>2</b>	<b>1</b>			<b>1</b>		<b>0.1312</b>	<b>10.5391</b>	<b>37.0168</b>	<b>13.1569</b>	<b>11.3323</b>			
Main block	1						0.0290	7.2466	27.5370	10.2482	-			
Valve, process isolation	4*						0.0019	0.4628	1.7587	0.6545	-			
Valve, shear	5	1			1		0.1174	3.9712	12.7690	4.3856	4.3435			
Other	1						0.0290	7.2466	27.5370	10.2482	-			
<b>Miscellaneous</b>	<b>6</b>	<b>1</b>			<b>1</b>		<b>0.3345</b>	<b>3.1344</b>	<b>8.3189</b>	<b>2.6314</b>	<b>3.2979</b>	<b>36</b>		
Connector	6	1			1		0.3345	3.1344	8.3189	2.6314	3.2979	36		
Soft landing system	3						0.0070	1.7607	6.6908	2.4900	-			
Other	1						0.0290	7.2466	27.5370	10.2482	-			
<b>Equipment level</b>	<b>6</b>	<b>4</b>			<b>4</b>		<b>0.7835</b>	<b>11.2412</b>	<b>32.1558</b>	<b>10.5256</b>	<b>13.1918</b>	<b>38</b>		
<b>Comments</b>														
For components with no failures, n is set to 0.5 based on a non-informative prior.														
* Mean failure for the common component is used in the estimator.														

### 6.3.2 Plan de mantenimiento actuador

La siguiente figura muestra el actuador y su relación con la válvula.

Figura 15



#### Actuador

Para determinar una frecuencia óptima en este equipo, se utilizaron datos genéricos del comportamiento típico de equipos en base a información tomada de OREDA, Reliability HandBook, la cual clasifica los actuadores como subsea insulation system.

Inicialmente se obtuvo el valor mas bajo o conservador de numero de horas a la cual ocurre una falla del la tabla 30 la cual muestra que para un valor bajo (lower). La rata de falla es de  $0.0003 \times 10^6$  horas, lo que indica que al pasar este tiempo se presentara una falla.

Para determinar la nueva frecuencia procedemos a convertir  $0.0003 \times 10^6$  horas a meses de la siguiente manera:

$\gamma$  = Rata de falla

$$\gamma = 0.0003 \times 10^6 \text{ horas} \times \frac{1 \text{ dia}}{24 \text{ horas}} \times \frac{1 \text{ mes}}{30 \text{ dias}} = 4.2 \text{ meses}$$

Este valor indica que probablemente cada 4.2 mese se presente una falla en el equipo.

Remitiéndonos al mantenimiento actual del actuador encontramos que la frecuencia para inspección es de 3 meses lo que indica que se puede extender esta frecuencia a 4 meses debido a que la falla podría presentarse a los 4.2 meses.

Lo mismo ocurriría con la calibración y mantenimiento del Actuador los cuales actualmente tiene una frecuencia de 6 y 12 mese respectivamente extendiéndose a 8 y 16 meses ya que en las ultimas calibraciones se mostró que las variaciones son casi nulas y no hubo necesidad de realizarla y teniendo en cuenta que la segunda inspección se realizara con la calibración y la cuarta inspección se realizara con el mantenimiento.

Tabla 29 Rata de falla para actuador

Taxonomy no		Item Pipeline – SSIV										
Population	Installations						Aggregated time in service (10 <sup>6</sup> hours)					
85	32	Failure data					Calendar time 2.3683					
Component	No of units	#	Severity class				Failure rate (per 10 <sup>6</sup> hours).					Active repair time (hours)
			C	D	I	U	Lower	Mean	Upper	SD	n / τ	Mean
Subsea isolation system	85	9		5	4	0.0000	3.0865	17.8947	9.6702	3.8001	29	
Valve, subsea isolation	146	9		5	4	0.0003	2.0040	9.0202	3.5684	2.5014	36	
<b>Equipment level</b>	<b>85</b>	<b>9</b>		<b>2</b>	<b>6</b>	<b>0.0000</b>	<b>3.0865</b>	<b>17.8947</b>	<b>9.6702</b>	<b>3.8001</b>	<b>29</b>	
<b>Comments</b>												

### 6.3.3 Plan de mantenimiento válvula de bloqueo

El plan de mantenimiento de válvula de bloqueo consta fundamentalmente de dos actividades, el mantenimiento tipo I y el mantenimiento tipo II los cuales fueron definidos con anterioridad en el capítulo 2.

#### **6.3.3.1 *Mantenimiento tipo I y tipo II***

Como se explico anteriormente en el mantenimiento tipo I y Tipo II de las estaciones y City Gate para esta actividad se tomara la misma frecuencia para el mantenimiento tipo I, la diferencia es que para el caso de las válvula de seccionamiento no ejecuta mantenimiento general de la estación, teniendo en cuenta esto y revisando el comportamiento de las otras estaciones se puede proponer que el mantenimiento tipo II se ejecute cada tres años como se ejecutara en las estaciones con el mantenimiento general.

#### **6.3.4 *Plan de mantenimiento mayor actuador***

Se recomienda sacar esta actividad del plan de mantenimiento, como se puede observar en la tabla 21 actualmente se esta realizando un plan de mantenimiento con el actuador donde se realizan inspecciones, calibraciones y un mantenimiento general. Realizar esta actividad seria ejecutar un sobremantenimiento en el actuador ya que este trabajo consiste en ejecutar una inspección, calibración, mantenimiento general.

## **7. CALCULO DE NUEVOS PRECIOS DEL MANTENIMIENTO**

Teniendo en cuenta que el gasoducto se compone de tres estaciones Km. 0 tres City Gates y siete válvulas de seccionamiento, en las cuales las actividades de mantenimiento que se ejecutan son muy similares. Decidimos mostrar solamente una tabla para cada una de estas y de esa manera resumir nuestro trabajo.

### **7.1 Estación Turbana Km. 0**

Teniendo en cuenta las frecuencias propuestas en el capítulo 6 para la estación KM 0 Turbana, procedemos a calcular el nuevo costo anual generado por la ejecución de cada una de las actividades de mantenimiento en dicha estación.

En la tabla 30 mostraremos relacionadas las actividades de mantenimiento con los respectivos costos anuales generados por su ejecución.

Tabla 30 **Nuevos costos de mantenimiento en Turbana Km.0**

<b>Actividad</b>	<b>Costo anual</b>	<b>Nueva Frecuencia</b>	<b>Costo a 5 años</b>
Inspección de estaciones y City Gates	\$170.955	4 meses	\$854.775
Inspección de filtros	\$273.655	8 meses	\$1.368.275
Mantenimiento general a estaciones	\$1.140.051	3 años	\$1.140.051
Plan de mnto de estaciones	\$495.204	mantto tipo I trimestral	\$2.476.020
	\$0	Se ejecuta con mantto general de estaciones	\$0
<b>Total costo</b>	<b>\$2.079.865</b>		<b>\$5.839.121</b>

### **7.1.1 *Calculo de nuevo costo anual para las actividades de mantenimiento***

Para calcular los costos anuales de cada una de las actividades tomamos como referencia el valor de las actividad calculado en el capitulo 5. Ver tabla 15. De acuerdo a esto luego dividimos el costo anual de la actividad

con la frecuencia mostrada para dicha actividad y así obtenemos el costo de la actividad. Luego el costo de la actividad lo multiplicamos con la frecuencia propuesta para esta actividad en el capítulo 6 y así obtenemos el nuevo costo anual.

## 7.2 City Gate Turbana

Teniendo en cuenta las frecuencias propuestas en el capítulo 6 para la City Gate Turbana, procedemos a calcular el nuevo costo anual generado por la ejecución de cada una de las actividades de mantenimiento en dicha estación.

En la tabla 31 mostraremos relacionadas las actividades de mantenimiento con los respectivos costos anuales generados por su ejecución.

Tabla 31 **Nuevos costos de mantenimiento City Gate Turbana**

Actividad	Costo anual	Frecuencia	Costo a 5 años
Inspección de estaciones y City Gates	\$193.340	4 meses	\$966.700
Calibración computador de flujo	\$378.620	Semestral	\$1.893.100
Inspección de filtros	\$285.655	8 meses	\$1.999.585
Mantenimiento general a estaciones	\$1.737.624	3 años	\$1.737.624

Actividad	Costo anual	Frecuencia	Costo a 5 años
Plan de mtto de estaciones	\$853.545	mantto tipo I 4 meses,	\$4.267.725
	\$0	Se ejecuta con el mantenimiento general de la estación	\$0
Lubricación medidores y limpieza lóbulos	\$358.900	semestral	\$1.794.500
Calibración y mtto válvulas seguridad	\$226.125	Anual	\$1.130.625
Calibración del elemento primario	\$816.000	2 años	\$1.632.000
Cambio batería computador de flujo	\$0	Se realiza mantenimiento de oportunidad junto con la calibración	\$0
costo total	\$4. 849.809		\$14.850.549

### **7.2.1 *Calculo de nuevo costo anual para las actividades de mantenimiento city gate Turbana.***

Para calcular los costos anuales de cada una de las actividades tomamos como referencia el valor de las actividad calculado en el capitulo 5. Ver tabla 17

De acuerdo a esto luego dividimos el costo anual de la actividad con la frecuencia mostrada para dicha actividad y así obtenemos el costo de la actividad.

Luego el costo de la actividad lo multiplicamos con la frecuencia propuesta para esta actividad en el capitulo 6 y así obtenemos el nuevo costo anual.

### **7.3 Válvula de seccionamiento dique norte**

Teniendo en cuenta las frecuencias propuestas en el capitulo 6 para la válvula de seccionamiento Dique Norte, procedemos a calcular el nuevo costo anual generado por la ejecución de cada una de las actividades de mantenimiento en dicha estación.

En la tabla 32 mostraremos relacionadas las actividades de mantenimiento con los respectivos costos anuales generados por su ejecución.

**Tabla 32 Nuevos costos de mantenimiento en válvula Dique Norte**

<b>Actividad</b>	<b>Costo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Costo a 5 años</b>
ENGRASE DE VALVULAS DE BLOQUEO	\$240.318	18 meses	\$720.954
PLAN DE MTTO ACTUADORES	\$2.071.875	4meses inspección	\$10.359.375
	\$1.136.463	8 meses calibración	\$7.955.241
	\$1.363.338	16 meses mtto	\$4.090.014
PLAN DE MTTO VALVULAS DE BLOQUEO	\$570.000	4meses tipo I	\$2.850.000
	\$514.800	anual tipo II	\$1.290.600
CAMBIO BATERIA COMPUTADOR DE FLUJO	\$0	Se ejecutara mantto de oportunidad junto con calibración computador de flujo	\$0
MANTENIMIENTO MAYOR A ACTUADOR	\$0	Se eliminara esta actividad ya que se esta ejecutando un plan de mantto para el actuador	\$0
CALIBRACION COMPUTADOR DE FLUJO	\$734.795	6 meses	\$3.673.975
CAMBIO DISECANTE CONTROLADORES ELECTRONI	\$0	Se ejecutara mantto de oportunidad junto con calibración computador de flujo	\$0
<b>TOTAL</b>	<b>\$6.631.588</b>		<b>\$30.679.159</b>

### **7.3.1 Calculo de nuevo costo anual para las actividades de la válvula Dique Norte.**

Para calcular los costos anuales de cada una de las actividades tomamos como referencia el valor de las actividad calculado en el capitulo 5. Ver tabla 21

De acuerdo a esto luego dividimos el costo anual de la actividad con la frecuencia mostrada para dicha actividad y así obtenemos el costo de la actividad.

Luego el costo de la actividad lo multiplicamos con la frecuencia propuesta para esta actividad en el capitulo 6 y así obtenemos el nuevo costo anual.

## 8 COMPARACIÓN DE COSTOS DE MANTENIMIENTO

En este capítulo mostraremos un paralelo entre los costos que se generan con la ejecución del plan de mantenimiento actual, y los que se podrían generar si se tienen en cuenta las modificaciones propuestas en mantenimiento del gasoducto Mamonal – Sincelejo.

### 8.1 Comparación de costos estación Turbana Km. 0

En el siguiente cuadro vemos el costo que genera actualmente se genera con la puesta en práctica del plan de mantenimiento actual y los que se podrían obtener si se tiene en cuenta nuestra propuesta.

<b>Costo Anual Actual</b>	<b>Costo Anual Propuesto</b>	<b>Ahorro Obtenido</b>	<b>Porcentaje de ahorro</b>
<b>\$3.583.854</b>	<b>\$2.079.865</b>	<b>\$1.503.989</b>	<b>41%</b>

Analizando el cuadro anterior es evidente el ahorro que se pueden obtener en esta estación. Teniendo en cuenta que el gasoducto esta compuesto por tres estaciones Km. 0 podemos asumir que se obtendrá un ahorro similar en las estaciones KM. 0 de San Onofre y María la baja, ya

estas poseen los mismos accesorios y tienen asignado un plan de mantenimiento similar.

Haciendo el calculo el valor del ahorro obtenido en las estaciones Km. 0 del gasoducto es de aproximadamente \$ 4.411.967

## 8.2 Comparación de costos City Gate Turbana

En el siguiente cuadro vemos el costo que genera actualmente se genera con la puesta en práctica del plan de mantenimiento actual y los que se podrían obtener si se tiene en cuenta nuestra propuesta.

<b>Costo Anual Actual</b>	<b>Costo Anual Propuesto</b>	<b>Ahorro Obtenido</b>	<b>Porcentaje de ahorro</b>
<b>\$7.205.246</b>	<b>\$4.849.809</b>	<b>\$2.355.437</b>	<b>32%</b>

Analizando la tabla anterior es evidente el ahorro que se pueden obtener en esta estación. Teniendo en cuenta que el gasoducto esta compuesto por tres City Gate podemos asumir que se obtendrá un ahorro similar en las

City Gate San Onofre y María la baja, ya estas poseen los mismos accesorios y tienen asignado un plan de mantenimiento similar. Haciendo el calculo el valor del ahorro obtenido en las City Gates del gasoducto es de aproximadamente \$ 7.066.311

### **8.3 Comparación de costos Válvula Dique Norte**

En el siguiente cuadro vemos el costo que genera que actualmente se genera con la puesta en práctica del plan de mantenimiento actual y los que se podrían obtener si se tiene en cuenta nuestra propuesta.

<b>Costo Anual Actual</b>	<b>Costo Anual Propuesto</b>	<b>Ahorro Obtenido</b>	<b>Porcentaje de ahorro</b>
<b>\$10.418.363</b>	<b>\$6.631.588</b>	<b>\$3.786.775</b>	<b>36%</b>

Analizando la tabla anterior es evidente el ahorro que se pueden obtener en esta válvula de seccionamiento. Teniendo en cuenta que el gasoducto esta compuesto por siete válvulas de seccionamiento, podemos asumir que se obtendrá un ahorro similar en todas las válvulas, ya que estas poseen los mismos accesorios y tienen asignado un plan de mantenimiento similar. Haciendo el calculo el valor del ahorro obtenido en las válvulas de seccionamiento del gasoducto es de aproximadamente \$ 26.507.425.

## **CONCLUSIONES**

Es evidente el ahorro que se puede obtener con la implementación de esta propuesta, ya que se evaluaron muchos procedimientos y se detectaron actividades que podían ser ejecutadas dentro de otras actividades.

Con este trabajo podemos concluir que La propuesta utilizada para la optimización del mantenimiento explicada en esta monografía. Puede ser exitosa si se pone en práctica y perfeccionada con el tiempo solo si la experiencia adquirida en su aplicación es cada vez mayor.

Pudimos mostrar la necesidad de hacer un estudio especializado para determinar la fiabilidad de los equipos, ya que en base a los datos genéricos de comportamiento de fallas de OREDA y las actas de ejecución de las actividades del plan de mantenimiento actual del gasoducto se observa que las frecuencias que se están utilizando actualmente no son las más adecuadas.

En el plan de mantenimiento que se esta ejecutando actualmente en el gasoducto Mamonal – Sincelejo de Promigas S.A. tiene algunas falencias que se está traduciendo en sobre costo, ya que algunas actividades se están realizando en repetidas ocasiones.

Si se pone en practica esta propuesta se pueden obtener unas ganancias significas en la empresa ya se disminuirían los costos operacionales del gasoducto.

## BIBLIOGRAFÍA

- Charles H. KEPNER Y Benjamin B. TREGOE. EL NUEVO DIRECTIVO NACIONAL. Ciudad: casa editora
- SINTEF offshore. (2002). reliability data handbook 4th edition. OREDA
- Procedimiento de inspección y mantenimiento de filtro. Autor: Walter Aparicio-PROMIGAS S.A
- Procedimiento calibración y comprobación de computadores de flujo. Autor: José Romero Salazar-PROMIGAS S.A
- Manual de especificaciones técnicas del mantenimiento preventivo locativo. Autor: Orlando ferrans-PROMIGAS S.A
- Procedimiento de recorrido para detección de fugas. Autor: Campo Mosquera-PROMIGAS S.A
- Procedimiento para la inspección de estaciones (City Gate). Autor: Antoliano Mejía-PROMIGAS S.A
- Procedimiento para el mantenimiento mayor de los actuadores Bettis 43DH. Autor: Campo Elias Mosquera- PROMIGAS S.A
- Procedimiento para el engrase de válvulas y operadores hidroneumáticos. Autor: Walter Aparicio- PROMIGAS S.A

# ANEXOS

## ANEXO 1: PROCEDIMIENTO PARA INSPECCION DE CITY GATE

 <b>Promigas</b>	<b>Procedimiento para Inspección de Estaciones (City Gates)</b>	
<b>Versión:</b> 2	<b>Código:</b> PPTI-420	<b>Estado:</b> V
<b>Elaboró:</b> Antonio Mejía C.	<b>Revisó:</b> Antonio Mejía C.	<b>Aprobó:</b> Carlos Moreno A.
<b>Cargo:</b> Coordinador (Distrito Cartagena)	<b>Cargo:</b> Coordinador (Distrito Cartagena)	<b>Cargo:</b> Gerente de Mantenimiento

### Tabla de Contenido

1. Objeto
2. Alcance
3. Definiciones
4. Condiciones Generales
  - 4.1 Prerrequisitos
  - 4.2 Materiales, Equipos y Herramientas Requeridos
  - 4.3. Seguridad y Condiciones Ambientales
  - 4.4 Documentos de Referencia
5. Contenido
  - 5.1 Procedimientos
  - 5.2 Personal Requerido
  - 5.3 Tiempo Estimado de Duración
6. Anexos
7. Control de Cambios

	<b>Procedimiento para Inspección de Estaciones (City Gates)</b>	
	<b>Versión: 2</b> Elaboró: Antoliano Mejía C. Cargo: Coordinador (Distrito Cartagena)	<b>Código: PPTI-420</b> Revisó: Antoliano Mejía C. Cargo: Coordinador (Distrito Cartagena)

## 1. OBJETO

Inspeccionar las estaciones (city gates), a fin de determinar su estado y apariencia, establecer necesidades de mantenimiento (tipo 1, tipo 2 o especiales) y asegurar que permanezcan en condiciones ideales de conservación, presentación y uso.

## 2. ALCANCE

Aplica para todas las estaciones (city gates) o estaciones de regulación y medición de Promigas.

## 3. DEFINICIONES

- **Válvula de seguridad:** Elemento que permite el alivio de la presión de un recipiente o gasoducto, en caso de una sobrepresión.
- **Actuador:** Elemento final de control que puede ser hidráulico, neumático o electrónico, cuya función es comandar el cierre o la apertura de una válvula.
- **Contador de diafragma:** Medidor de desplazamiento positivo con un volumen aforado en su interior, cuya función es llenar y desalojar éste en un tiempo determinado. La capacidad de este medidor se determina según el número de veces que se llene y entregue dicho volumen. El movimiento es transmitido por un mecanismo de engranajes a un dispositivo de lectura.

## 4. CONDICIONES GENERALES

### 4.1 PRERREQUISITOS

- Orden de Trabajo.
- Conocer las condiciones contractuales de los contratos de mantenimiento preventivo vigentes en cada distrito.

		<b>Procedimiento para Inspección de Estaciones (City Gates)</b>	
<b>Versión:</b> 2		<b>Código:</b> PPTI-420	
<b>Elaboró:</b> Antofano Mejía C.		<b>Revisó:</b> Antofano Mejía C.	
<b>Cargo:</b> Coordinador (Distrito Cartagena)		<b>Cargo:</b> Coordinador (Distrito Cartagena)	
		<b>Estado:</b> V	
		<b>Aprobó:</b> Carlos Moreno A.	
		<b>Cargo:</b> Gerente de Mantenimiento	

#### 4.2 MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS REQUERIDOS

- Cámara fotográfica (óptica o digital)
- Vehículo
- Explosímetro o detector de gas (Flame Pack)
- Palanca de uña curva (para levantar la tapa del registro del drenaje del filtro)
- Material absorbente Biomátrix

#### 4.3 SEGURIDAD Y CONDICIONES AMBIENTALES

- El personal que participe en la ejecución de los trabajos debe conocer y aplicar los estándares de seguridad y manejo ambiental establecidos.
- Los equipos y herramientas que se utilicen sólo pueden ser operados por personas que tengan el nivel de competencias requerido para el manejo de los mismos.
- El equipo detector flame pack no debe ser usado en el interior de sitios cerrados o semicerrados, por el riesgo de explosión que podría ocasionarse.
- Cuando se realice prueba de funcionamiento a los diferentes equipos de la instalación, el personal debe evitar colocarse en dirección de la salida del flujo o recorrido del gas.
- Los vehículos utilizados para la realización del procedimiento, deben estar en buenas condiciones mecánicas y disponer de todos los elementos que conforman el equipo de carretera.
- Los conductores de los vehículos deben aplicar las normas del Código Nacional de Tránsito. No deben conducir cuando estén enfermos y/o consumiendo medicamentos que induzcan al sueño o afecten el ánimo vigilante requerido, esto está prohibido.

	<b>Procedimiento para Inspección de Estaciones (City Gates)</b>	
	Versión: 2	Código: PPTI-429
Elaboró: Antonio Mejía C.	Revisó: Antonio Mejía C.	Aprobó: Carlos Moreno A.
Cargo: Coordinador (Distribución Cartagena)	Cargo: Coordinador (Distribución Cartagena)	Cargo: Gerente de Mantenimiento

- Para su seguridad, los participantes en este procedimiento deben utilizar los siguientes elementos de protección personal:
  - o Casco de seguridad
  - o Guantes de cuero
  - o Gafas de seguridad
  - o Protector auditivo

Además, se debe disponer de un botiquín de primeros auxilios

- Antes de ejecutar cualquier tipo de actividad en predios privados, se deben obtener los permisos o autorizaciones de los respectivos propietarios o tenedores.
- Los residuos generados durante la ejecución de los trabajos deben ser separados, recolectados, almacenados, transportados y dispuestos de acuerdo con la Guía para el Manejo de Residuos en Frentes de Trabajo para Actividades de Mantenimiento del Sistema de Transporte y Distribución de Gas, [GPE-824](#).
- Los derrames de aceite que se encuentren en el piso deben ser recolectados con material absorbente y dispuestos como residuos peligrosos de acuerdo con la Guía para el Manejo de Residuos en Frentes de Trabajo para Actividades de Mantenimiento del Sistema de Transporte y Distribución de Gas, [GPE-824](#). Nunca se debe utilizar agua para limpieza de derrames de aceite.
- Se debe respetar la vida de los animales silvestres, que eventualmente se encuentren durante la inspección, mientras no representen peligro potencial para los trabajadores que la ejecuten. Está prohibida la caza o pesca de animales silvestres por parte del personal que ejecute este procedimiento

#### 4.4 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Formato inspección de City-Gates [FTI-083](#)

	<b>Procedimiento para Inspección de Estaciones (City Gates)</b>	
	Versión: 2	Código: PPTI-429
Elaboró: Antonio Mejía C.	Revisó: Antonio Mejía C.	Aprobó: Carlos Moreno A.
Cargo: Coordinador (Distribo Cartagena)	Cargo: Coordinador (Distribo Cartagena)	Cargo: Gerente de Mantenimiento

## 5. CONTENIDO

### 5.1 PROCEDIMIENTOS

**5.1.1 Inspección general.** Recorra la estación, efectuando inspección visual de la instalación y todos sus componentes, observando, entre otros, los siguientes aspectos:

- Estado general de pintura de tuberías, válvulas y accesorios
- Cerramientos (en alambre de púa, malla o mampostería)
- Vía de acceso
- Andenes
- Drenajes
- Pisos y juntas
- Soportes de tubería
- Ductos para cables
- Torres y postes
- Techo o cubierta de la estación
- Zona circundante de la estación
- Fuga por equipos y/o accesorios

### 5.1.2 Inspección de instrumentos y equipos.

**5.1.2.1** Verifique el estado del manómetro de presión diferencial del filtro. Si registra algún valor diferente de cero (0) psig, regístrelo en el formato de inspección.

**5.1.2.2** Verifique el estado de los manómetros antes y después de regulación.

**5.1.2.3** Verifique que no existan fugas a través de conexiones, válvula de seguridad y venteos.

**5.1.2.4** Si existen válvulas de bloqueo antes de las válvulas de seguridad, verifique que estén abiertas.

**5.1.2.5** Inspeccione el elemento primario de medición. Si es un medidor de desplazamiento positivo, verifique que no presente ruido diferente al del paso del fluido.

	<b>Procedimiento para Inspección de Estaciones (City Gates)</b>	
	<b>Versión: 2</b> Elaboró: Antoliano Mejía C.	<b>Código: PPTI-429</b> Revisó: Antoliano Mejía C.
Cargo: Coordinador (Distrito Cartagena)	Cargo: Coordinador (Distrito Cartagena)	Cargo: Gerente de Mantenimiento

**5.1.2.6** Verifique el estado de funcionamiento de computadores de flujo, correctores o elementos secundarios de medición, si éstos existen.

**5.1.2.7** Inspeccione los actuadores, si existen, y verifique que no haya fugas de gas o pérdidas de aceite hidráulico.

**5.1.2.8** Verifique la existencia de condensados en el registro de drenaje del filtro. Si encuentra condensados, retírelos con el producto absorbente Biomatrix y disponga los desechos como residuos peligrosos de acuerdo con la Guía para el Manejo de Residuos en Frentes de Trabajo para Actividades de Mantenimiento del Sistema de Transporte y Distribución de Gas, GPE-624.

**5.1.2.9** Durante la inspección del registro de drenaje del filtro asegúrese de que no haya fuga de gas. Si detecta presencia de gas en el registro, ajuste la válvula de salida del filtro y, si la fuga no se corrige, programe el engrase de la misma con el Coordinador (Distrito).

**5.1.2.10** Verifique el estado de limpieza de los alrededores de la estación. Si encuentra basura acumulada, informe al Coordinador (Distrito) para que se tomen los correctivos necesarios ante la autoridad local.

**5.1.2.11** De ser posible, indague con los vecinos sobre la seguridad del sector.

## **5.2 PERSONAL REQUERIDO**

- Un Técnico (mantenimiento, inspección, supervisión o instrumentación).

## **5.3 TIEMPO ESTIMADO DE DURACIÓN**

El tiempo aproximado de duración de este procedimiento es de 1 hora y depende del tamaño de la estación.

## **6. ANEXOS**

No aplica.

	<b>Procedimiento para Inspección de Estaciones (City Gates)</b>	
	Versión: 2	Código: PPTI-429
Elaboró: Antoliano Mejía C.	Revisó: Antoliano Mejía C.	Aprobó: Carlos Moreno A.
Cargo: Coordinador (Distrito Cartagena)	Cargo: Coordinador (Distrito Cartagena)	Cargo: Gerente de Mantenimiento

## 7. CONTROL DE CAMBIOS

### Cambios de la versión 1:

- Se cambió el título del documento: "Procedimiento para Inspección de Estaciones (City Gates) y Válvulas de Bloqueo (seccionamiento)" por "Procedimiento para Inspección de Estaciones (City Gates)"
- Se modificó el Objeto, y el Alcance se limitó sólo para estaciones o city gates.
- Se eliminó el capítulo 3 Prerrequisitos y se adicionó el capítulo 3 Definiciones.
- Se adicionó el capítulo 4 Condiciones Generales, incluyendo los ítems Prerrequisitos; Materiales, Equipos y Herramientas Requeridos; Seguridad y Condiciones Ambientales, y Documentos de Referencia.
- Se adicionó el capítulo 5 Contenido, incluyendo los ítems Procedimientos, Personal Requerido y Tiempo Estimado de Duración.
- Se adicionó el capítulo 6 Anexos y se renumeró el capítulo 8 Control de Cambios, que pasó a ser 7.

**SOLICITADO POR:** Grey Sarmiento

**SOLICITUD SAS #:** 170148

Promigas

## ANEXO 2: PROCEDIMIENTO PARA INSPECCION Y MANTENIMIENTO DE FILTROS.

	<b>Procedimiento para Inspección y Mantenimiento de Filtros</b>	
Versión: 0	Código: PMTR-008-S3	Estado: V
Elaboró: Walter Aparicio C.	Revisó: Walter Aparicio C.	Aprobó: Carlos Moreno A.
Cargo: Profesional (Distrito Barranquilla)	Cargo: Profesional (Distrito Barranquilla)	Cargo: Gerente de Mantenimiento

Todos los derechos reservados. Ninguna reproducción, copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin un permiso escrito.

Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor o copyright en Colombia, las cuales son: Artículo 81 de la Constitución Política de Colombia; Decisión Andina 951 de 1993; Código Civil, Artículo 871; Ley 23 de 1982; Ley 44 de 1993; Ley 599 de 2000 (Código Penal Colombiano), Título VIII; Ley 603 de 2000; Decreto 1380 de 1989; Decreto 480 de 1995; Decreto 162 de 1998.

### 1. OBJETO

Realizar en forma segura el mantenimiento de los filtros de las estaciones de regulación y medición, a fin de garantizar que el gas transportado cumpla con las especificaciones de calidad establecidas y minimizar los riesgos de accidentes que puedan producirse por fallas técnicas y/o mecánicas.

### 2. ALCANCE

Aplica para los filtros de las estaciones Arenosa, La Heroica o cualquier otra estación de regulación y medición con características similares.

### 3. DEFINICIONES

**Filtro:** Dispositivo conformado por uno o varios elementos de consistencia porosa, por los cuales se hace pasar un fluido, a fin de retirar las impurezas o partículas en suspensión.

**By- Pass:** Línea que se utiliza para desviar el flujo de gas, en caso de que se requiera la suspensión de la trayectoria normal del gas en un tramo específico.

### 4. CONDICIONES GENERALES

#### 4.1 PRERREQUISITOS

- Orden de trabajo.
- Permiso de trabajo en caliente.
- Verificación del estado mecánico de la motobomba de lavado (si aplica).
- Verificación del estado de los andamios y escaleras (si aplica).

#### 4.2 MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS REQUERIDOS

- Juego de llaves de boca fija y estrías, según diámetro a utilizar.
- Diferencial de tres toneladas (si aplica).
- Un cilindro de gas inerte (N2).
- Trapo.
- Grasa multipropósito o grafitada.
- Llaves de golpes, según diámetro a utilizar.

	<b>Procedimiento para Inspección y Mantenimiento de Filtros</b>		
	Versión: 0	Código: PMTR-008-SS	Estado: V
	Elaboró: Walter Aparicio C.	Revisó: Walter Aparicio C.	Aprobó: Carlos Moreno A.
	Cargo: Profesional (Distrito Bamanquilla)	Cargo: Profesional (Distrito Bamanquilla)	Cargo: Gerente de Mantenimiento

- Martillo de bronce de tamaño requerido, de acuerdo con el tamaño del filtro (si aplica).
- Balde para recoger sólidos.
- Una bolsa de material absorbente Spill-Sorb/Biomatrix, para recoger derrames de aceite o condensados.
- Cepillo de cerdas de acero con mango de madera.
- Manguera de alta presión para inyectar gas inerte.
- Un galón de varsol.
- Elementos filtrantes.
- Empaques para la tapa del filtro.
- Estrobo o Manila.

#### 4.3 SEGURIDAD Y CONDICIONES AMBIENTALES

- Los equipos y herramientas que se utilicen sólo pueden ser operados por personas que tengan el nivel de competencias requerido en el manejo de los mismos.
- Se deben inspeccionar visualmente las herramientas a utilizar, a fin de garantizar que se encuentren en buenas condiciones de operación, y, en caso contrario, se debe solicitar su reposición o cambio antes de realizar el trabajo.
- Se debe disponer de las Hojas de Seguridad de los productos químicos a emplear, tales como la grasa y el varsol. El personal debe leerlas, conocer los riesgos de su manejo y las instrucciones de emergencia en caso de contacto accidental con estos productos.
- Se debe seguir estrictamente el Procedimiento Permisos para Trabajos en Caliente [GPE-150-S10](#) y diligenciar en campo el formato Permiso para Trabajos en Caliente [FTM-090](#).
- Los elementos filtrantes que se cambien deben humedecerse una vez sean retirados de la carcasa, a fin de evitar su autoignición.
- No debe existir ninguna fuente de ignición o calor en por lo menos 30 metros a la redonda del lugar donde se está venteando el gas.
- Al levantar cargas se deben flexionar las rodillas y mantener erguida la espalda.
- Para su seguridad, los participantes en esta actividad deben usar los siguientes elementos de protección personal:

	<b>Procedimiento para Inspección y Mantenimiento de Filtros</b>		
	Versión: 9	Código: PMTR-008-SS	Estado: V
	Elaboró: Walter Aparicio C.	Revisó: Walter Aparicio C.	Aprobó: Carlos Moreno A.
	Cargo: Profesional (Distrito Barranquilla)	Cargo: Profesional (Distrito Barranquilla)	Cargo: Gerente de Mantenimiento

- o Botas de seguridad
- o Gafas de seguridad
- o Guantes de cuero
- o Cinturón de seguridad
- o Casco de seguridad
- o Protectores auditivos
- o Extintor de polvo químico de 20 lb

- Los residuos tales como elementos filtrantes usados, restos de grasa, varsol, trapos sucios, y cualquier otro residuo que haya estado en contacto con los anteriores, deben disponerse en el sitio destinado en las estaciones para los residuos especiales.
- Una vez finalizados los trabajos, se deben dejar las áreas utilizadas en las mismas condiciones en que se encontraban antes de iniciarse los mismos.

#### 4.4 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Formato Mantenimiento de Filtros y Separadores [FTM-026](#).
- Para los filtros con tapas (closures), el manual del fabricante.

#### 5. CONTENIDO

##### 5.1 PROCEDIMIENTO

- 5.1.1 Abra la válvula de desvío (by-pass) del filtro al que se le realizará mantenimiento.
- 5.1.2 Bloquee las válvulas de entrada y salida del filtro.
- 5.1.3 Ventee lentamente el recipiente, a través de la válvula de venteo respectiva.
- 5.1.4 Verifique que el filtro esté totalmente despresurizado (0 PSig), leyendo el manómetro instalado en el cuerpo del filtro.
- 5.1.5 Abra totalmente la válvula de drenaje del filtro.

**ADVERTENCIA:**  
*Antes de abrir la tapa del filtro, cerciórese, a través de la lectura del manómetro, que el recipiente esté totalmente despresurizado.*

**ANEXO 3: PRECIOS MANTENIMIENTO 2008 CLIENTES.**

Factor  
Prestacional

**1 MANO DE OBRA**

ITEM	DESCRIPCIÓN	SUELDO BÁSICO MENSUAL	HORA ORDINARIA	EXCEDENTE HORA DIA FESTIVO
1	Un Instrumentista I		12.396	10.665
2	Ayudante de Instrumentación		6.479	9.387
3	Ayudante de Mantto		6.695	18.990
4	Supervisor		15.640	20.268

**3. REPUESTOS Y ACCESORIOS.**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Vr. UNITARIO SIN IVA.
<b>REPUESTOS PARA FILTRO.</b>			
1	Filtro de franela.	U.	39.900
2	Filtro Peco	U	78.750
<b>REPUESTO PARA REGULADOR BIG JOE.</b>			
3	Tapón de caucho.	U.	56.700
4	Orificio de bronce	U.	54.600
<b>REPUESTO PARA REGULADORES FISHER TIPO 1301</b>			
5	Tapón de teflón.	U.	31.500
			0
<b>REPUESTO PARA VÁLVULAS AXIAL FLOW.</b>			
6	Manga de 2" x 300	U.	982.574
7	Manga de 4" x 300	U.	1.098.888
8	Diafragma para piloto	U.	10.290
9	Tapón para piloto	U.	5.145
10	Orificio 3/32"	U.	15.750
11	Filtro para Control Loop	U.	81.900
<b>REPUESTO PARA CONTADORES ROCKWELL</b>			
12	Diafragma Rockweel 10000	u	661.500
13	Diafragma Rockweel 5000	u	525.000

14	Diafragma Rockweel 3000	u	231.000
<b>REPUESTO PARA REGULADORES FISHER TIPO 67</b>			
15	Kit de repuesto regulador 67	U	126.000
<b>REPUESTO PARA TUBOS DE MEDICIÓN</b>			
16	Slide Valve	U	120.750
17	Bleed Valve	U	96.600
18	Shaft Ass'y	U	152.250
<b>REPUESTO PARA COMPUTADORES DE FLUJO</b>			
19	Bateria 12 V. 7 A/H		54.600
20	Sello de seguridad	U	5.040
21	Panel Solar		651.000

#### 4 MATERIALES Y ELEMENTOS MENORES

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Vr. UNITARIO.
1	Cinta teflón.	U.	840
2	Desperdicio de trapos para limpieza.	kl.	38.850
3	Varsol	Gl.	9.450
4	Grasa multipropósito.	Lb.	9.450
5	Guantes cortos	Par.	12.600
7	Cepillo de acero con mango.	U.	8.190
8	Brocha de 2".	U.	6.300
9	Empaque grafitado de 1/16"	Gl.	18.900
10	Sello de seguridad	Und	945
11	Caja de Herramientas	Gl.	10.000
			115.525

<b>EQUIPOS (Valor por horas de Uso)</b>	
<b>Bloque seco de temperatura</b>	12.500
<b>Probador de Presión Estática</b>	8.650
<b>Probador de Presión Diferencial</b>	8.650
<b>Transfer Prover</b>	95.000
<b>Multiprobador Fluke</b>	2.000
<b>Termómetro digital Fluke</b>	2.000
<b>Computador Portatil</b>	4.100
<b>Probador de RTD</b>	1.200
<b>Probador Wallace Tiernaan</b>	16.000
<b>Camión Grua</b>	200.000

NOTA: DENTRO DEL NUEVO ESQUEMA DE FACTURACIÓN NO SE TENDRÁ EN CUENTA PARA PRESUPUESTAR EL MANTTO PREVENTIVO A INSTRUMENTOS

<b>COSTOS POR MANTENIMIENTOS TIPO 1 Y 2</b>	
<b>Mantenimiento tipo 1</b>	190.000
<b>Mantenimiento Tipo 2</b>	324.800
<b>Mantenimiento Tipo 1 y Tipo 2</b>	514.800

## ANEXO 4: MANUAL DE ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOCATIVO

	<b>Manual de Especificaciones Técnicas de Mantenimiento Preventivo Locativo</b>	
Versión: 4	Código: PMTM-419-S1	Estado: V
Elaboró: Orlando Ferrans	Revisó: Orlando Ferrans	Aprobó: Carlos Moreno Aguas
Cargo: Profesional Gerencia de Mantenimiento	Cargo: Profesional Gerencia de Mantenimiento	Cargo: Gerente de Mantenimiento

### Tabla de Contenido

1. Objeto
2. Alcance
3. Definiciones
4. Clasificación
5. Condiciones Generales
6. Contenido
7. Anexos
8. Control de Cambios



Promigas

	<b>Manual de Especificaciones Técnicas de Mantenimiento Preventivo Locativo</b>	
	Versión: 4	Código: PMTM-419-S1
Elaboró: Orlando Ferrans	Revisó: Orlando Ferrans	Aprobó: Carlos Moreno Aguas
Cargo: Profesional Gerencia de Mantenimiento	Cargo: Profesional Gerencia de Mantenimiento	Cargo: Gerente de Mantenimiento

dos válvulas seccionadoras, mas se considerará como una sola instalación.

#### 4. Clasificación

No aplica

#### 5. Condiciones Generales

- ASME B.31.8.
- ASTM A-123 Standard Zinc Hot Dip Galvanized Coating on Products Fabricated from Rolled and Forged Steel Shapes, Plates, Bars and Strips.
- ASTM A-153 Zin Coating (Hot Dip) on Iron and Steel Hardware.
- ASTM D-3363 Film Hardness by Pencil Test.
- SIS 05-59-00 Pictorial Surface Preparation Standards.
- SSPC Steel Structures Painting Council-1985
- SSPC-SP-1 Cleaning with Dissolver.
- SSPC-SP-2 Hand Tool Cleaning
- SSPC-SP-3 Power Tool Cleaning
- SSPC-SP-5 White Metal Blas Cleaning
- SSPC-SP-6 Commercial Blast Cleaning.
- SSPC-SP-8 Chemical Cleaning.
- SSPC-SP-10 Near White Blast Cleaning
- Good Painting Practice, Vol.2
- Systems and Specifications, Vol.2.
- PA1 Shop, Field and Maintenance Painting.
- Measurement of Dry Paint Thickness with Magnetic Gages.

#### 6. Contenido

A continuación se presentan las especificaciones técnicas de cada una de las actividades de mantenimiento preventivo que harán parte del alcance de una oferta mercantil marco de mantenimiento preventivo y correctivo por distritos.

Las actividades son las siguientes:

- Mantenimiento a Estaciones de Clientes
- Mantenimiento a Registros de Hot-tap

	<b>Manual de Especificaciones Técnicas de Mantenimiento Preventivo Locativo</b>	
	Versión: 4	Código: PMTM-419-S1
Elaboró: Orlando Ferrans	Revisó: Orlando Ferrans	Aprobó: Carlos Moreno Aguas
Cargo: Profesional Gerencia de Mantenimiento	Cargo: Profesional Gerencia de Mantenimiento	Cargo: Gerente de Mantenimiento

- Mantenimiento a Válvulas de Seccionamiento y trampas
- Mantenimiento a Rectificadores de Protección Catódica
- Mantenimiento a cruces aéreos especiales.
- Mantenimiento a Tramos Aéreos
- Recorridos de Inspección del derecho de vía y detección de fugas
- Limpieza del derecho de vía.
- Mantenimiento de ventilas
- Mantenimiento de postes de señalización
- Mantenimiento de uniones brigadas
- Mantenimiento de motores de válvulas
- Mantenimiento a Estaciones de Recibo y Envío

## 6.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL MANTENIMIENTO GENERAL DE PINTURA

### 6.1.1. Condiciones Generales

Para la presente especificación, el término Superficie está definido como toda área metálica, siempre que no se indique algo diferente.

Los siguientes elementos integrantes de tuberías, estructuras o equipos, no deben ser pintados y se deberán recubrir o enmascarar adecuadamente, a menos que se especifique algo diferente en forma explícita.

- Graseras y accesorios tales como mirillas de flujo o nivel, indicadores de posición de válvulas, diales o carátulas de instrumentos, etc.
- Superficies maquinadas.
- Superficies roscadas. Una vez ejecutada la unión roscada, el conjunto podrá ser pintado, incluyendo la porción de rosca a la vista no utilizada en la junta.
- Superficies de rodamientos.
- Biseles para soldadura antes de soldar.
- Las placas de identificación.
- Vástagos de válvulas, conexiones móviles, ejes de bombas o cualquier superficie similar que normalmente esté lubricada o tenga pequeñas tolerancias de trabajo.
- Superficies de contacto de empaquetaduras.

 <b>Manual de Especificaciones Técnicas de Mantenimiento Preventivo Locativo</b>		
Versión: 4	Código: PMTM-410-S1	Estado: V
Elaboró: Orlando Ferrans	Revisó: Orlando Ferrans	Aprobó: Carlos Moreno Aguas
Cargo: Profesional Gerencia de Mantenimiento	Cargo: Profesional Gerencia de Mantenimiento	Cargo: Gerente de Mantenimiento

- Superficies de acero inoxidable, vidrio-nivel, alambrado.
- Cualquier otra superficie que normalmente no deba ser pintada.

Para la conservación de las áreas adyacentes que no serán pintadas, se usarán medios de protección temporal (grasas, aceites, cintas de enmascarar, etc.) durante la preparación de las superficies y la aplicación de pinturas, para prevenir daños o contaminación producidos por abrasivos, agua, polvo o pintura. Tales áreas incluyen, pero no están limitadas a:

- Superficies maquinadas como ejes, acoples, accesorios para lubricación, vástagos de válvulas.
- Vidrios y carátulas de instrumentos, indicadores de nivel, mirillas de flujo, luces indicadoras.
- Superficies expuestas de empaquetaduras, sellos y rodamientos.
- Entradas de aire, venteos, serpentines de enfriamiento en máquinas.
- Marquillas de información e identificación.
- Superficies de acero inoxidable.

La contaminación resultante de aplicaciones en spray o por "chorreaduras", deberá ser removida inmediatamente después de terminada la operación de pintura.

La preparación de la superficie y la aplicación del recubrimiento o pintura debe ser ejecutada por personal especializado, siguiendo las normas de Seguridad Industrial y de acuerdo con todas las recomendaciones de los fabricantes de recubrimientos o pinturas y aquellas contempladas en las normas y códigos aplicables.

La película debe quedar firmemente adherida al metal base y con buenas propiedades de impermeabilidad, flexibilidad, resistencia térmica, resistencia a la abrasión, resistencia química, resistencia al ambiente marino y otras propiedades que protejan contra la corrosión.

		<b>Manual de Especificaciones Técnicas de Mantenimiento Preventivo Locativo</b>	
Versión: 4		Código: PMTM-419-S1	
Estado: V			
Elaboró :	Revisó :	Aprobó :	
Orlando Ferrans	Orlando Ferrans	Carlos Moreno Aguas	
Cargo :	Cargo :	Cargo :	
Profesional Gerencia de Mantenimiento	Profesional Gerencia de Mantenimiento	Gerente de Mantenimiento	

### 6.3. ESPECIFICACIONES GENERALES DEL MANTENIMIENTO TIPO I O DE LIMPIEZA GENERAL Y DESMONTE DE INSTALACIONES.

#### 6.3.1. Descripción general.

Este tipo de mantenimiento consiste en la limpieza general de todos y cada uno de los elementos de una determinada instalación, incluyendo el corte de malezas dentro y alrededor de las instalaciones, retiro de basuras, desagüe de registros, destape de tuberías de drenaje y cualquier otra actividad que no constituya una refacción, pero que sea necesaria para mantener la instalación totalmente limpia y en buena apariencia.

Aunque este tipo de mantenimiento es genérico para todas las instalaciones del distrito, existen instalaciones en donde es necesario realizar trabajos adicionales a los aquí descritos. Por eso, en su momento, se expondrán para cada instalación que actividades de mantenimiento deben realizarse.

#### 6.3.2. Materiales y Herramientas

- Herramienta Menor
- Agua
- Elementos de aseo y limpieza
- Matamalezas
- Detergente industrial
- Cámara Fotográfica
- Motobomba
- Planta Eléctrica

#### 6.3.3. Procedimiento de Mantenimiento Tipo I

La limpieza interior y exterior de las instalaciones, debe realizarse utilizando elementos básicos de aseo y limpieza

		<b>Manual de Especificaciones Técnicas de Mantenimiento Preventivo Locativo</b>	
Versión: 4		Código: PMTM-419-S1	Estado: V
Elaboró : Orlando Ferrans	Revisó : Orlando Ferrans	Aprobó : Carlos Moreno Aguas	
Cargo : Profesional Gerencia de Mantenimiento	Cargo : Profesional Gerencia de Mantenimiento	Cargo : Gerente de Mantenimiento	

como escobas, cepillos, trapos, jabones, esponjas de alambre, recolectores de basura, baldes, cuerdas, etc. También se debe contemplar el uso de motobombas para extraer el agua acumulada en los registros y la herramienta necesaria para el retiro y posterior colocación de las tapas de los mismos.

EL CONTRATISTA debe retirar de todos los elementos que conforman las instalaciones, las impurezas y residuos que se acumulan con el paso del tiempo o que son tiradas en el sitio por los pobladores del lugar.

La limpieza debe hacerse en todos los accesorios y tuberías de la estructura mecánica y en todos los elementos que conforman la estructura civil de las estaciones.

El desagüe de las instalaciones también hace parte de esta actividad y se puede hacer en forma manual o con motobombas.

El desmante debe hacerse tanto exterior como interiormente a ras de piso, LA INTERVENTORIA exigirá que exteriormente se desmante una franja que cubra el perímetro de la estación y que tenga un ancho de 2 m. El desmante en los interiores consistirá en el retiro de toda la maleza que pueda surgir por entre los pisos, paredes, techos y mallas de cerramiento. Una vez se realice el desmante EL CONTRATISTA debe aplicar un Matamalezas que garantice que no crecerán las mismas en un espacio no menor a dos meses, en toda el área desmontada utilizando el procedimiento recomendado por el fabricante del matamalezas seleccionado, el cual deberá ser aprobado previamente por LA COMPAÑIA .. Para ejecutar el desmante se hará uso de elementos de corte como machetes, palas, podadoras manuales o mecánicas. Adicionalmente al desmante del interior de la instalación y de su perímetro, se debe acondicionar y mantener en condiciones similares el camino o vía de acceso a la instalación de tal forma que la vegetación se encuentre a ras de piso en un ancho no menor a 1,5m a partir del la primera cerca, cerramiento o

	<b>Manual de Especificaciones Técnicas de Mantenimiento Preventivo Locativo</b>	
	Versión: 4	Código: PMTM-419-S1
Elaboró : Orlando Ferrans	Revisó : Orlando Ferrans	Aprobó : Carlos Moreno Aguas
Cargo : Profesional Gerencia de Mantenimiento	Cargo : Profesional Gerencia de Mantenimiento	Cargo : Gerente de Mantenimiento

portillo que se encuentre antes de una determinada instalación.

Todos los materiales que resulten del proceso de limpieza y desmonte deben ser depositados en sacos o bolsas plásticas para luego ser llevados a un sitio donde no causen impacto ambiental (relleno sanitario, basurero público, etc.), este sitio debe ser acordado con LA INTERVENTORIA.

Especial cuidado debe tenerse con los instrumentos eléctricos, electrónicos, de medición y aquellos que puedan sufrir daño alguno por acción del agua.

Durante la ejecución del mantenimiento tipo 1 de una instalación cualquiera, además de las actividades definidas en el numeral 6.3.1, se debe realizar la limpieza de los siguientes elementos:

- Pararrayos y sus abrazaderas
- Paneles solares
- Registros de cableado
- Postes y mástiles
- Cuartos de equipos

## 6.4. ESPECIFICACIONES GENERALES DEL MANTENIMIENTO TIPO II O DE MANTENIMIENTO GENERAL DE INSTALACIONES.

### 6.4.1. Descripción general.

Este tipo mantenimiento consiste en la realización de refacciones menores en las instalaciones del distrito, de tal forma que se restablezca las condiciones de operación óptimas iniciales de las mismas.

Luego, además de las actividades de mantenimiento de limpieza tipo I, se deberán ejecutar entre otras las siguientes actividades:

- Mantenimiento de tuberías de conducción, válvulas y accesorios.

	<b>Manual de Especificaciones Técnicas de Mantenimiento Preventivo Locativo</b>	
	Versión: 4	Código: PMTM-410-S1
Elaboró: Orlando Ferrans	Revisó: Orlando Ferrans	Aprobó: Carlos Moreno Aguas
Cargo: Profesional Gerencia de Mantenimiento	Cargo: Profesional Gerencia de Mantenimiento	Cargo: Gerente de Mantenimiento

- Mantenimiento locativo de la instalación: resane de pisos, juntas, paredes y techos y pintura de paredes; reposición de alambre de puas y mallas de Cerramiento.
- Mantenimiento de uniones bridadas.
- Mantenimiento general de andamios y soportes.
- Mantenimiento de las estructuras del sistema de telemetría

Aunque este tipo de mantenimiento es genérico para todas las instalaciones del distrito, existen instalaciones en donde es necesario realizar trabajos adicionales a los aquí descritos. Por eso, en su momento, se expondrán para cada instalación que actividades de mantenimiento deben realizarse.

Durante el primer mantenimiento tipo 2 de cada instalación, en especial, las estaciones de clientes, EL CONTRATISTA deberá dejar pintados todos y cada uno de los diferentes elementos que conforman la instalación, de tal forma que se observe una capa de acabado única y uniforme. En los mantenimientos tipo 2 siguientes, EL CONTRATISTA solo tendría que llevar a cabo labores de refacción, dejando siempre al final de cada mantenimiento, la instalación en sus condiciones ideales, tal y como se dejó después del primer mantenimiento tipo 2.

#### 6.4.2. Materiales, herramientas y equipos

- Herramienta Menor
- Agua
- Elementos de aseo y limpieza
- Sistema de pinturas anticorrosivas
- Cemento
- Arena
- Agregados gruesos y finos
- Alambres y mallas

		
<b>Manual de Especificaciones Técnicas de Mantenimiento Preventivo Locativo</b>		
Versión: 4	Código: PMTM-410-S1	Estado: V
Elaboró: Orlando Ferrans	Revisó: Orlando Ferrans	Aprobó: Carlos Moreno Aguas
Cargo: Profesional Gerencia de Mantenimiento	Cargo: Profesional Gerencia de Mantenimiento	Cargo: Gerente de Mantenimiento

- Superficies de acero inoxidable, vidrio-nivel, alambrado.
- Cualquier otra superficie que normalmente no deba ser pintada.

Para la conservación de las áreas adyacentes que no serán pintadas, se usarán medios de protección temporal (grasas, aceites, cintas de enmascarar, etc.) durante la preparación de las superficies y la aplicación de pinturas, para prevenir daños o contaminación producidos por abrasivos, agua, polvo o pintura. Tales áreas incluyen, pero no están limitadas a:

- Superficies maquinadas como ejes, acoples, accesorios para lubricación, vástagos de válvulas.
- Vidrios y carátulas de instrumentos, indicadores de nivel, mirillas de flujo, luces indicadoras.
- Superficies expuestas de empaquetaduras, sellos y rodamientos.
- Entradas de aire, venteos, serpentines de enfriamiento en máquinas.
- Marquillas de información e identificación.
- Superficies de acero inoxidable.

La contaminación resultante de aplicaciones en spray o por "chorreaduras", deberá ser removida inmediatamente después de terminada la operación de pintura.

La preparación de la superficie y la aplicación del recubrimiento o pintura debe ser ejecutada por personal especializado, siguiendo las normas de Seguridad Industrial y de acuerdo con todas las recomendaciones de los fabricantes de recubrimientos o pinturas y aquellas contempladas en las normas y códigos aplicables.

La película debe quedar firmemente adherida al metal base y con buenas propiedades de impermeabilidad, flexibilidad, resistencia térmica, resistencia a la abrasión, resistencia química, resistencia al ambiente marino y otras propiedades que protejan contra la corrosión.

 <b>Promigas</b>	<b>Manual de Especificaciones Técnicas de Mantenimiento Preventivo Locativo</b>	
	Versión: 4	Código: PMTM-419-S1
Elaboró: Orlando Ferrans	Revisó: Orlando Ferrans	Aprobó: Carlos Moreno Aguas
Cargo: Profesional Gerencia de Mantenimiento	Cargo: Profesional Gerencia de Mantenimiento	Cargo: Gerente de Mantenimiento

- Matamalezas
- Pintura tipo Koraza de Pintuco
- Grasa sellante marca Rockwell y grasa multipropósito
- Fomaleta de madera
- Cámara Fotográfica
- Motobomba
- Planta Eléctrica

## ANEXO 5: PROCEDIMIENTO CALIBRACION Y COMPROBACION DE COMPUTADOR DE FLUJO.

	Procedimiento Calibración y Comprobación de Computadores de Flujo	
Versión: 8	Código: PPTC-096	Estado: V
Elaboró : José Romero Salazar	Revisó : Rubén Carbonell Cera	Aprobó : Miguel Padilla Martes
Cargo : Profesional (Laboratorio de Metrología)	Cargo : Coordinador (Control Automático y Metrología)	Cargo : Gerente de Ingeniería

Todos los derechos reservados. Ninguna reproducción, copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin un permiso escrito.

Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor o copyright en Colombia, las cuales son: Artículo 61 de la Constitución Política de Colombia; Decisión Andina 351 de 1993; Código Civil, Artículo 671; Ley 23 de 1982; Ley 44 de 1993; Ley 599 de 2000 (Código Penal Colombiano), Título VIII; Ley 603 de 2000; Decreto 1360 de 1989; Decreto 460 de 1995; Decreto 162 de 1996.

### 1. OBJETO

Realizar la calibración y el ajuste de los computadores de flujo, y evaluar la exactitud de las variables calibradas.

### 2. ALCANCE

Aplica a todos los computadores de flujo instalados en elementos primarios de medición de flujo (platinas de orificio, medidores de desplazamiento positivo, turbinas, medidores máxicos o ultrasónicos) de los fabricantes *Bristol Babcock, Daniel Industries (Fisher) y American.*

### 3. DEFINICIONES

- **Error de linealidad:** Es la diferencia que presenta el instrumento de campo respecto al patrón.
- **Error de histéresis:** Es la diferencia que presentan los valores de lectura en un punto cuando se presuriza y se deja por un tiempo, con respecto a la lectura del mismo punto cuando se despresuriza.

### 4. CONDICIONES GENERALES

#### 4.1 PRERREQUISITOS

**4.1.1 Unidades de medición.** Las magnitudes a calibrar en los computadores de flujo serán presión manométrica, presión diferencial y temperatura, usando como patrones los equipos especificados en el numeral 5:

- Libras por pulgada cuadrada ( $\text{lb/in}^2$ ) o PSI, para presión manométrica.
- Pulgadas de agua ( $\text{in H}_2\text{O}$ ), para presión diferencial
- Grados *Fahrenheit* ( $^{\circ}\text{F}$ ), para temperatura.

Sin embargo, los formatos Calibración de Computadores de Flujo

	Procedimiento Calibración y Comprobación de Computadores de Flujo	
	Versión: 8 Elaboró : José Romero Salazar Cargo : Profesional (Laboratorio de Metrología)	Código: PPTC-096 Revisó : Rubén Carbonell Cera Cargo : Coordinador (Control Automático y Metrología)

Instalados con Medidores Tipo Placa de Orificio, [FTC-182](#), y Calibración de Elementos Secundarios de Medición Instalados con Medidores Tipo Turbina, Másico, Ultrasónico o Desplazamiento Positivo, [FTC-745](#), utilizados en este procedimiento, permiten cambiar las unidades de acuerdo con la configuración del computador de flujo.

**4.1.2 Medios de calibración.** Para la calibración de los computadores de flujo se utilizan los equipos patrones mencionados a continuación.

<b>Nota:</b>
De acuerdo con el numeral 6.3.1 del Plan de Aseguramiento Metrológico, <a href="#">PLTC-073</a> , los patrones utilizados deben tener una relación de incertidumbre mayor o igual a 2. Para los transmisores de presión electrónicos, los requerimientos en la exactitud determinarán el uso de un peso muerto o indicador electrónico digital del rango apropiado, y para la temperatura se utilizarán baños o bloques térmicos.

**4.1.2.1 Patrones de campo.**

• **PRESIÓN MANOMÉTRICA**

- Manómetros patrones digitales:

o Rangos (según sea apropiado):

- 0 PSI a 200 PSI
- 0 PSI a 500 PSI
- 0 PSI a 1.000 PSI
- 0 PSI a 2.000 PSI
- 0 PSI a 3.000 PSI

• **PRESIÓN DIFERENCIAL**

- Manómetros patrones digitales:

o Rangos:

- 0 PSI a 30 PSI
- 0 in H<sub>2</sub>O - 830 in H<sub>2</sub>O (@ 20 °C)

• **TEMPERATURA**

- Bloques secos generadores de temperatura:

o Rangos disponibles:

	Procedimiento Calibración y Comprobación de Computadores de Flujo	
	Versión: 8 Elaboró: José Romero Salazar Cargo: Profesional (Laboratorio de Metrología)	Código: PPTC-088 Revisó: Rubén Carbonell Cera Cargo: Coordinador (Control Automático y Metrología)

- -7 °C a 140 °C
- -14 °C a 140 °C
- -3 °C a 140 °C

#### 4.1.2.2 Patrones de laboratorio.

##### • PRESIÓN DIFERENCIAL

###### - *Pneumatic Dead Weight Tester:*

- o Fabricante: Ametek
- o Modelo: PK2-854WC-SS
- o Serie: 85148
- o Rango: 0 in H<sub>2</sub>O a 854 in H<sub>2</sub>O
- o Incertidumbre: Ver último certificado de calibración en la hoja de vida.

###### - Manómetros patrones digitales:

- o Rangos:
  - 0 PSI a 30 PSI
  - 0 in H<sub>2</sub>O - 830 in H<sub>2</sub>O (@ 20 °C)

##### • PRENSIÓN MANOMÉTRICA

###### - *Hydraulic Differential Dead Weight Tester*

- o Fabricante: *Pressurements*
- o Modelo: M4000/3D
- o Serie: 13555-1
- o Rango: 0 PSI a 2000 PSI / 0 in H<sub>2</sub>O a 300 in H<sub>2</sub>O
- o Incertidumbre: Ver último certificado de calibración en la hoja de vida.

###### - Manómetros patrones digitales

- o Rangos (según sea apropiado):
  - 0 PSI a 200 PSI
  - 0 PSI a 500 PSI
  - 0 PSI a 1.000 PSI
  - 0 PSI a 2.000 PSI
  - 0 PSI a 3.000 PSI

##### • TEMPERATURA

###### - *Multiprobe Precision RTD Thermometer*

- o Fabricante: Azonix

	Procedimiento Calibración y Comprobación de Computadores de Flujo	
	Versión: 8	Código: PPTC-055
Elaboró: José Romero Salazar	Revisó: Rubén Carbonell Cera	Aprobó: Miguel Padilla Marín
Cargo: Profesional (Laboratorio de Metrología)	Cargo: Coordinador (Control Automático y Metrología)	Cargo: Gerente de Ingeniería

- o Modelo: A1011-XX-XX-RT41-RT41
- o Serie: T2558-9229
- o Rango: 0 °C a 240 °C
- o Resolución: 0,001 °C (0,001 °F)
- o Incertidumbre: Ver último certificado de calibración en la hoja de vida.

**- Dry Well Calibrator**

- o Fabricante: *Hart Scientific*
- o Modelo: 9105
- o Serie: A16918
- o Rango: -25 °C a 140 °C (-32 °C a 284 °F)
- o Resolución: 0,01 °C (0,01 °F)
- Incertidumbre: Ver último certificado de calibración en la hoja de vida.

**- Dry Well Calibrator**

- o Fabricante: *Hart Scientific*
- o Modelo: 9011
- o Serie:
- o Rango: -30 °C a 140 °C y de 50 °C a 670 °C
- o Resolución: 0,01 °C (0,01 °F)
- o Incertidumbre: Ver último certificado de calibración en la hoja de vida.

#### 4.1.3 Operaciones preliminares.

Antes de iniciar la calibración se deben considerar las siguientes operaciones preliminares:

- En el Laboratorio de Metrología, una vez recibido el computador de flujo, garantizar que el instrumento permanecerá hasta el momento de la calibración con un suministro de voltaje constante, especialmente en correctores *American Meter* y *Eagle*. Para ello se deben realizar las respectivas conexiones desde la fuente generadora (cargador o panel solar) de voltaje y corriente hasta la bornera de alimentación del computador de flujo; de esta forma, se garantiza que el instrumento no pierda su configuración y datos por bajo voltaje.
- Tanto en laboratorio como en campo, preparar las herramientas y los equipos y accesorios requeridos para la calibración, así como los formatos Calibración de Computadores de Flujo Instalados con Medidores Tipo Placa de Orificio, [FTC-182](#), o Calibración de Elementos Secundarios de Medición Instalados con Medidores Tipo Turbina, Másico, Ultrasónico o

		<b>Procedimiento Calibración y Comprobación de Computadores de Flujo</b>	
<b>Versión: 8</b>		<b>Código: PPTC-086</b>	
<b>Elaboró:</b> José Romero Salazar		<b>Revisó:</b> Rubén Carbonell Cera	
<b>Cargo:</b> Profesional (Laboratorio de Metrología)		<b>Cargo:</b> Coordinador (Control Automático y Metrología)	
		<b>Estado: V</b>	
		<b>Aprobó:</b> Miguel Padilla Martes	
		<b>Cargo:</b> Gerente de Ingeniería	

Desplazamiento Positivo, [FTC-745](#), según aplique.

- Verificar el buen funcionamiento del equipo a calibrar.
- Realizar la limpieza del equipo a calibrar.
- Revisar y registrar en los formatos Calibración de Computadores de Flujo Instalados con Medidores Tipo Placa de Orificio, [FTC-182](#), o Calibración de Elementos Secundarios de Medición Instalados con Medidores Tipo Turbina, Másico, Ultrasónico o Desplazamiento Positivo, [FTC-745](#), según aplique, las características del computador de flujo a calibrar (marca, equipo, serie, ubicación, tag), No. de sellos, rangos de presiones diferencial y manométrica, rango de temperatura, y resolución del instrumento, de acuerdo con las especificaciones del fabricante, por ejemplo, un computador de flujo marca *Bristol Babcock* tiene una resolución en presión manométrica y diferencial de 0,005% FS, es decir, en un manómetro con un rango de 0 in H<sub>2</sub>O @ 300 in H<sub>2</sub>O, la resolución sería 0.015 in H<sub>2</sub>O.
- Verificar que el equipo patrón seleccionado tenga la exactitud y el rango adecuado para la clase de exactitud del equipo a calibrar, de acuerdo con los criterios establecidos en el Plan de Aseguramiento Metrológico, PLTC-073.
- Realizar la calibración en el Laboratorio de Metrología, a condiciones controladas, de acuerdo con los criterios establecidos en el Manual de Calidad Laboratorio de Metrología, PMA-358:
  - Temperatura: 20 °C ± 2 °C.
  - Humedad relativa: 60% ±10%.
- Realizar la calibración en sitio, según las condiciones recomendadas por el fabricante de los equipos:
  - Temperatura: -40 °C hasta +60 °C (-40 °F hasta 140 °F).
  - Humedad relativa: 5% hasta 90%.

#### 4.2 MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS REQUERIDOS

- Patrones de trabajo.

	<b>Procedimiento Calibración y Comprobación de Computadores de Flujo</b>	
	Versión: 8	Código: PPTC-086
Elaboró: José Romero Salazar	Revisó: Rubén Carbonell Cera	Aprobó: Miguel Padilla Martes
Cargo: Profesional (Laboratorio de Metrología)	Cargo: Coordinador (Control Automático y Metrología)	Cargo: Gerente de Ingeniería

- Herramientas varias.

#### 4.3 SEGURIDAD Y CONDICIONES AMBIENTALES

- Toda persona que participe en la ejecución del procedimiento debe conocer y aplicar los estándares de seguridad y manejo ambiental establecidos.
- Se debe seguir estrictamente el Procedimiento Permisos para Trabajos en Caliente, GPE-150-S10, y diligenciar en campo el formato Permiso para Trabajos en Caliente, FTM-090.

<b>Nota:</b> No aplica en el Laboratorio de Metrología.
--

- Los equipos y herramientas utilizados sólo pueden ser operados por personas que tengan el nivel de competencias requerido para el manejo de los mismos.
- Se deben inspeccionar visualmente las herramientas a utilizar, a fin de garantizar que se encuentren en buenas condiciones de operación y, en caso contrario, se debe solicitar su reposición o cambio antes de realizar el trabajo.
- Cuando se realicen ajustes o calibración de equipos a presión, el personal debe evitar colocarse en dirección de la salida del flujo o recorrido del gas.
- Al levantar cargas u objetos pesados, se deben flexionar las rodillas y mantener erguida la espalda. Los pesos superiores a 25 kg deben ser manipulados con ayudas mecánicas o por 2 o más personas.
- Para su seguridad, los participantes en este procedimiento deben usar los siguientes elementos de protección personal:
  - Botas de seguridad
  - Gafas de seguridad
  - Guantes de cuero
  - Casco de seguridad
  - Protectores auditivos
  - Uniforme de trabajo

		<b>Procedimiento Calibración y Comprobación de Computadores de Flujo</b>	
<b>Versión: 8</b>		<b>Código: PPTC-086</b>	
<b>Elaboró:</b> José Romero Salazar		<b>Revisó:</b> Rubén Carbonell Cera	
<b>Cargo:</b> Profesional (Laboratorio de Metrología)		<b>Cargo:</b> Coordinador (Control Automático y Metrología)	
		<b>Estado: V</b>	
		<b>Aprobó:</b> Miguel Padilla Martes	
		<b>Cargo:</b> Gerente de Ingeniería	

- Los residuos generados durante la ejecución del procedimiento se deben clasificar, recolectar, almacenar, transportar y disponer de acuerdo con la Guía General para el Manejo de Residuos, PPE-383.

#### 4.4 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- API "Manual of petroleum measurement standards" - Chapter 21 Flow measurement using electronic metering systems - Section 1, "Electronic gas measurement"; Washington, 1993. AGA Report - 3, part 1, General Equations and Uncertainty Guidelines.
- AGA Report No. 3 "Orifice metering of natural gas and other related hydrocarbon fluids"; Virginia, 1985.
- AGA Report No. 3 "Orifice metering of natural gas and other related hydrocarbon fluids" - Part 4 "Background, development, implementation procedure, and subroutine documentation for empirical flange-tapped discharge coefficient equation"; Virginia, 1992.
- AGA Report 7 - Measurement of gas by turbine meters.
- AGA Report No. 8 "Compressibility and supercompressibility for natural gas and other hydrocarbon gases"; Virginia 1985.
- AGA Report 9 - Measurement of Gas by Multipath Ultrasonic Meters.
- AGA Report No. 11 Measurement of Natural Gas by Coriolis Meter. 2003.
- ASME B40.1-1998: Gauge: Pressure Indicating Dial Type: Elastic Element.
- ASME B40.7-1998: Gauges: Pressure Indicating Digital.
- ASME B40.200-2001: Thermometers, direct reading and remote reading. Including ASME B40.9: Thermowells for thermometers and electrical temperature sensors.
- ASTM E220-02: Standard test method for calibration of thermocouples by comparison techniques.
- ASTM E 644-02: Standard test Method for Testing Industrial Resistance Thermometers.
- ISO 5167 "Measurement of fluid flow by means of orifice plates, nozzles and venturi tubes inserted in circular cross section conduits running full";

	Procedimiento Calibración y Comprobación de Computadores de Flujo	
	Versión: 8 Elaboró : José Romero Salazar Cargo : Profesional (Laboratorio de Metrología)	Código: PPTC-096 Revisó : Rubén Carbonell Cera Cargo : Coordinador (Control Automático y Metrología)

Geneve, 1980.

- ISO/TR 5168 "Measurement of fluid flow - Evaluation of uncertainties"; Geneve 1998.
- Resolución No. 071 "Reglamento Único de Transporte de Gas Natural (RUT)". Santa Fe de Bogotá, D.C., 1999.
- NTC 4055. Modalidades prácticas para la elaboración de procedimientos de calibración y comprobación de los medios de medición.
- NTC-2194 Vocabulario de términos básicos y generales en metrología. EQV al VIM.
- Norma técnica colombiana GTC 51. Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones.

## 5. CONTENIDO

### 5.1 PROCEDIMIENTO

**Nota:**

El método de calibración utilizado consiste en la comparación directa del valor de la variable medida indicada por el computador de flujo, con el valor de un patrón de referencia calibrado, aplicando las respectivas correcciones a la indicación.

Para la calibración de los computadores de flujo, objeto de este procedimiento, se usará el *software* provisto por el fabricante respectivo. Los pasos a seguir en la calibración son idénticos para todos los tipos de equipos, usando para ello el *software* apropiado.

El *Manual of Petroleum Measurement Standards - Chapter 21 - Section 1*, recomienda que la calibración de los transmisores de presión y temperatura se realice en diferentes puntos del rango del instrumento en forma creciente y decreciente. Si se encuentra al menos una lectura fuera del rango de tolerancia permitida por el instrumento, el equipo debe ajustarse de acuerdo con el procedimiento recomendado por el fabricante para eliminar el error y proceder nuevamente a calibrar el equipo.

	Procedimiento Calibración y Comprobación de Computadores de Flujo	
	Versión: 8 Elaboró : José Romero Salazar Cargo : Profesional (Laboratorio de Metrología)	Código: PPTC-095 Revisó : Rubén Carbonell Cera Cargo : Coordinador (Control Automático y Metrología)

5.1.1 En primera instancia, fije las variables de operación del computador de flujo por medio del *software* correspondiente del equipo a calibrar.

5.1.2 Saque de servicio el computador de flujo, cerrando las válvulas de bloqueo de alimentación del sensor (aguas arriba y aguas abajo para el caso de los tubos de medición).

**Nota:**

Se deben abrir las válvulas igualadoras del *manifold* y luego la válvula de drenaje, a el fin de liberar la presión en las tomas del equipo.

5.1.3 Calibración del sensor-transmisor de presión diferencial (si aplica).

5.1.3.1 Con las válvulas igualadoras abiertas y las tomas del *manifold* del equipo expuestas a la atmósfera, tome la lectura para una presión de referencia de cero (0) in H<sub>2</sub>O, y registre en el formato Calibración de Computadores de Flujo Instalados con Medidores Tipo Placa de Orificio, [FTC-182](#), el valor observado en el respectivo *software*.

5.1.3.2 Conecte el equipo patrón para presión diferencial en la toma de alta "H" de la celda diferencial, con las válvulas igualadora y de drenaje y las tomas aguas arriba y aguas abajo cerradas, permitiendo suministrar presión a la toma de alta "H".

**Nota:**

La toma de baja "L" debe permanecer abierta a la atmósfera.

5.1.3.3 Tome las lecturas de acuerdo con lo indicado en el formato Calibración de Computadores de Flujo Instalados con Medidores Tipo Placa de Orificio, [FTC-182](#).

**Nota:**

Las lecturas serán realizadas en 0%, 20%, 50%, 80% y 100% del rango del instrumento, de manera creciente y decreciente. Es importante que la toma de lecturas ascendente y descendente se lleve a cabo completamente antes de decidir ajustar el transmisor.

5.1.3.4 Para el cálculo de incertidumbre, tome cuatro (4) lecturas de la presión diferencial en el punto de trabajo del sensor durante el recorrido ascendente, a través de los diferentes porcentajes del rango, y regístrelas

## ANEXO 6: PROCEDIMIENTO PARA EL ENGRASE DE VALVULAS

	<b>Procedimiento para Engrase de Válvulas y Operadores Hidroneumáticos</b>	
Versión: 7	Código: PMTR-008-S2	Estado: V
Elaboró: Walter Aparicio C.	Revisó: Walter Aparicio	Aprobó: Carlos Moreno
Cargo: Profesional (Distrito Barranquilla)	Cargo: Profesional (Distrito Barranquilla)	Cargo: Gerente de Mantenimiento

Todos los derechos reservados. Ninguna reproducción, copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin un permiso escrito.

Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor o copyright en Colombia, las cuales son: Artículo 81 de la Constitución Política de Colombia; Decisión Andina 351 de 1993; Código Civil, Artículo 871; Ley 23 de 1982; Ley 44 de 1993; Ley 509 de 2000 (Código Penal Colombiano), Título VIII; Ley 803 de 2000; Decreto 1380 de 1989; Decreto 480 de 1995; Decreto 182 de 1998.

### 1. OBJETO

Lubricar el cuerpo y el motor de una válvula, a fin de obtener sello y garantizar la maniobrabilidad de la misma.

### 2. ALCANCE

Aplica para todas las válvulas de bloqueo o seccionamiento instaladas en el gasoducto troncal, los ramales, las redes de distribución y las estaciones.

### 3. DEFINICIONES

**Regulador de presión:** Dispositivo que se utiliza para reducir y controlar la presión del gas a un setting deseado.

**Válvula de seccionamiento:** Dispositivo ubicado estratégicamente a lo largo del gasoducto, con el propósito de bloquear el flujo de gas en la línea en caso de emergencia (sobrepresión, rotura), o por razones operacionales.

**Rodamiento:** Elemento utilizado para disminuir la fricción entre un eje y su cuerpo de trabajo. Está formado por dos cilindros en los que se intercala un juego de balineras, rodillos o agujas metálicas que giran libremente.

**Cremallera:** Pieza de acero conectada a una rueda dentada que engrana perfectamente para transformar un movimiento circular a rectilíneo o viceversa.

### 4. CONDICIONES GENERALES

#### 4.1 PRERREQUISITOS

No aplica

#### 4.2 MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS REQUERIDOS

Para garantizar la perfecta ejecución de esta actividad deben utilizarse los siguientes elementos:

- Grasa sellante.

	<b>Procedimiento para Engrase de Válvulas y Operadores Hidroneumáticos</b>		
	Versión: 7	Código: PMTR-008-S2	Estado: V
	Elaboró: Walber Aparicio C.	Revisó: Walber Aparicio	Aprobó: Carlos Moreno
	Cargo: Profesional (Distrito Barranquilla)	Cargo: Profesional (Distrito Barranquilla)	Cargo: Gerente de Mantenimiento

- Grasa resistente a altas temperaturas.
- Engrasadora neumática.
- Disolventes.
- Caja de herramientas.
- Elementos menores, como trapos y lija.

#### 4.3 SEGURIDAD Y CONDICIONES AMBIENTALES

- Los equipos y herramientas que se utilicen sólo pueden ser operados por personas que tengan el entrenamiento requerido en el manejo de los mismos.
- Se debe disponer de las Hojas de Seguridad (MSDS) de los lubricantes a utilizar. El personal debe leerlas y conocer los riesgos de su manejo y los procedimientos de emergencia en caso de contacto accidental con estos productos.
- Para los trabajos en altura se debe seguir lo dispuesto en el Procedimiento para la Realización de Trabajos en Altura [GPE-378](#).
- Al realizar una purga o venteo se debe prever el trayecto que pueda seguir la purga y mantenerse fuera de su alcance. Se deben utilizar recipientes para recolectar residuos líquidos.
- Los residuos de grasa y trapos sucios de la misma, se deben depositar en recipientes con tapa y disponerse en los sitios destinados en las estaciones para los residuos peligrosos.
- Los participantes en esta actividad deben usar los siguientes elementos de protección personal:

- Gafas de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Guantes de cuero o caucho según se requiera.
- Protectores auditivos.
- Arnés de seguridad.

#### 4.4 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Formato Engrase de Válvulas [FTM-085](#).

	<b>Procedimiento para Engrase de Válvulas y Operadores Hidroneumáticos</b>	
	Versión: 7	Código: PMTR-008-S2
Elaboró: Walter Aparicio C.	Revisó: Walter Aparicio	Aprobó: Carlos Moreno
Cargo: Profesional (Distrito Barranquilla)	Cargo: Profesional (Distrito Barranquilla)	Cargo: Gerente de Mantenimiento

## 5. CONTENIDO

### 5.1 PROCEDIMIENTO

#### 5.1.1 Engrase y lubricación del cuerpo de la válvula.

Esta actividad se realiza utilizando engrasadoras neumáticas o manuales, dependiendo de las recomendaciones del fabricante. El objetivo principal es asegurar o restablecer el sello de la válvula cuando ésta trabaje cerrada.

La cantidad de grasa aplicada dependerá de las especificaciones dadas por el fabricante.

**Nota:**

Es conveniente drenar periódicamente el cuerpo de la válvula, si los drenajes instalados lo permiten, con el objeto de evacuar líquidos, sedimentos condensados, entre otros, acumulados en el cuerpo de la válvula.

- 5.1.1.1 Determine la presión necesaria para impulsar la grasa desde la engrasadora hasta el cuerpo de la válvula.

**Nota:**

Este valor se encuentra indicado en el manual de la engrasadora.

- 5.1.1.2 Disponga de un compresor de aire con la capacidad necesaria para lograr el impulso de la grasa desde la engrasadora hasta el cuerpo de la válvula.
- 5.1.1.3 Prepare la engrasadora de acuerdo con las instrucciones dadas por el fabricante y contenidas en el manual de la misma.
- 5.1.1.4 Conecte la engrasadora a la salida del conjunto regulador - manómetro del compresor de aire.
- 5.1.1.5 Abra la válvula de purga para ventear el aire atrapado en las mangueras que empalman con las graseras.
- 5.1.1.6 Acople la manguera de la engrasadora a la graseras de la válvula.

## ANEXO 7: PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO MAYOR ACTUADOR

	Procedimiento para el Mantenimiento Mayor de los Actuadores Bettis 43DH	
Versión: 1	Código: PPTM-708	Estado:
Elaboró: Campo Elias Mosquera P.	Revisó: Walter Aparicio G.	Aprobó: Carlos Moreno A.
Cargo: Coordinador (Distrito Sahagún)	Cargo: Profesional (Instrumentación)	Cargo: Gerente de Mantenimiento

Todos los derechos reservados. Ninguna reproducción, copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin un permiso escrito.

Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente si un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor o copyright en Colombia, las cuales son: Artículo 61 de la Constitución Política de Colombia; Decisión Andina 351 de 1993; Código Civil, Artículo 671; Ley 23 de 1982; Ley 44 de 1993; Ley 599 de 2000 (Código Penal Colombiano), Título VIII; Ley 603 de 2000; Decreto 1360 de 1989; Decreto 460 de 1995; Decreto 162 de 1996.

### 1. OBJETO

Realizar mantenimiento mayor a los actuadores Bettis 43DH, a fin de garantizar la segura operación y conservar el buen estado de los mismos.

### 2. ALCANCE

Aplica para los actuadores Bettis modelo 43DH instalados en las válvulas de seccionamiento.

### 3. DEFINICIONES

- **Válvula de seccionamiento:** Dispositivo ubicado estratégicamente a lo largo del gasoducto, con el propósito de bloquear el flujo de gas en la línea, en caso de emergencia (sobrepresión, rotura) o por razones operacionales.
- **Actuador:** Dispositivo que ejecuta la acción de control y envía la señal a la válvula, para abrirla o cerrarla. Puede ser hidráulico, neumático o electrónico.
- **Setting:** Valor de referencia o punto de control de un sistema, lazo de control o controlador. Para el caso de los actuadores neumáticos se tienen tres *settings* de corte: alta, baja y ROD (*Rate of drop*).
- **Cilindro:** Dispositivo donde se desplazan los pistones que accionan el mecanismo para abrir y cerrar la válvula acoplada al actuador.

	Procedimiento para el Mantenimiento Mayor de los Actuadores Bettis 43DH	
	Versión: 1 Elaboró : Campo Elias Mosquera P. Cargo : Coordinador (Distrito Sahagún)	Código: FPTM-738 Revisó : Walter Aparicio C. Cargo : Profesional (Instrumentación)

#### 4. CONDICIONES GENERALES

##### 4.1 PRERREQUISITOS

- Previa ejecución del procedimiento se debe:
  - Conocer la ubicación del actuador al que se le va a realizar el mantenimiento.
  - Tramitar, de ser necesario, el permiso de ingreso al lugar donde se encuentre instalado el actuador.
  - Inspeccionar el área con el equipo detector de fugas, de acuerdo con el procedimiento Medición de Gases, [GPE-150-S15](#).
  - Diligenciar el formato Permiso para Trabajos en Caliente, [ETM-090](#).
  - Informar al Centro Principal de Control que se va a ejecutar el procedimiento y verificar en 9000.doc los *settings* del actuador

##### 4.2 MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS REQUERIDOS

- Detector de fuga.
- Cámara fotográfica.
- Elementos menores (lija, cincel, cepillo de alambre, espátula, trapo).
- Extintores CO<sub>2</sub> y/o de polvo químico (mínimo 20 lb).
- Martillo de bronce.
- Parasol.
- Juego de dados de 7/16" – 1".
- Llave expansiva de 24".
- Juego de llaves de boca y estrías de 7/16" - 1 ¼".
- Llave L de ½".
- Aceite DT-24 Móvil Código SAP 10006870.
- Kit de reparación mayor Código SAP 40013474.
- Trapos.
- Materiales para absorber derrames.
- Cronómetro.
- Disolvente.
- Recipiente (balde) de 5 lts.
- Vehículo campero.

	Procedimiento para el Mantenimiento Mayor de los Actuadores Bettis 43DH	
	Versión: 1	Código: PPTM-708
Elaboró : Camilo Elias Mosquera P.	Revisó : Walter Acaricio C.	Aprobó : Carlos Moreno A.
Cargo : Coordinador (Distrito Sahagún)	Cargo : Profesional (Instrumentación)	Cargo : Gerente de Mantenimiento

#### 4.3 SEGURIDAD Y CONDICIONES AMBIENTALES

- Toda persona que participe en la ejecución del procedimiento debe conocer y aplicar los estándares de seguridad y manejo ambiental establecidos.
- Durante el mantenimiento, no se debe permitir en la zona de labores la presencia de personas ajenas a Promigas o a la firma designada por ésta.
- Los equipos y maquinaria utilizados deben ser operados por personas que tengan el nivel de competencias requerido para el manejo de los mismos.
- Durante el mantenimiento, el personal que ejecuta el procedimiento debe evitar colocarse en dirección de la salida del flujo de gas o, en general, en el trayecto del gas.
- Se debe evitar golpear la tubería con objetos metálicos filosos o cuyos materiales puedan ocasionar una chispa.
- No debe haber ninguna fuente de ignición, a menos de 30 metros de la zona donde se realizará la reparación, a fin de prevenir un incendio o una explosión.
- Se debe aplicar el procedimiento Permisos para Trabajos en Caliente GPE-150-S10 y diligenciar en campo el formato Permiso para Trabajos en Caliente FTM-090.
- El área de trabajo debe ser señalizada y acordonada con cinta de señalización preventiva.
- Se debe contar con señalización preventiva adecuada para los vehículos y equipos.
- Se debe disponer de dos extintores de polvo químico de 20 lbs o CO<sub>2</sub> de 15 lbs en el lugar de los trabajos.
- En los casos en que se requiera realizar trabajos en altura debe seguirse lo dispuesto en el Procedimiento para la Realización de Trabajos en Altura, GPE-376, y diligenciar el formato Permiso para Trabajos en Altura, FE-656.
- Se debe disponer de las Hojas de Seguridad de los productos químicos a emplear, tales como lubricantes, disolventes y pinturas. El personal

	Procedimiento para el Mantenimiento Mayor de los Actuadores Bettis 43DH	
	Versión: 1	Código: PPTM-708
Elaboró : Camilo Elias Mosquera P.	Revisó : Walter Aparicio C.	Aprobó : Carlos Moreno A.
Cargo : Coordinador (Distrito Sahagún)	Cargo : Profesional (Instrumentación)	Cargo : Gerente de Mantenimiento

debe leerlas y conocer los riesgos de su manejo y las instrucciones de emergencia en caso de contacto accidental con estos productos.

- Para su seguridad, los participantes en este procedimiento deben utilizar los siguientes elementos:
  - Guantes de cuero.
  - Botas de seguridad con puntera.
  - Gafas de seguridad.
  - Protectores auditivos.
  - Impermeables. (cuando aplique)
  - Botas pantaneras. (cuando aplique)
  - Guantes de caucho o de plástico. (cuando aplique)
  - Casco de seguridad.
- Los residuos generados durante la ejecución del procedimiento se deben clasificar, recolectar, almacenar, transportar y disponer de acuerdo con la Guía General para el Manejo de Residuos, PPE-383.
- Los derrames accidentales de aceites u otras sustancias peligrosas se deben controlar, recolectar, limpiar, reportar y disponerse como residuos peligrosos de acuerdo con la Guía General para el Manejo de Residuos, PPE-383. La recolección y la limpieza se deben realizar con material absorbente (nunca utilizar agua).
- Una vez finalizados los trabajos, las áreas utilizadas se deben dejar en las condiciones en que se encontraban antes de iniciarse los mismos.
- Se debe respetar la vida de los animales silvestres que eventualmente se encuentren, mientras no representen peligro potencial para el personal que ejecute los trabajos. Está prohibida la caza o pesca de animales silvestres por parte del personal que realiza este procedimiento.
- Las inquietudes, las quejas, los reclamos o las solicitudes presentados por la comunidad, las autoridades o los propietarios de predios durante la ejecución de los trabajos, se deben atender en el sitio. Se debe dar respuesta inmediata cuando se trate de temas relacionados con información corporativa de Promigas, características de los trabajos que se realizan y medidas de HSE establecidas. Cuando no sea posible dar respuesta inmediata, se debe registrar los nombres, dirección o teléfono de las personas a quienes se va a responder, y así mismo reportar los respectivos casos en el módulo de quejas y reclamos de SAS para su posterior atención.

	Procedimiento para el Mantenimiento Mayor de los Actuadores Bettis 43DH	
	Versión: 1	Código: PPTM-708
Elaboró: Camilo Elias Mosquera P.	Revisó: Walter Aparicio C.	Aprobó: Carlos Moreno A.
Cargo: Coordinador (Distrito Sahagún)	Cargo: Profesional (Instrumentación)	Cargo: Gerente de Mantenimiento

- Se debe mantener en buen estado de funcionamiento toda la maquinaria que estará a disposición del proyecto, a fin de evitar escapes de lubricantes o combustibles que puedan afectar los suelos, cursos de agua, aire, animales y plantas.
- Para la ejecución de actividades que requieran la ocupación o el acceso a predios privados, se deben obtener previamente los permisos o autorizaciones ante los propietarios o tenedores.

#### 4.4 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Formato Reporte Inicial de Accidentes o Emergencias en el Gasoducto, [FE-014](#).
- Reporte Inicial de Accidentes o Emergencias en el Gasoducto, FE-014
- Procedimiento Permisos para Realizar Trabajos en Caliente, [GPE-150-S10](#).
- Formato Permiso para Trabajos en Caliente, [ETM-090](#).
- Procedimiento Medición de Gases, [GPE-150-S15](#).
- Procedimiento para el Reporte e Investigación de Incidentes de Trabajo, [GPE-150-S6](#).
- Formato Informe Interno de Incidente, [FA-093](#).
- Procedimiento para la Realización de Trabajos en Altura, [GPE-376](#).
- Formato Permiso para Trabajos en Altura, [FE-656](#).
- Lista de Chequeo Mantenimiento de Elementos para Trabajo en Altura, [FE-658](#).
- Normas de Uso de Herramientas Mecánicas Portátiles, [GPE-378](#).
- Procedimiento Guía General para el Manejo de Residuos, [PPE-383](#).
- Plan de Manejo Ambiental, PPE-384.
- Norma de Suministro, Uso y Cuidados de Elementos de Protección Personal (EPP), GNE-377.
- Procedimiento Clasificación y Reparación de Fugas, [PMTR-008-S18](#).
- Manual del fabricante Bettis "SERVICE MANUAL No. I-0006".