



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**REDISEÑO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE ADITIVO
HITEC®3000 EN REFINERÍA MANAGUA, PUMA ENERGY S.A.**

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES

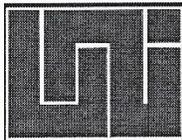
Br. Noel José Berrios Amador

Br. Moisés Abraham López Gutiérrez

TUTOR

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez

Managua, 10 de Febrero de 2015



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

BERRIOS AMADOR NOEL JOSÉ

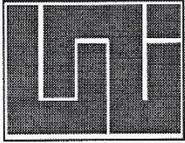
Carne: **2005-20126** Turno **Diurno** Plan de Estudios **971A** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los seis días del mes de febrero del año dos mil quince.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

LÓPEZ GUTIÉRREZ MOISES ABRAHAM

Carne: **2005-20794** Turno **Diurno** Plan de Estudios **971A** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los seis días del mes de febrero del año dos mil quince.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Tecnología de la Industria

DECANATURA

A: Brs. Noel José Berrios Amador
Moises Abraham López Gutiérrez

DE: Facultad de Tecnología de la Industria

FECHA Lunes 01 de Septiembre del 2014

Por este medio hago constar que su trabajo de Investigación Titulado “Rediseño del Sistema de Inyección de Aditivo HITEC®3000 en Refinería Managua, Puma Energy S.A.”. Para obtener el título de Ingeniero Industrial, y que contara con Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez, como profesor guía, ha sido aceptado por esta Decanatura por lo que puede proceder a su realización.

Cordialmente,


Ing. Daniel Cuadra Horney
Decano



Cc: Archivo

Managua, 06 de febrero de 2015

Ing. Daniel Cuadra Horney
Decano – Facultad de Tecnología de la Industria
Universidad Nacional de Ingeniería
Su despacho

Estimado Ingeniero Cuadra:

Me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que he revisado detalladamente el trabajo monográfico titulado **“REDISEÑO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE ADITIVO HITEC®3000 EN REFINERÍA MANAGUA, PUMA ENERGY S.A.”** elaborado por los bachilleres **Noel José Berrios Amador** y **Moisés Abraham López Gutiérrez** para optar al título de Ingeniero Industrial.

Como tutor he revisado el trabajo monográfico y considero que el mismo cumple con los requisitos para ser evaluado por el jurado calificador que usted designe.

Sin otro particular, le saludo

Atentamente,


Ing. Wilmer Ramírez

Tutor



PUMA ENERGY BAHAMAS, S.A.

Managua, 6 de Febrero del 2015

Ing. Daniel Cuadra Horney
Decano – Facultad de Tecnología de la Industria (FTI)
Universidad Nacional de Ingeniería (UNI – RUPAP)
Su despacho

Estimado Ing. Cuadra:

Me dirijo a usted para informarle que los señores **Noel Berrios** (001-180988-0010X) y **Moisés López** (161-270687-0006G), empleados del área de refinería de nuestra compañía (Puma Energy Bahamas S.A) y egresados de la carrera de Ingeniería Industrial, han realizado y presentado ante la gerencia su estudio monográfico titulado **“REDISEÑO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE ADITIVO HITEC®3000 EN REFINERÍA MANAGUA, PUMA ENERGY S.A.”**, cumpliendo satisfactoriamente los objetivos del estudio y los requerimientos de la compañía para su implementación.

Sin más a que referirme, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Cordialmente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Mauricio Espinosa".

Ing. Mauricio Espinosa
Gerente de Refinería
Puma Energy Bahamas S.A.

PUMA ENERGY BAHAMAS, S.A.

Dedicatoria

A Dios Por todas las bendiciones que recibimos día a día en nuestras vidas.

A nuestros Padres Por todo el amor, sacrificio y esfuerzo que nos han brindado para hacernos personas de bien.

A nuestros Seres Queridos Por ser fuente de apoyo e inspiración en la culminación de nuestras metas.

Agradecimiento

A nuestros Profesores Por la amistad que nos han brindado, la dedicación, el apoyo y la paciencia demostrada durante nuestro proceso de formación profesional y culminación de estudios.

A la UNI Por educarnos profesionalmente, con sólidos conocimientos en ingeniería industrial, conciencia social, ética y humanística.

A Afton Chemical Por el apoyo de los ingenieros Dan Hiebert, Orlando Pérez y Ron Phillips quienes nos asesoraron durante todo el proceso de rediseño al sistema de inyección de aditivo Hitec® 3000.

A Refinería Puma Energy Por brindarnos la oportunidad de presentar este estudio, además del apoyo del personal ejecutor, analítico y supervisor de los departamentos Técnico, Proceso, Mantenimiento y Logística cuya asesoría hizo posible el presente estudio. Especial agradecimiento a los ingenieros Gabriel Abud, Daniel Sánchez y Ruth Bravo por su valiosa contribución.

Br. Noel José Berrios Amador / Br. Moisés Abraham López Gutiérrez

Resumen

El HITEC[®]3000 (MMT) es un aditivo formulado a base de manganeso que se inyecta en los tanques de gasolina para incrementar el octanaje. Durante este proceso de inyección y certificación de gasolina a venta, se han observado diferencias entre los resultados de octanaje y manganeso (obtenidos) y el cumplimiento de la especificación de calidad (o resultado esperado). Si el resultado es inferior a la especificación de calidad, se genera un reproceso que afecta la disponibilidad de producto certificado a venta; si el resultado es superior a la especificación de calidad, se generan costos operativos por regalos de calidad y consecuentemente se reduce el margen de utilidad del negocio.

El presente estudio evalúa el rediseño del sistema de inyección de aditivo HITEC[®]3000 (MMT) para que inyecte la cantidad requerida de aditivo de manera eficiente, segura y confiable, garantizando el cumplimiento de la especificación de octanaje (RON) en la gasolina Premium y Regular.

Se evaluó el sistema de inyección actual, detectándose un notorio cumplimiento de las normas de seguridad, los requisitos técnicos y de diseño establecidos por la compañía. Sin embargo, se encontró puntos de mejora respecto a procedimientos, entrenamiento, sistema contra incendio, sistema eléctrico y dispositivos de contención de derrames. Adicionalmente, se realizó pruebas experimentales en el sistema de inyección actual, cuantificándose un error promedio de inyección del **4.3%**, equivalente a un desperdicio de **984.2 lb/año** de MMT (**US\$ 17,700**).

Mediante el método de matriz de decisión, se determinó que la mejor alternativa de inversión basada en los criterios de seguridad, especificaciones técnicas, confiabilidad de mediciones, ahorro, disponibilidad de aditivo, y mínimo costo de inversión; corresponde a la implementación de las recomendaciones de seguridad de la evaluación inicial, restablecimiento del sistema de medición actual, instalación de una nueva báscula, conexión en serie de un nuevo cilindro

MPT e instalación de un sistema de medición por coriolis; todo esto para duplicar la cantidad de aditivo disponible en el área de inyección, incrementar la precisión de las mediciones y finalmente optimizar el consumo del HITEC® 3000.

Mediante el análisis costo-beneficio considerando una TMAR de 15 % y un período de análisis de 7 años, se determinó que la alternativa seleccionada se debe realizar con el apoyo de Afton Chemical para generar los mayores beneficios en cuanto a los parámetros VPN = **US\$69,601**, TIR = **295.9%**, BAUE= **US\$16,722** y PRI = **0.39 años**.

Utilizando la guía SAPS 004 de Puma Energy para la administración de cambios, se definió el nivel del cambio y los niveles de aprobación de la propuesta en estudio. Esta herramienta permitió documentar el rediseño propuesto, las razones y su base técnica; así como evaluar previamente los riesgos asociados y las medidas preventivas.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Cartas de Egresado	I
Carta de Aprobación de Protocolo	III
Carta del Tutor	IV
Carta de Puma Energy que avala Monografía	V
Dedicatoria	VI
Agradecimiento	VI
Resumen	VII
1. Introducción	1
2. Antecedentes	3
3. Justificación	4
4. Objetivos	6
4.1. Objetivo general	6
4.2. Objetivos específicos	6
5. Hipótesis	6
6. Marco Teórico	7
6.1. Generalidades del proceso	7
6.2. Sistema de Administración de Cambios	8
6.3. Evaluación de Medición del Sistema Actual	9
6.4. Precisión de instrumentos	9
6.5. Determinación de la mejor alternativa	10
6.6. Análisis de costo - beneficio	11
Método CAUE – BAUE	11
6.7. Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)	12
7. Diseño Metodológico	14

7.1. Universo de estudio	14
7.2. Variables de estudio.....	14
7.3. Fuentes y formas de obtención de información	15
7.4. Tipo de investigación.....	16
8. Análisis y Presentación de Resultados:.....	17
8.1. Evaluación del sistema actual.....	17
8.2. Determinación de la mejor alternativa.....	43
Criterios de Inversión.....	43
Alternativas propuestas.....	44
Selección de la mejor alternativa	46
8.3. Análisis de Costo – Beneficio (Método BAUE)	48
Planteamiento del caso.....	49
8.4. Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI).....	56
8.5. Manejo del Cambio.....	57
Descripción del Proyecto	57
Determinación de grado de riesgo	60
Determinación de grado de cambio.....	62
Determinación del nivel de cambio	63
Determinación de los requisitos mínimos de control	64
Evaluación de seguridad, higiene industrial y ambiente en proyectos	66
9. Conclusiones.....	76
10. Recomendaciones	78
11. Bibliografía	80
12. Glosario	83
13. Anexos.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables de estudio.....	14
Tabla 2: Lista de verificación de la evaluación del sistema actual.	18
Tabla 3: Análisis cuantitativo de alternativas	48
Tabla 4: Inversión Inicial para cada Alternativa.....	51
Tabla 5: Costo Anual de Mantenimiento	52
Tabla 6: Ahorro o Beneficio Anual Esperado	52
Tabla 7: Flujos netos de efectivo, VPN, BAUE, TIR (sin Afton Chemical)	54
Tabla 8: Flujos Netos de Efectivo, VPN, BAUE, TIR (con Afton Chemical)	55
Tabla 9: Periodo de Recuperación de la Inversión (Sin apoyo de Afton).....	56
Tabla 10: Periodo de Recuperación de la Inversión (Con apoyo de Afton)	56
Tabla 11: Determinación del grado de riesgo	60
Tabla 12: Grado de Riesgo	61
Tabla 13: Determinación del Grado de Cambio	62
Tabla 14: Nivel de cambio	63
Tabla 15: Requisitos mínimos de control	64
Tabla 16: Evaluación HSE - Localización	66
Tabla 17: Evaluación HSO – Materiales Peligrosos.....	67
Tabla 18: Evaluación HSO - Seguridad en procesos.....	69
Tabla 19: Evaluación HSO - Evaluación contra incendios y emergencias.....	70
Tabla 20: Evaluación HSO - Instalaciones Eléctricas	71
Tabla 21: Evaluación HSO - Higiene Industrial	73
Tabla 22: Evaluación HSO - Protección Ambiental.....	74
Tabla 23: Evaluación HSO - Requerimiento de control de contratistas	75
Tabla 24: Verificación de Mediciones de la Báscula del Sistema Actual	99
Tabla 25: Costos por mejoras detectadas en evaluación del sistema actual ...	100
Tabla 26: Tuberías y Accesorios (Compra Local)	102
Tabla 27: Equipos y Accesorios Asumidos por Afton (Compras Exterior)	103
Tabla 28: Costos de Reconexión Eléctrica	104
Tabla 29: Ahorro en Personal (por re-procesos).....	104

Tabla 30: Costos de Mano de Obra para el Rediseño del Sistema	108
Tabla 31: Lista de identificación de válvulas	114
Tabla 32: Matriz de mantenimiento del sistema de inyectos de MMT	117

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Sistema de Administración de Cambios	8
Ilustración 2: Matriz de decisión	11
Ilustración 3: Diagrama de flujo de efectivo (Sin Apoyo de Afton Chemical)	52
Ilustración 4: Diagrama de flujo de efectivo (Con Apoyo de Afton Chemical)...	53
Ilustración 5: Nivel de autorización Refinería	63
Ilustración 6: Etiquetado de Materiales Peligroso (NFPA 704)	68
Ilustración 7: Rotulación de seguridad de cilindro MPT (UN3281, NFPA704) ..	87
Ilustración 8: Regulador de presión de N ₂	87
Ilustración 9: Diques, drenajes y corrosión del sistema	88
Ilustración 10: Rociador Grinnell Duraspeed - SSU-2 (Upright Sprinkler)	88
Ilustración 11: Equipos y tuberías fuera de servicio	89
Ilustración 12: Comprobación de Báscula Actual vs. Báscula Confiable	90
Ilustración 13: Cotización para Calibración de Básculas	105
Ilustración 14: Cotización Software ProLink III.....	106
Ilustración 15: Cotización de Báscula Detecto 954F-100P.....	107
Ilustración 16: Cotización Convertidor Microflex de USB a RS-485	107
Ilustración 17: Mano de Obra y Materiales para cerrar dique de contención..	109
Ilustración 18: Sistema actual - Líneas trazadas a ser eliminadas	110
Ilustración 19: Eductor del sistema actual	111
Ilustración 20: Localización de Tie-In 1 y 2 (esperas para plataforma).....	111
Ilustración 21: Nueva plataforma de medición (coriolis y accesorios)	112
Ilustración 22: P&ID Sistema de MMT Propuesto.....	113
Ilustración 23: Coriolis Micromotion y Transmisor	116
Ilustración 24: Componentes Internos de un Coriolis	116
Ilustración 25: Báscula Detecto 954F100P	117

1. INTRODUCCIÓN

La optimización de mezclas en el negocio de refinación y distribución de hidrocarburos tiene un impacto significativo en el margen de utilidad. Aunque muchas refinerías dirigen sus unidades de proceso cerca del estado óptimo, terminan regalando parte de la ganancia en la mezcla de productos.

En MANREF¹ se trabaja diariamente para operar de manera óptima y alcanzar la eficiencia en el proceso de mezcla y certificación de productos, las pérdidas generadas en este proceso se conocen como regalos de calidad.

Los regalos de calidad son pérdidas generadas por el sobre cumplimiento de las especificaciones de calidad de los productos, en la medida que estos regalos de calidad aumentan, se aumentan los costos operativos y el margen de utilidad se reduce.

Los regalos de calidad en la producción y certificación de gasolina, se controlan mediante dos variables importantes, la especificación de RON (octanaje) y el RVP (presión de vapor). Para obtener de manera eficiente estas especificaciones, se requiere de precisión y seguimiento continuo en cada una de las etapas del proceso de refinación, mezcla, muestreo y certificación.

El HITEC®3000 (MMT) es un aditivo optimizador de gasolina a base de manganeso, el MMT es un producto costoso que requiere de un uso eficiente, se utiliza en la industria para mejorar las propiedades del hidrocarburo, reducir emisiones² al ambiente y elevar el octanaje del producto refinado mediante su inyecta en tanques de almacenamiento.

Recientemente, se ha identificado durante el proceso de inyección de MMT y certificación de gasolina, resultados de octanaje y manganeso distintos a los esperados. En algunos casos, estos resultados no alcanzan las especificaciones de calidad de los productos, lo que genera un reproceso que afecta la logística

¹ **MANREF:** Refinería Managua, Puma Energy S.A.

² Respecto al **tetraetilo de Plomo** y al **Metil-ter-butil-eter**, (MTBE).

del negocio, la disponibilidad de producto certificado a venta, duplica el tiempo de certificación, el dinero y el riesgo por operación; caso contrario, se sobrepasan las especificaciones y se tiende a regalar calidad; estas diferencias son atribuidas a la precisión del sistema de inyectos de HITEC®3000.

Mediante este estudio se plantea dar solución al problema de precisión del sistema de inyección de MMT. Su implementación aportará beneficios como: la reducción de variaciones en los resultados de inyección, simplificación del sistema actual (eliminando componentes fuera de servicio) y mayor disponibilidad de aditivo en el sistema de inyección. Durante el desarrollo se plantea una evaluación del sistema actual (técnica, de diseño y de seguridad), determinación de la mejor alternativa, determinación del beneficio anual uniforme equivalente y periodo de recuperación de la inversión, además de la evaluación formal de la alternativa de solución propuesta mediante la metodología del sistema de administración de cambios de Puma Energy.

2. ANTECEDENTES

En el año 2012, MANREF estimó **US\$ 270,908** por regalos de calidad en especificación de RON para la gasolina Premium y Regular. En 2013, la cifra se redujo significativamente a **US\$ 30,226** (aprox. C\$ 800,990), aunque es una cifra 8.96 veces menor que la estimación del año 2012, los resultados aún no son satisfactorios; parte de estos costos son atribuidos a la precisión del sistema de inyección de aditivo HITEC®3000.

El sistema de inyectos de MMT lleva más de 10 años en servicio y ha tenido un mantenimiento limitado. Actualmente, el sistema no funciona de acuerdo a su diseño original, parte de sus componentes se encuentran en mal estado (coriolis, electrónica, tuberías y accesorios) y otros equipos que aún funcionan (como la báscula) han demostrado tener falta de precisión al observar los resultados obtenidos y compararlos con los esperados, lo que se traduce en pérdidas a la empresa por re-proceso o sobre cumplimiento de la especificación de calidad en la gasolina a venta.

Desde el año 2012 MANREF ha intensificado el seguimiento a la temática de los regalos de calidad y para reducir sus costos está garantizando todo un proceso de control:

- a. Seguimiento a las calidades de las corrientes de producto a tanque.
- b. Monitoreo a muestras de calidad de producto en tanques.
- c. Resultados de laboratorio exactos (equipos certificados).
- d. Re-verificación de cálculos de aditivo a inyectar y tiempos de recirculación en tanque.
- e. Precisión de los instrumentos de medición utilizados.

MANREF ha cumplido las 4 primeras etapas en el proceso de certificación de gasolina, solo resta trabajar en la precisión de los instrumentos de medición de inyectos de aditivo HITEC®3000 (MMT) y al mismo tiempo, solucionar problemas implícitos como la disponibilidad de MMT en el sistema de inyección a cualquier hora del día (incluso cuando no hay operador de montacargas para reemplazar contenedores vacíos), eliminación de componentes no útiles (simplificación del sistema actual), seguridad de las instalaciones y del manejo del producto y mejora del aspecto en el área.

3. JUSTIFICACIÓN

Este estudio evalúa el rediseño del sistema de inyección de aditivo HITEC®3000 (MMT) para que inyecte la cantidad requerida de aditivo de manera precisa, garantizando el cumplimiento de la especificación de octanaje (RON) en la gasolina Premium y Regular sin re-procesos o pérdidas por sobre cumplimiento de la especificación. Mediante su implementación, se esperan obtener los siguientes beneficios:

Mejora en la precisión del sistema de inyección: el sistema actual de medición de inyector (báscula) ha demostrado variaciones entre los resultados esperados y los resultados obtenidos, la precisión de estos instrumentos depende de constantes mantenimientos y puede ser afectada por constantes golpes al subir o bajar los cilindros de MMT con montacargas. Mediante la mejora al sistema de inyección, se espera reducir la necesidad de costear mantenimientos de báscula, reducir las variaciones mediante un sistema de medición digital (más preciso) que no requiera mantenimiento periódico, su precisión no sea afectada por golpes con montacargas y que cuente con funciones de auto-calibración, medición de flujo y totalizador con memoria para el control de inyector y de inventario.

Reducción de costos por regalos de calidad y/o re-proceso: Al mejorar la precisión en el inyector, se facilitaría certificar un tanque dentro de la especificación de calidad y se reducirían los costos atribuidos a la precisión del sistema, como son los costos por re-proceso (riesgo en operación, tiempo, energía, personal, disponibilidad de producto a venta) y los costos por regalos de calidad (desperdicio de aditivo). Al optimizar el consumo de aditivo se espera que los costos de adquisición e importación se reduzcan.

Disponibilidad de MMT en horas no hábiles: Se mejorará el sistema de inyector garantizando disponibilidad de aditivo cuando se requiera, esto permitirá planificar el reemplazo de contenedores de MMT vacíos por llenos y evitará problemas de disponibilidad cuando el único contenedor de aditivo conectado al

sistema se agota en horarios en los cuales no se cuenta con operador de montacargas certificado.

Simplificación del sistema actual: al rediseñar el sistema se determinará qué elementos son útiles y que elementos no lo son. Los elementos no útiles serán eliminados de la configuración actual, de manera que se simplifique la manipulación del sistema para los operadores. Todas las válvulas útiles del sistema de inyección deberán ser numeradas. Los procedimientos operativos deberán ser específicos para cada tarea y harán mención de los números de válvulas involucrados y la posición que deben tener (abierta o cerrada) para la ejecución de la tarea.

Incremento en la seguridad de las instalaciones y en el manejo del producto: Al simplificar el sistema eliminando los elementos que no serán útiles, se reduce el riesgo de errores en la manipulación. Adicionalmente, se evaluarán las condiciones actuales de seguridad y diseño mediante la revisión de las recomendaciones en el Manual Técnico de Puma Energy y las guías del sistema de administración de cambios; la aplicación de esta metodología permitirá identificar puntos claves que serán considerados para la mejora del sistema.

Mejora del aspecto en el área: mediante la aplicación de recubrimiento (pintura) a las tuberías de proceso, tuberías del sistema contra incendio, estructuras y paredes en el área de inyección, se le dará un mejor aspecto, mayor protección y vida útil al sistema.

Planes a futuro: este proyecto servirá como premisa para reducir los costos por adquisición de aditivo HITEC® 3000; mediante un nuevo estudio, se podrá evaluar la adquisición de aditivo en contenedores “Isotanques”, los cuales tienen mayor tamaño, más capacidad de almacenaje y un posible costo de adquisición y transporte inferior. Adicionalmente, se espera que la inversión que se realice sirva para una futura automatización del sistema, mediante la instalación de un relacionador entre la producción de gasolina a tanque y el aditivo MMT requerido.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

- Mejorar la precisión del sistema de inyección de aditivo HITEC®3000 (MMT) ³ para optimizar su consumo en el proceso de certificación de gasolina Premium y Regular de MANREF.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el sistema actual de inyección desde el punto de vista técnico, de diseño y de seguridad para determinar puntos de mejora importantes.
- Determinar la alternativa de inversión más conveniente en cuanto a costo, beneficio y/o planes de compra/inversión futuros.
- Calcular el beneficio anual uniforme equivalente (BAUE) y periodo de recuperación de la inversión para la mejor de las alternativas.
- Realizar evaluación del cambio para la mejor alternativa propuesta mediante la metodología de Puma Energy para garantizar el buen funcionamiento del sistema.

5. HIPÓTESIS

Al mejorar el diseño del sistema de inyección de HITEC® 3000 se optimizara su consumo en el proceso de certificación de gasolina Premium y Regular.

³ HITEC®3000 (MMT): compuesto órgano-metálico puro con 24.4% de Manganeso y densidad 1.38 g/ml: Metil Ciclopentadienil Tricarbonil Manganeso.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. GENERALIDADES DEL PROCESO

La especificación de RON o también llamado Octanaje se controla para la gasolina Premium en 95 octanos y para la gasolina Regular en 88 octanos, este parámetro de calidad se obtiene a través de dos factores; **el primero** es el aumento o disminución de la severidad en la unidad de reformación catalítica, a mayor severidad en el reformador, mayor obtención de números de octanos en las corrientes de gasolina a tanque y por consiguiente mayor degradación del catalizador y mayor consumo de energía; **el segundo factor** está basado en la mezcla de aditivos optimizadores de octanaje a la gasolina producida que se encuentra almacenada en tanques (antes de su certificación a venta). Un aditivo bien conocido por sus cualidades optimizadoras de octanaje es el HITEC® 3000 o también llamado MMT por su nomenclatura química (Metil Ciclopentadienil Tricarbonil Manganeso), este aditivo es muy costoso pero es más económico que el catalizador de los reactores en la unidad de reformación de la planta.

El HITEC® 3000 tiene una capacidad limitada para aumentar el número de octanos en 2 o 3 unidades máximo, además provee un beneficio ambiental significativo en la reducción de emisiones contaminantes⁴. Existe un **límite máximo (económicamente factible)** considerado por Puma Energy en el cual aumentar la concentración de MMT en la gasolina por encima de **27 mg/litro** no repercute significativamente en el incremento del número de octanos y la relación costo-beneficio se rompe. Por tanto, ambos factores deben conjugarse en una estrategia cuidadosa para minimizar la severidad del reformador, alargar la vida del catalizador y reducir el consumo de energía, al mismo tiempo, compensar la baja severidad del reformador incrementando al máximo la inyección de MMT (dentro de lo económicamente rentable) hasta alcanzar las especificaciones de RON de la gasolina (entre otras).

⁴ Respecto al **tetraetilo de Plomo** y al **Metil-ter-butil-eter**, (MTBE).

6.2. SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE CAMBIOS

Todo cambio que ejecute cualquier departamento y que sea catalogado como mayor o menor, de equipo, maquinaria, instalaciones, de partes y refacciones, de dispositivos de protección, de estándares de seguridad, entre otros, requiere ser documentado y aprobado antes de su ejecución por medio de la forma **SAPS**

4.1.3 Administración de Cambios, con el propósito de:

- ⊕ Definir cuál será el cambio y su duración.
- ⊕ Documentar las razones del cambio y su base técnica.
- ⊕ Evaluar previamente los riesgos asociados al cambio propuesto, determinar el nivel de cambio y las medidas preventivas. Definir metódicamente el nivel de autorización de acuerdo al nivel de cambio previamente determinado.

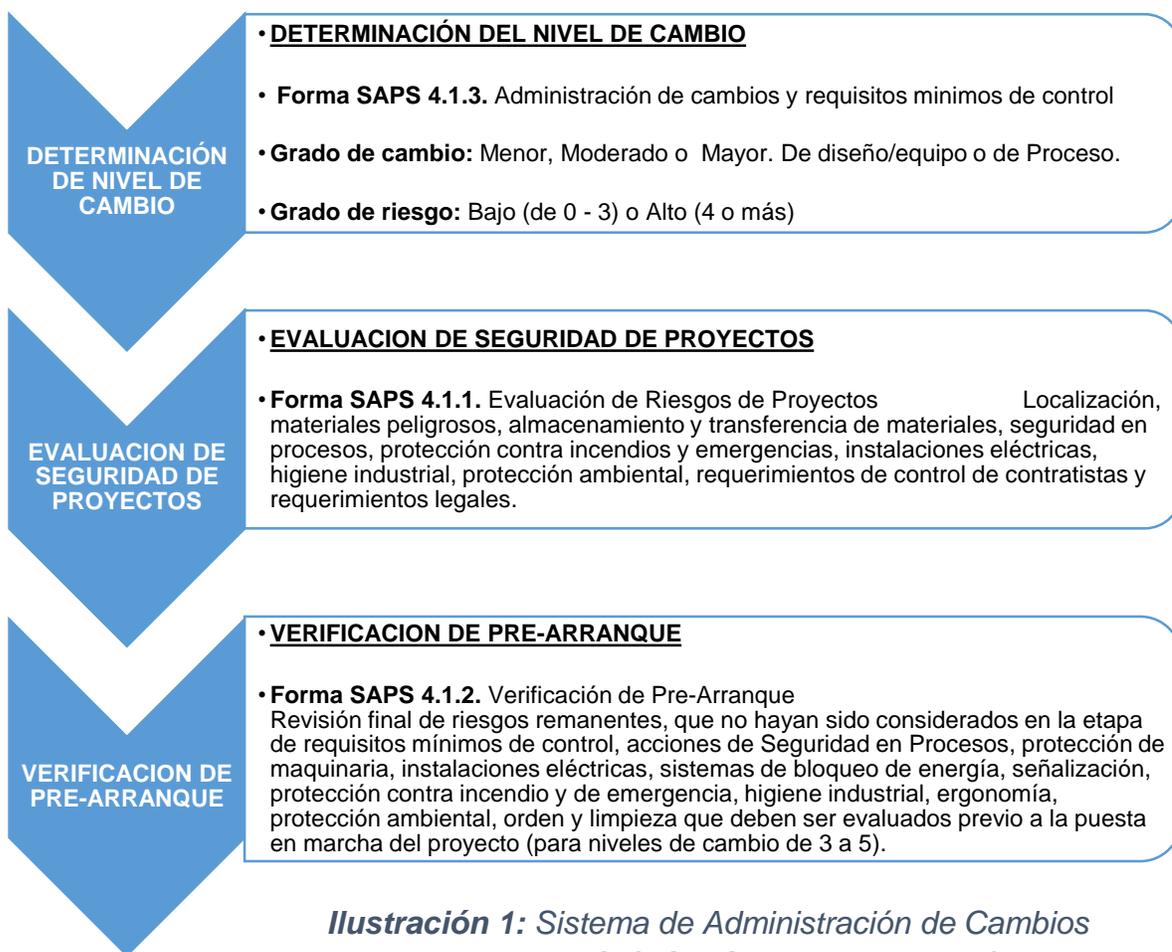


Ilustración 1: Sistema de Administración de Cambios

Fuente: Guía SAPS 004 - Administración de cambios

6.3. EVALUACIÓN DE MEDICIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

Como parte de la evaluación de la precisión del sistema actual, se deberá aplicar ciertos criterios para analizar las diferencias entre la medición realizada por la báscula del sistema actual y la medición de otro instrumento de referencia confiable:

- Si la báscula actual presenta una medición superior al instrumento de referencia se entenderá que la cantidad del MMT agregado es menor que la requerida en cada inyector. Por tanto se duplicará el tiempo de certificación del producto al reprocesarlo para alcanzar la especificación de calidad.
- Si la báscula actual presenta una medición inferior al instrumento de referencia, se entenderá que la cantidad de MMT agregado es superior a la requerida en cada inyector. Por lo tanto existe una pérdida económica que puede ser calculada mediante la diferencia encontrada entre las mediciones de báscula y las mediciones de referencia, considerando el costo del producto y el consumo anual.

6.4. PRECISIÓN DE INSTRUMENTOS

Existen distintos instrumentos de medición, estos pueden ser utilizados para medir volumen, masa, temperatura, etc. La precisión de estos instrumentos radica en la tecnología que utilice, en términos generales existen dos tipos, el instrumento analógico y el digital; la precisión del primero (análogo) se basa en la habilidad del usuario para estimar la lectura correcta, son instrumentos mecánicos que no poseen cerebros electrónicos; el segundo instrumento (digital) es más preciso, ya que a diferencia del instrumento análogo, este realiza el cálculo y muestra la lectura final sin posibilidad de interpretaciones diversas de la misma medición (con precisión decimal).

Al mejorar el sistema de inyector de MMT se deberá considerar proveer un instrumento de medición digital para la medición de inyector de MMT, instrumento que elimine la necesidad de utilizar la báscula actual (análoga). La alternativa

deberá ofrecer mayor precisión en las mediciones, cumplimiento de las normas de seguridad y flexibilidad para futuros rediseños del sistema de inyección.

Un instrumento que se adecúa a la actual necesidad de precisión en el sistema de inyección es el coriolis. Según Micro Motion, Inc. (2014), los modelos más recientes de este tipo de instrumento, nos brindan las siguientes ventajas:

- Un solo instrumento provee mediciones conjuntas de volumen/masa, temperatura, densidad, flujo volumétrico y flujo másico con alta precisión de medición.
- Diseños compactos adaptables a muchos procesos.
- Reduce variabilidad en control de procesos.
- No contienen partes móviles.
- Mínimos costos de mantenimiento o en algunos casos no requiere de mantenimiento.
- En algunos equipos no se requiere de re-calibraciones costosas y la calibración de fábrica es válida para líquidos, gases y mezclas.

6.5. DETERMINACIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

Respecto a la selección de alternativas en administración de proyectos Heerkens menciona que “los modelos financieros expresan los costos y beneficios en dólares y centavos. Sin embargo, la estimación de ciertos tipos de beneficios en términos financieros puede ser muy difícil o incómoda (seguridad, flexibilidad de diseño, control de inventario, tecnología y planes de inversión futuros, etc.). En otras situaciones, los datos precisos pueden obtenerse, pero sólo por la realización de pruebas costosas, estudios o encuestas. Por tanto, siempre que el proceso de obtención de buenos datos financieros es difícil, caro, o consume mucho tiempo, usar un modelo de calificación de factor ponderado (matriz de decisión) puede ser una opción razonable para la selección de la mejor alternativa de solución” (2002, p. 63).

Alternative	Attributes (Relative Weighting)						Total Score
	Cost (.15)	Comfort (.25)	Style (.10)	Handling (.15)	Reliability (.20)	Resale (.10)	
Olds 98	3 .45	2 .50	2 .20	5 .75	4 .80	3 .45	3.1
Cadillac deVille	1 .15	4 1.00	2 .20	4 .60	4 .80	3 .45	3.2
Lincoln Town Car	2 .30	3 .75	4 .40	4 .60	4 .80	4 .60	3.4
Mercury Marquis	2 .30	3 .75	1 .10	5 .75	3 .60	3 .45	2.9

Ilustración 2: Matriz de decisión

Fuente: R. Heerkens, G. (2002). Project Management (p.64).

6.6. ANÁLISIS DE COSTO - BENEFICIO

Una modificación al sistema de inyector de aditivo que mejore la precisión de las mediciones y reduzca las diferencias entre el MMT planificado e inyectado influirá en un ahorro de dinero a la compañía, este ahorro debe ser evaluado utilizando un método financiero - matemático. La metodología que se utilizará para evaluar el costo o beneficio de la mejor alternativa de proyecto es el BAUE (Beneficio Anual Uniforme Equivalente).

Método CAUE – BAUE⁵

El objetivo de este método es evaluar las inversiones cuando solo existen datos de costos y/o se espera un ahorro como beneficio. Este método es útil cuando se realizan inversiones de reemplazo de equipos o sistemas en una organización donde no se espera recibir un ingreso directo.

⁵ Baca Urbina, G. (2007).

La primera base para la toma de decisiones acertadas es la conducta racional del inversionista de reducir costos para generar más utilidades. Este método trata de responder a la pregunta: ¿Se obtiene algún beneficio monetario por reemplazar el equipo o sistema actual de operación dado que el reemplazo supone una inversión inicial?

Para aplicar el método de CAUE o BAUE se deberán conocer los siguientes conceptos:

Valor de salvamento: Valor del mercado de un activo, en cualquier momento de vida útil, valor monetario al que puede ser vendido un activo en el año n .

Vida útil del activo: La vida útil puede definirse simplemente como el periodo (expresado usualmente en años) que un activo sirve o está disponible en la actividad para la que fue diseñada. Para fines de estudio (evaluación del proyecto), se considerará un periodo de vida útil de 7 años, aunque se espera que el sistema propuesto tenga una vida útil mucho mayor.

La fórmula para estos indicadores es la misma. Todo depende de lo que se quiera medir. Si se quiere medir los costos se utilizará el CAUE (mientras menor sea mejor será la opción a elegir). Si se quiere medir los beneficios o ganancias se utilizará el mayor BAUE.

$$BAUE = VPN * \frac{(1+i)^n * i}{(1+i)^n - 1} = P * (A/P, i, n)$$

6.7. PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (PRI)

Según Baca Urbina (2007), “el periodo de recuperación de una inversión es el número de años que tomará el proyecto para recuperar la inversión inicial” (pp. 88-89). Para calcularlo, se debe determinar los flujos netos de efectivo descontados (trasladados al año cero) de cada año del proyecto. Luego se realiza la suma acumulada de los flujos de efectivo de cada año; cuando la suma acumulada sea mayor a la inversión inicial, hacemos lo siguiente:

1. Tomar el año y flujo de efectivo acumulado del periodo anterior a la recuperación total de la inversión.
2. Calcular el costo no recuperado (inversión – flujo acumulado antes de la recuperación de la inversión).
3. Dividir el costo no recuperado entre el flujo de efectivo del año de recuperación.
4. Sumar al año previo a la recuperación de la inversión, el resultado de la operación anterior (Paso 3) para obtener el PRI en años.
5. El periodo anterior al de la recuperación total (paso 1) el valor calculado en el paso anterior.

$$PRI = a + \frac{(b - c)}{d}$$

Donde:

a = Año inmediato anterior en que se recupera la inversión

b = Inversión inicial

c = Flujo de efectivo acumulado del año inmediato anterior a la recuperación de la inversión.

d = Flujo de efectivo del año en el que se recupera la inversión.

Es importante mencionar que este método no es aconsejable para toma de decisiones, ya que no considera todos los flujos netos de efectivo de un proyecto, sino solamente, los flujos de los años previos a la recuperación de la inversión. Por esto, solo será utilizado con carácter informativo.

7. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1. UNIVERSO DE ESTUDIO

Sistema de inyector de HITEC®3000 (MMT) a gasolina Premium y Regular en las instalaciones de refinería Puma Energy Nicaragua.

7.2. VARIABLES DE ESTUDIO

Tabla 1: Variables de estudio

Variable	Sub-variable	Indicador	Operacionalización	Optimización de variable	
Optimización de consumo de HITEC®3000 (cuantitativa)	Cantidad real inyectada (instrumento patrón)	Libras inyectadas de MMT (batch)	Error de inyector: $= (Lb \text{ iny. Ipt} - lb \text{ iny. Iac})$ <p>Lb: libras Iny: inyectada Ipt: instrumento patrón Iac: instrumento actual</p> Si resultado en lb es (+): instrumento actual inyecta de más aunque indique menos. Si resultado en lb es (-): instrumento actual inyecta de menos aunque indique más.	Delta del inyector cercano a cero	
	Cantidad inyectada (instrumento actual)	Libras inyectadas de MMT (batch)			
	Precisión del inyector	Libras inyectadas de MMT Iac (batch) Libras inyectadas MMT (corregida) según Ipt (batch)	Precisión Absoluta: $\text{Máx Error de Inyector} - \text{Mín Error Inyector}$	Valor óptimo cercano a cero	
	Exactitud del inyector	Libras inyectadas de MMT Iac (batch) Libras inyectadas MMT (corregida) según Ipt (batch)	Exactitud: $= \left[1 - \left(\frac{\text{Cant. Iny. Iac}}{\text{Cant. Iny. Ipt real}} \right) \right] * 100\%$	Valor óptimo cercano al 100%	
	Costo de Rediseño / Operación	Cantidad monetaria requerida para rediseño/operación por inyector para un periodo anual	Ahorro de HITEC 3000 por inyector para un periodo anual	Calculo del beneficio anual uniforme equivalente $BAUE = VPN * \frac{(1+i)^n * i}{(1+i)^n - 1}$	Baue (-) costos serán mayores al beneficio rechazar Baue (+) costos menores al beneficio aceptar
	Beneficio por inversión				

Fuente: Propia; Baca Urbina, G. (2007).

7.3. FUENTES Y FORMAS DE OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN

Consulta a expertos:

- **Ing. Daniel J. Hiebert**, Senior MTS Advisor, Afton Chemical Corporation.
- **Ing. Orlando Pérez R.**, Gerente de Servicio Técnico, Afton Chemical Corporation.
- **Ing. Ronald A. Phillips**, Senior Engineering Advisor, Afton Chemical Corporation.
- **Ing. Ruth Bravo**, Dpto. de Logística, Refinería Puma Energy, Managua.
- **Ing. Gabriel Abud**, Depto. Técnico, Refinería Puma Energy, Managua.
- **Ing. Daniel Sánchez**, Dpto. Técnico, Refinería Puma Energy, Managua.

Guías, Planos y Manuales Técnicos:

- Manual técnico y de diseño de Puma: PUMA Technical Standard Manual.
- Guías SAPS #4: Administración de Cambios (Puma Energy); determinación de nivel del cambio, requisitos mínimos de control, evaluación de seguridad, higiene industrial y ambiente en proyectos, verificación pre-arranque.
- Planos del sistema actual.
- Materials Safety Data Sheet (MSDS) de HITEC®3000, gasolina premium, gasolina regular y nitrógeno.
- Manual del fabricante y ficha técnica: Sensores Coriolis Micro Motion®, Emerson Process Management.

Mecanismos de procesamiento

- Tablas pre-elaboradas para la evaluación de seguridad.
- Formatos del sistema de administración de cambios (SAPS 004).
- Office (Word, Excel, Project 2013)
- Autocad 2013

7.4. TIPO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo a los tipos de investigación planteados por Sánchez Espinoza (2004), esta evaluación se clasificaría como:

Investigación mixta (Experimental / Aplicada): Experimental porque obtiene información de la actividad intencional del investigador, con el propósito de crear el fenómeno en estudio y observarlo. Aplicada porque busca la aplicación de los conocimientos adquiridos en la búsqueda de solucionar problemas relacionados con atributos de seguridad, calidad y eficiencia.

8. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS:

8.1. EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

Se realizó una evaluación técnica, de diseño y de seguridad del área de inyección de aditivo HITEC®3000, esto para identificar las condiciones del sistema actual y determinar puntos de mejora relacionados con el funcionamiento del sistema y el cumplimiento de las normativas de diseño y/o seguridad vigentes.

Esta evaluación se realizó mediante la **verificación in-situ** de las recomendaciones planteadas en las guías internas de Puma Energy para la administración de cambios⁶; adicionalmente, se utilizó soporte del manual técnico de Puma (Puma Technical Standard Manual), requisitos de seguridad del compendio de guías del Sistema de Administración de la Política de Seguridad (SAPS) de Puma, recomendaciones del MSDS del aditivo HITEC®3000, de la gasolina Premium y Regular, los planos del sistema de inyección actual, consulta a expertos en el manejo seguro del MMT (Afton Chemical) y personal del departamento de logística, técnico y de proceso de Puma Energy.

A continuación se muestra check-list de verificación elaborado como herramienta o guía de evaluación. Cada ítem a revisar se categorizó en uno de los tres siguientes estados; **Excelente (E)**: que cumple todos los requerimientos; **Aceptable (A)**: que cumple los requerimientos mínimos; **Mejorar (M)**: que no cumple los requerimientos. El resumen de los hallazgos encontrados y las recomendaciones de mejora se muestra a continuación:

⁶ SAPS-004: Sistema de Administración de la Política de Seguridad (Guía 4).

Tabla 2: Lista de verificación de la evaluación del sistema actual.

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
Materiales peligrosos	Sin fugas, derrames o emisiones	E <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Se realizó prueba de hermeticidad del sistema con 40 psi de N ₂ . No se observó fugas de MMT o N ₂ en flanges, válvulas, piso, paredes, etc. Se observó mancha de MMT en el cuerpo del cilindro sobre báscula producto de la última conexión/ desconexión de cilindro.	Se recomiendan mangueras con acoples en seco (Dry Break Connectors). ⁷
Materiales peligrosos	Contención de derrames adecuada, diques íntegros, limpios	E <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	El área cuenta con dique de contención de derrames y drenajes en el piso que descargan a una pila de dimensiones 1x1.5x1 m = 1.5m³ de acumulación segura (lejos del agua). Considerando que cada cilindro de MMT almacena 118 USG o 0.45m³ de producto neto, la pila tiene capacidad suficiente para contener el derrame de 3 cilindros de MMT. Pérdida de efectividad del dique por estar abierto en rampa de acceso al área.	El derrame de 1 cilindro con MMT (0.45m ³) se esparciría en el área de 4x9m y requeriría un dique de al menos 4 cm de altura para una capacidad de contención de 160% o 1.44 m ³ (sin considerar drenajes). Por tanto, es aconsejable cerrar los diques de contención previniendo una obstrucción en los drenajes hacia la pila de contención.

⁷ Puma Energy Bahamas S.A. (2010). *Technical Standard Manual: MMT Cylinders Injection System Design*. (p.186).

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
Materiales peligrosos	Residuos y descargas bajo control	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	No existen desechos o descargas al medio ambiente producto del uso del sistema de inyección. Existe una pila de contención que previene una descarga involuntaria de MMT a fuentes de agua (en caso de derrame). Materiales contaminados con hidrocarburos o MMT son clasificados en recipientes con código de colores y dispuestos adecuadamente por Dpto. HSE de Puma, siguiendo las directrices específicas que exige la legislación local para cada tipo de residuo.	N/A

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
Materiales peligrosos	MSDS disponible	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Existe comunicación de peligros y en el área de inyectos se encuentra un estante de consulta rápida con los MSDS de los productos peligrosos manipulados en el sitio. Contenedores están rotulados adecuadamente con el nombre del producto, riesgos y precauciones.	N/A
Materiales peligrosos	Operadores cuentan con entrenamiento para el manejo de material peligroso	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Existe un programa anual de entrenamiento y certificación para manipulación de materiales peligrosos. Todo el personal que usa, manipula o traslada material peligroso recibe esta capacitación anualmente como parte de su plan de seguridad.	Es aconsejable se emitan carnets individuales de certificaciones aprobadas para hacer más fácil la verificación en campo del personal certificado.

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
Almacenamiento de materiales	Químicos, inflamables, cilindros bien almacenados (según MSDS.)	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	El MMT y nitrógeno se almacenan en área ventilada y recipientes cerrados. El MMT no se expone directamente a la luz puesto que se descompone rápidamente, se almacena lejos de fuentes de agua para evitar daño al manto acuífero; en caso de derrames, se cuenta con pila de drenaje. Las áreas de almacenamiento tienen diques de contención, se almacena a temperatura ambiente, por debajo de 55°C (según recomendación del MSDS). El área de inyección, tiene sistema de rociadores de agua C/I y extintores ABC aledaños.	N/A

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
Almacenamiento de materiales	Recipientes de químicos / materiales peligrosos bien identificados, etiquetados, rotulados.	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	<p>Recipientes de gasolina, MMT y nitrógeno, rotulados como materiales peligrosos, tuberías de proceso de gasolina o líneas de inyección de aditivo están bien identificadas.⁸</p> <p>Valores NFPA 704⁹:</p> <p>MMT: Salud = 3; Inflamabilidad=2; Reactividad = 0; Riesgo específico= n/a</p> <p>Gasolina: Salud = 1; Inflamabilidad=3; Reactividad = 0; Riesgo específico= n/a</p> <p>Nitrógeno: Salud = 3; Inflamabilidad=0; Reactividad = 0; Riesgo específico= n/a</p>	N/A

⁸ Ver Anexo 1: Ilustración de rotulación de seguridad de cilindro MPT (UN3281, NFPA704).

⁹ Ver Anexo 2: Hoja de Seguridad de los Materiales (MSDS).

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
Almacenamiento de materiales	Almacenado en el lugar adecuado (seco, limpio, ordenado, con acceso adecuado y ventilado).	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Se cumplen los requisitos de almacenamiento de los MSDS, al almacenar los materiales en lugares secos, ventilados, limpios y ordenados, con protección C/I en el sitio o disponibilidad aledaña. Acceso adecuado y con protección contra derrames.	N/A
Almacenamiento de materiales	El producto almacenado es compatible con otros materiales aledaños (reactivos)	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	No existe incompatibilidad entre el MMT, el N ₂ y la gasolina que se manejan en el área o cerca del área.	N/A
Herramientas y equipo de protección personal	Se dispone de las herramientas y equipos apropiados para el uso esperado.	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Se dispone de las herramientas adecuadas para cada tipo de trabajo requerido en el área, sea operación, mantenimiento o conexión y desconexión de cilindros, etc. El personal cuenta con el equipo de protección personal requerido, lo maneja limpio y en buen estado. En bodega se maneja un stock para reemplazo si es necesario.	N/A

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inpeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
Herramientas y equipo de protección personal	Se utiliza las herramientas y equipos de protección personal (EPP) adecuadamente	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Se observó una manipulación segura del producto durante la conexión y desconexión de cilindros de MMT (tarea más riesgosa). Se despresurizó el sistema, se utilizó cubeta con polo a tierra, guantes de nitrilo (mínimo 0.4mm de espesor), lentes de seguridad, careta plástica, media mascara con filtro para vapores orgánicos (según MSDS); adicionalmente, se utiliza EPP básico del área: overol de tela retardante de fuego (FRC), botas de seguridad, casco, detector de H ₂ S). Se dispone de tyvek pero no se consideró necesario en la evaluación de riesgos previa, por tratarse de desconexión de cilindros vacíos.	N/A

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
Herramientas y equipo de protección personal	Usado en condiciones adecuadas de seguridad	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	El equipo de protección personal y las herramientas son adecuados y utilizados en condiciones apropiadas. El personal no se expone a ningún riesgo que no haya sido previamente mitigado. El EPP se utiliza como última barrera de protección.	N/A

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
Maquinaria, equipo y guardas (protecciones)	Equipo de inyección y medición de aditivo operativo y confiable (coriolis, báscula, danload, etc.)	E <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	<p>El sistema de inyección de MMT es operable, sin embargo, tiene elementos en mal estado: un coriolis, un danload, una válvula neumática y tuberías se utilizaban para recirculación de gasolina.</p> <p>Se comprobó medición de báscula actual mediante un instrumento de referencia (báscula calibrada), se detectó que existe un error promedio de 4.3% entre las mediciones de báscula actual y las del instrumento patrón, indicando que se está inyectando más aditivo del requerido¹⁰.</p>	<p>Evaluar la mejor alternativa de proyecto; ya sea rediseño, o restablecimiento del sistema de inyección actual para garantizar la precisión de los instrumentos de medición utilizados y su sostenibilidad en el tiempo.</p> <p>Considerar que los golpes que recibe la báscula con el montacargas, afectan su precisión, perdiéndola con el tiempo.</p> <p>Tomar de referencia los diseños sugeridos en el manual técnico de Puma, considerar las recomendaciones de los expertos de Afton y Puma para garantizar un sistema de inyección seguro.</p>

¹⁰ Ver Anexo 3: Verificación de mediciones de la báscula del sistema actual.

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
Maquinaria, equipo y guardas (protecciones)	Limpias, libres de objetos innecesarios alrededor	E <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	El área, la maquinaria y el equipo de inyección se encuentran limpios. Existen tuberías para lavar el sistema con gasolina pero ya no se utilizan para evitar el riesgo de contaminación del MMT con gasolina.	Evaluar retirar tuberías fuera de servicio para simplificar el sistema de inyección y evitar una mala alineación que dañe la especificación original del cilindro de MMT. Considerar medios apropiados de aislamiento, bloqueo y etiquetado.

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado		
		E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
Maquinaria, equipo y guardas (protecciones)	En buen estado de seguridad y con todas sus guardas, en buen estado	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	<p>Las bombas del sistema P-31, P-35 y P-43 cuentan con guardas y protecciones para evitar atrapamiento, se dispone de PSV en la descarga de las bombas del sistema, lo que protege las tuberías de sobre presión. Los cilindros de MMT y nitrógeno disponen de PSV.</p> <p>En el caso del N₂, este dispone de regulador de presión al sistema y se encuentra en buen estado.¹¹</p> <p>Se cuenta con diques y drenajes hacia un sistema cerrado de acumulación.¹²</p> <p>Sellos de tuberías conduit y sistemas eléctricos se encuentran en buen estado. Equipos son aptos para operar en la clasificación de riesgo eléctrico del área (Zona 1, Div. 1).</p>	N/A

¹¹ Ver Anexo 1: Ilustración de regulador de presión de nitrógeno.

¹² Ver Anexo 1: Ilustración de diques, drenajes y corrosión.

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
Maquinaria, equipo y guardas (protecciones)	Bomba de recirculación (capacidad, condición, conexiones eléctricas, fugas de hidrocarburos, rotulaciones)	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	<p>Todas las bombas se encuentran en buen estado mecánico y eléctrico (P-31, P-35, P-43), sin fugas, sin ruido anormal (arrastre), vibraciones o signos de desalineación.</p> <p>Existe un plan de mantenimiento preventivo que incluye revisión general, alineación, cambio de aceite, monitoreo de vibraciones, monitoreo de amperaje en cada fase, etc.</p> <p>Cada bomba cuenta con placa de referencia en el sitio, con las especificaciones y el servicio.</p> <p>Las bombas tienen capacidad suficiente para recircular los tanques de gasolina. La P-43 crea suficiente vacío en el eductor del sistema de inyectos de MMT (Aprox. 20 inHg).</p>	N/A
Maquinaria, equipo y guardas (protecciones)	Pre-usos elaborados	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	<p>Se cuenta con un check-list pre-uso del sistema que incluye la verificación del buen estado de mangueras, cero fugas, buena iluminación, posición de válvulas e inventario disponible.</p>	N/A

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
Maquinaria, equipo y guardas (protecciones)	Protectores de vástagos en válvulas	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	No se considera requerido por el tamaño y posición de las válvulas, estas no están en puntos de circulación (accesos, pasillos).	N/A
Maquinaria, equipo y guardas (protecciones)	Válvulas	E <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Se detectó 1 válvula con fuga interna al realizar prueba de presión con 20 psi de N ₂ en el sistema de inyectos de MMT, esta no afecta porque se cuenta con doble bloqueo en el sitio.	Programar reemplazo de válvula con fuga interna mediante orden de trabajo.
Maquinaria, equipo y guardas (protecciones)	Mantenimiento preventivo al día	E <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Bombas y PSVs cuentan con su mantenimiento al día. Sin embargo, pintura de tuberías del área y el mantenimiento y calibración de báscula no está dentro del plan de mantenimiento.	Incluir tuberías del sistema de inyección en el plan de mantenimiento de la compañía. Incluir báscula actual del sistema de inyectos de MMT en el plan de mantenimiento preventivo y procurar esta se calibre anualmente.

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
Accesorios y conexiones	Tuberías y equipos sin corrosión	E <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input checked="" type="checkbox"/>	Tuberías requieren de recubrimiento anticorrosivo y una buena preparación de superficie.	Se sugiere una preparación de superficie SSPC-SP6 ¹³ , garantizando 2 a 3 mils de perfil de anclaje y posterior aplicación de 9 mils de pintura epóxica (base + enlace) y 3 mils de poliuretano (como acabado).
Accesorios y conexiones	Mangueras y conexiones en buen estado (sin fugas)	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	No se observa fugas de hidrocarburo en mangueras y/o conexiones / uniones entre flanges. Mangueras no presentan signos de desgaste, de picaduras, abrasión, cortes, fugas, etc.	N/A
Accesorios y conexiones	Manómetros y reguladores de presión en buen estado	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Todos los manómetros en buen estado. Regulador de presión de N ₂ en servicio y controlando presión correctamente.	N/A

¹³ SSPC (Steel Stencil Painting Council); SSPC-SP6: Limpieza con chorro de arena a metal gris comercial.

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
Accesorios y conexiones	Tuberías, flanges, espárragos, empaques y válvulas de especificación adecuada a la presión de trabajo / diseño	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	<p>Tuberías, flanges, espárragos, empaques y válvulas cumplen con las especificaciones requeridas, estas fueron instaladas de acuerdo a la norma corporativa para estas condiciones del proceso (presiones y temperaturas).</p> <p>No existen fugas externas por prensa estopa de válvulas o flanges en tuberías. Prueba de gases con detector MSA indica 0% LEL entre flanges y conexiones. Posteriormente se presionó el sistema con nitrógeno y se verificó que no hay fugas mediante una solución espumosa.</p>	<p>Especificaciones¹⁴</p> <p>Size NPS 1", Valve, Gate, API 600 Class 150, RF, carbon steel body and bonnet, ASTM A216 WCB, bolted bonnet with A-193 Gr. B7 studs and A-194 Gr. 2H nuts, flexible wedge, OS&Y, API Trim No. 8, spiral wound SS, flexible graphite filled bonnet gasket. Flexible graphite shall be 95% pure carbon and have nominal density of 70 lb/ft³.</p> <p>Size NPS 1", Socket Welded, Flanges Carbon Steel ASME Class 150, RF, A-105, XS pipe.</p> <p>Size NPS 1", Elbow, ASME B16.11, Class 3000, forged, socket weld ends, A-105.</p> <p>Size NPS 1, Pipe, steel, Seamless, Sch. 80, A-106 Gr. B. Plain Ends.</p>

¹⁴ Fuente: Ing. Gabriel Abud, Fixed Inspector, Puma Energy, Dpto. Técnico.

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
Accesorios y conexiones	Válvulas, tuberías de proceso bien identificadas	E <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Tuberías y sentido de flujo se encuentra identificado, sin embargo, las válvulas del sistema de inyección no están numeradas y por tanto, los procedimientos no hacen referencia al número y posición de la válvulas a manipular en el área de inyector.	Aplicar iniciativa de “excelencia operacional” numerando las válvulas del sistema de inyector para hacer los procedimientos más específicos.
Equipo contra incendio y de emergencia	Adecuado y bien mantenidos.	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	El sistema contra incendio (rociadores de agua de techo) son adecuados para el área de inyección de MMT. Las bombas C/I y el sistema en general cumplen su objetivo y se encuentran en buen estado. Bombas C/I son probadas diariamente, están inscritas en un plan de mantenimiento preventivo y están clasificadas como “equipo crítico” (cualquier falla requiere reparación inmediata).	N/A

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
	En óptimo estado de operación	E <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Sprinklers en el área de inyección de MMT (4 unid.) no se encuentran ubicados en la tubería de distribución de agua C/I, lo que provoca pérdida de presión y pérdida de efectividad del sistema C/I.	Comprar rociadores C/I faltantes de acuerdo a especificación original de diseño. Para instalar en puntos faltantes. Marca: Grinnell Duraspeed Head C. ¹⁵
	Con suficiente reserva (espuma, equipos de protección C/I, de rescate)	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	De acuerdo a MSDS de MMT el agua contra incendio debe ser pulverizada o en neblina, se puede utilizar además espuma, polvo químico o CO ₂ . Todos estos medios de extinción están presentes en el área (sistema de rociadores de agua, y extintores aledaños). Espuma C/I puede ser abastecida mediante el uso del camión contra incendio de la compañía, con suficiente stock disponible para cualquier necesidad del área.	N/A

¹⁵ Ver Anexo 1: Ilustración de rociadores del sistema de inyectado de MMT

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
	PSVs con inspección al día	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	PSVs del sistema están al día con sus placas de identificación y registro de verificación.	Se sugiere consultar con proveedor el plan de calibración de PSV de Dewars de Nitrógeno, configuración de disparo y frecuencia. Para garantizar que la pérdida de presión de los Dewars por expansión térmica este por debajo del 2% diario que indica el fabricante.
	Extintores cercanos y con verificación mensual y prueba hidrostática al día	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Se cuenta con al menos 2 extintores ABC (Polvo químico) cercanos al área de inyector, también hay extintores cercanos a las bombas involucradas con la inyección de MMT (en un radio de 10 mts). Las verificaciones mensuales, recarga anual y pruebas hidrostáticas están al día (cada 5 y 10 años).	N/A

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
	Existe un plan de verificación de equipos críticos, se cumple al 100%	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Existe prioridad para brindar 100% de los mantenimientos preventivos programados a los equipos críticos (PSV, PRV, bombas C/I, alarmas, etc.). Existe un administrador para garantizar el cumplimiento del programa de MP.	N/A
Equipo contra incendio y de emergencia	Existe un plan de emergencia en caso de derrame, fuga de hidrocarburo, fuego, etc.	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Todos los escenarios están contemplados en el manual de respuesta a emergencias de la compañía. Existen brigadas C/I y rescate, de primeros auxilios, equipos de combate C/I adecuados, sirena, guías de evacuación, etc. El personal recibe entrenamientos de respuesta ante emergencia anualmente.	N/A
Edificios, pisos, escaleras, pasillos	Adecuados para las operaciones y para emergencias	E <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Los accesos al área de inyecto son adecuados y se cuenta con drenajes de piso para contener derrames, sin embargo, diques de contención están abiertos en 3 puntos, lo que le resta capacidad de contención al área.	Cerrar diques de contención en área de inyecto sin eliminar rampa de acceso de montacarga al área.

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
Edificios, pisos, escaleras, pasillos	Seguros y sin obstrucciones, buen estado de orden y limpieza general	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Área segura, limpia y ordenada, despejada de cualquier obstáculo que podría ocasionar por ejemplo: colisión de montacargas con estructura o líneas de proceso.	N/A
Sistemas eléctricos	Equipo y controles adecuados, limpios, íntegros y bajo mantenimiento. Sistema adecuado a la clasificación del área	E <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Sistema eléctrico adecuado a la clasificación de riesgo del área, se encuentra limpio y se cuenta con plan de inspección y mantenimiento eléctrico. Sin embargo, se detectó que una cubierta protectora de bujía de iluminación se había removido o dañado, lo que invalida la protección del sistema eléctrico.	Se requiere colocar cubierta protectora faltante a bujía en el área de inyector, esto para que el sistema de iluminación recupere su propiedad a prueba de explosiones.
Sistemas eléctricos	Sistemas de tierra en buen estado, íntegros y bien mantenidos	E <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	El sistema esta aterrizado indirectamente, por medio de la continuidad entre tuberías y conexión con la estructura del área de inyector.	Se requiere que los contenedores de MMT y la báscula se aterricen directamente con cable y tenaza de polo a tierra para cumplir recomendaciones planteadas en la guía interna para "Manejo de aditivos" de excelencia operacional.

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berríos Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
Sistemas eléctricos	Sistemas de continuidad (jumpers) en buen estado, íntegros y bien mantenidos	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	N/A	No se requiere la instalación de Jumpers en el área de inyección de MMT por no haber flanges identificados como puntos de instalación y/o remoción de platos ciegos.

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
Sistemas eléctricos	Iluminación adecuada	E <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Iluminación adecuada en cuanto al tipo y cantidad, sin embargo, cubierta protectora de una luminaria en el área de inyector no se encuentra en su posición, lo que hace que el sistema de iluminación pierda la propiedad a prueba de explosiones.	Se requiere colocar cubierta protectora a bujía en el área de inyector para que el sistema de iluminación recupere su propiedad a prueba de explosiones.

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
Sistemas eléctricos	No hay cables expuestos. Sellos conduit en buen estado	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Conexiones conduit no presentan ningún riesgo. Los sellos de hermeticidad están buenos. Si se realiza alguna modificación al sistema eléctrico, asegurar su ejecución por medio de personal certificado de la compañía para que el trabajo se realice correctamente.	N/A

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
Procedimientos de seguridad y entrenamiento	Existen procedimientos de bloqueo y etiquetado para brindar mantenimiento al sistema	E <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Existe un manual de permisos de seguridad con procedimientos específicos de aislamiento de energía, bloqueo y etiquetado de equipos. El personal que emite permisos de seguridad y el que los solicita (para realizar un trabajo), se evalúa y certifica anualmente por la compañía.	Es aconsejable se emitan carnets individuales de certificaciones aprobadas para hacer más fácil la verificación en campo del personal certificado.

Fecha: 22 – 26 Septiembre 2014		Inspectores: Noel Berrios Amador Moisés López Gutiérrez		
Item a revisar	Elementos a inspeccionar	Estado E:(excelente) A:(aceptable) M:(mejorar)	Hallazgo (seguridad, técnico, diseño)	Comentario y/o recomendación
Procedimientos de seguridad y entrenamiento	Existen procedimientos de seguridad para los posibles trabajos operativos	E <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Existe procedimiento de inyector. No hay ningún procedimiento de mantenimiento, cambio de MPT o de retorno de MPT vacíos. No existe numeración de válvulas en el área de inyector, los procedimientos operativos no son específicos en las alineaciones/bloqueos que se deben hacer.	Mejorar numeración de válvulas en el campo Mejorar procedimientos operativos haciéndolos más específicos. Elaborar procedimientos de mantenimiento, cambio y de retorno de cilindros MPT para la operación del sistema de inyección.
Procedimientos de seguridad y entrenamiento	El personal está entrenado en la tarea que realiza	E <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Se cuenta con un ciclo de revisión de procedimientos y análisis de operaciones para la tareas críticas y rutinarias como el inyector de MMT. El ciclo de operaciones esta completado a todos los operadores que lo requieren (los que aplican el procedimiento) y toda la documentación está al día.	Entrenar al personal en procedimientos de mantenimiento y cambio de cilindros MPT del sistema de inyección.

Fuente: Inspecciones de campo, consultas bibliográficas y a técnicos expertos.

8.2.DETERMINACIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA.

Criterios de Inversión¹⁶

Para determinar cuál es la mejor de las alternativas de inversión, se determinó primero cuales son las expectativas o criterios de inversión. Por lo anterior, se realizó entrevista informal con personal¹⁷ clave de las áreas de Proceso y Logística que se encuentran constantemente informados e involucrados con el funcionamiento del sistema de inyección de aditivo HITEC® 3000 actual.

Mediante las entrevistas, se logró definir los criterios de inversión y los pesos porcentuales o coeficientes para cada uno de ellos; a continuación se resumen:

- **Seguridad y Especificaciones Técnicas (28%):** detectar y proponer las mejoras que sean necesarias al sistema de inyección de MMT actual para reforzar la seguridad del personal, del medio ambiente y de las instalaciones mediante la verificación del manual técnico de Puma Energy en cuanto al manejo seguro del MMT y el diseño de sistemas de inyección, las recomendaciones de Afton Chemical y del Dpto. técnico local, las hojas de seguridad de los materiales peligrosos y los procedimientos de seguridad existentes.
- **Confiabilidad de mediciones (22%):** el sistema de inyección propuesto debe garantizar exactitud, precisión y repetibilidad¹⁸ en las mediciones de inyectado de MMT y debe ser compatible con los planes futuros de la organización respecto a la automatización del sistema.
- **Ahorro (20%):** el sistema de medición debe ser confiable para hacer eficiente el uso del MMT (y generar ahorro en consumo de aditivo/regalos de calidad y/o en re-procesos), se debe procurar un sistema de medición que requiera bajos costos de mantenimiento.

¹⁶ R. Heerkens, Gary. (2002).

¹⁷ Ing. Manuel Gonzalez (Gte. del Dpto. Proceso); Ing. Ruth Bravo (Blender – Dpto. Logística).

¹⁸ Ver Glosario de términos.

- **Disponibilidad de Aditivo (15%):** proponer una solución a la disponibilidad de MMT en horarios fuera de oficina, cuando no hay personal certificado para la instalación de un cilindro lleno de MMT.
- **Mínimo costo de inversión (15%):** determinar la mejor alternativa (mayores beneficios) que satisfaga los criterios antes planteados (o la mayor parte de ellos) al menor costo de inversión (sin sacrificar la seguridad).

Alternativas propuestas

Basados en los criterios de inversión mencionados anteriormente y la evaluación del sistema actual, se generó una lluvia de ideas para diseñar alternativas de inversión que dieran solución a cada una de las expectativas del proyecto.

Alternativa 1 (A1): Es la opción básica (mínimo requerido), donde se incluye todas las recomendaciones de seguridad detectadas en la evaluación del sistema actual, sin incluir lo relativo a la mejora del sistema de medición de inyección actual. Esta alternativa parte del hecho que el sistema aún con todas sus deficiencias es operativo.

En resumen, las recomendaciones planteadas en la evaluación del sistema actual¹⁹ son:

1. Proveer al sistema de inyección de MMT con mangueras de acople en seco.
2. Cerrar diques de contención en los puntos de acceso al área de inyector y levantarlos a una altura sugerida de 4 cm (mínimo).
3. Emitir carnets de certificación al personal que ha recibido entrenamiento en el manejo de materiales peligrosos y está certificado como emisor o solicitante de permisos de trabajo.
4. * Restablecimiento del sistema de inyección actual y de la precisión de los instrumentos de medición.²⁰

¹⁹ Ver Anexo 4: Recomendaciones y costos de evaluación del sistema actual.

5. Retirar tuberías fuera de servicio para simplificar el sistema de inyección y prevenir una mala alineación o contaminación del aditivo con gasolina.
6. Considerar la instalación de ciegos o utilizar cadena, candado y etiqueta en válvulas que no deben operarse.
7. Cambiar o re-empacar válvula identificada con pase interno en la evaluación del sistema actual de inyección.
8. * Incluir en el plan de mantenimiento preventivo la pintura de tuberías del sistema de inyección de MMT y la re calibración anual de la báscula actual.²¹
9. Realizar mantenimiento a tuberías del sistema de inyección, se sugiere una preparación de superficie con chorro abrasivo comercial: SSPC-SP6 y aplicación de pintura epóxica más poliuretano en tuberías (sugerido un 5 mils de pintura epóxica en base más 4 mils de enlace, más 3 mils de acabado en poliuretano).
10. Asegurar las especificaciones técnicas de tuberías, flanges, accesorios a instalar para que cumplan con las especificaciones brindadas por el dpto. técnico.
11. Numerar las válvulas del sistema de inyectos para hacer los procedimientos operativos más específicos y evitar confusiones.
12. Elaborar procedimientos y entrenar al personal en el cambio de contenedores MPT, retorno de contenedores vacíos y los procedimientos de mantenimiento al sistema.
13. Instalar rociadores del sistema contra incendio faltantes en el área de inyección de MMT (4 unidades).
14. Consultar con proveedor el plan de calibración de PSV de Dewars de Nitrógeno, consultar configuración de disparo y frecuencia de mantenimiento y calibración.

²⁰ Recomendación no incluida en alternativa 1

²¹ Recomendación no incluida en alternativa 1

15. Colocar cubierta protectora faltante a bujía en el área de inyector, esto para que el sistema de iluminación recupere su propiedad a prueba de explosión.
16. Asegurar puesta a tierra del sistema de inyección (contenedores de MMT, báscula y tuberías).

Alternativa 2: Incluye todas las recomendaciones de seguridad detectadas en la evaluación del sistema actual (planteadas en la **alternativa 1**), además del restablecimiento del sistema de medición por báscula actual. Esta alternativa parte del hecho que existe un error de medición detectado y de corregirse se podría generar un ahorro que se mantendrá en el tiempo mediante un mantenimiento periódico al sistema de medición.

Alternativa 3: Incluye todas las recomendaciones de seguridad planteadas en las alternativas anteriores, el restablecimiento de la confiabilidad de medición de la báscula actual y además la adquisición de una nueva báscula para la conexión en serie de un nuevo cilindro de MMT que aumente la disponibilidad de aditivo en el sistema. Esta alternativa parte de los problemas de disponibilidad de aditivo cuando el único contenedor (MPT) en el sistema, se agota en horarios nocturnos.

Alternativa 4: Incluye todas las mejoras de la alternativa 3, pero introduce un sistema de medición electrónico (coriolis) para evitar la dependencia continua de mediciones de inyector por báscula que pierden exactitud y precisión por constantes golpes con montacargas al subir y bajar contenedores.

Selección de la mejor alternativa

Seleccionar la mejor de las alternativas de inversión no es seleccionar la opción que tenga un menor costo o la que genere un mayor ahorro, aunque el aspecto monetario es muy importante para la selección y toma de decisiones, esto no lo es todo. Por lo antes dicho, luego de definir las alternativas de inversión, se efectuó una evaluación cruzada entre alternativas y criterios de inversión,

utilizando el método de matriz de decisión²² este método permite considerar y evaluar aspectos como la seguridad (de las personas, instalaciones y del medioambiente), las especificaciones técnicas o de diseño (de materiales y equipos), confiabilidad (de las mediciones), costos de inversión, ahorros esperados, planes de inversión futuros y en resumen, considera el conjunto de criterios de inversión pre-establecidos, sus pesos porcentuales y sus valoraciones por cada una de las alternativas propuestas.

Antes de la aplicación del método de selección, se hizo necesario revisar las guías técnicas de Puma, consultar las expectativas de inversión (para definir los criterios), consultar a los técnicos expertos de Puma Energy Nicaragua y Afton Chemical, revisar los manuales y fichas técnicas de los equipos/instrumentos propuestos (para determinar si son seguros para su instalación), revisar las fichas técnicas de los productos peligrosos a manipular (MMT, Gasolina, Nitrógeno) para conocer las recomendaciones de manejo, almacenamiento y respuesta ante emergencia, realizar una evaluación del sistema actual para prever los riesgos al personal, al medioambiente y las instalaciones.

El método de selección utilizado consiste en cruzar los criterios con cada una de las 4 alternativas de inversión propuestas; a cada criterio se le dio un peso²³ o importancia de acuerdo a la valoración del personal entrevistado. Adicionalmente, cada criterio de inversión fue evaluado por alternativa propuesta en escala de 1 a 5 por los autores de este estudio, siendo 1 calificación baja o deficiente y 5 calificación máxima o excelente para el criterio-alternativa evaluado, siendo 2, 3 y 4 calificaciones intermedias. Luego se multiplican los pesos de cada criterio y la calificación brindada a cada alternativa. Se suman los resultados ponderados por alternativa y se busca el mayor resultado numérico para encontrar la mejor de las alternativas de inversión.

²² R. Heerkens, Gary. (2002).

²³ **Ver sección 8.2:** Criterios de Inversión

A continuación se presenta tabla resumen de la evaluación de alternativas realizada mediante el método de matriz de decisión:

Tabla 3: Análisis cuantitativo de alternativas

Criterios	Peso Relativo	Alternativas							
		A1		A2		A3		A4	
		Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.
Seguridad y Especificaciones Técnicas	28%	3	0.84	4	1.12	4	1.12	4	1.12
Confiabilidad de mediciones	22%	1	0.22	2	0.44	3	0.66	4	0.88
Ahorro	20%	2	0.4	3	0.6	4	0.8	5	1
Disponibilidad de Aditivo	15%	2	0.3	2	0.3	5	0.75	5	0.75
Mínimo costo de inversión	15%	5	0.75	4	0.6	3	0.45	1	0.15
Total =	100%	13	2.51	15	3.06	19	3.78	19	3.9

Fuente: Cálculos propios

Se puede observar en la matriz anterior que el mayor resultado total ponderado corresponde a la alternativa número 4, por tanto, esta se definió como la mejor de las alternativas de proyecto.

8.3. ANÁLISIS DE COSTO – BENEFICIO (MÉTODO BAUE)

En esta etapa de estudio se determina si la alternativa electa (la alternativa #4), es factible económicamente. Aunque existe una inversión, unos ahorros como beneficios o ingresos esperados y algunos costos de mantenimiento, este estudio no se puede considerar como una inversión tradicional porque en esta situación no se pagan impuestos, es por eso que se hace necesaria la aplicación del método BAUE (Beneficio Anual Uniforme Equivalente). Esta evaluación, se basa en que todo inversionista espera una remuneración (o premio al riesgo) a cambio de su inversión, o en el peor de los casos, no perder su dinero.

Es importante mencionar que durante la realización de este estudio, Afton Chemical planteó apoyar a Puma Energy económica y técnicamente antes, durante y después del rediseño del sistema de inyección de MMT como beneficio comercial por ser sus clientes. Afton plantea cubrir parte de la inversión

necesaria para la implementación de la alternativa de inversión electa por Puma. Es por eso, que en el presente estudio se evalúa la factibilidad del proyecto para los siguientes dos escenarios:

1. **Sin apoyo de Afton:** Es decir, **Puma Energy** cubriría el cien por ciento de la inversión en el rediseño del sistema de inyección de aditivo HITEC® 3000.
2. **Con apoyo de Afton:** Es decir, **Afton** cubriría los gastos de adquisición del nuevo sistema de medición (coriolis y báscula), accesorios y conexiones de compra en el exterior. La otra parte de la inversión, la mano de obra mecánica, de armador, soldador y de ayudante, los gastos por canalización y reconexión eléctrica, los gastos en material por instalación de Tie-In o esperas para la conexión de la nueva plataforma de medición (tuberías, flanges, válvulas, empaques, codos, Tee, entre otros artículos de compra local) correrán a cuenta de Puma Energy.

Planteamiento del caso

Refinería cuenta con un sistema de inyección de aditivo HITEC®3000 para incrementar de 2 a 3 octanos la especificación de RON en la gasolina. El aditivo se inyecta en los tanques antes de certificarlo para venta, este provee beneficios ambientales en cuanto a la reducción de emisiones contaminantes²⁴, también provee un beneficio energético a la compañía y mayor vida útil a la unidad de reformación catalítica al reducir su severidad de operación, su costo es relativamente elevado (**18US\$/lb**)²⁵ y por tanto, se requiere del uso eficiente.

Mediante pruebas experimentales²⁶, se pudo comparar la medición de inyectos del sistema actual utilizando como referencia una báscula de medición confiable (calibrada). Se determinó que existe un error promedio de **4.3%**²⁷ respecto a la

²⁴ Respecto al **tetraetilo de Plomo** y al **Metil-ter-butil-eter** (MTBE).

²⁵ Precio estimado incluye costo del producto más gastos de importación y desaduanaje.

²⁶ **Ver Anexo 3:** Verificación de mediciones de la báscula del sistema actual.

²⁷ **Fuente:** Cálculos propio basado en pruebas experimentales realizadas entre báscula actual y una báscula de medición confiable (instrumento patrón). Ver Anexo 3.

medición de inyectado del instrumento patrón, es decir, por cada **50.6 lb** de aditivo inyectado según medición de báscula del sistema actual, se inyecta en realidad **52.9 lb**, equivalente a una pérdida promedio de **~2.26 lb** (por sobre aditivado). Durante la prueba experimental, según instrumento patrón se transfirieron **1,374.8 lb** en 26 lotes; el error o pérdida acumulada entre mediciones sumó **58.8 lb** de MMT.

Si se considera que la demanda promedio de MMT es de **1.5 cilindros²⁸ por mes (1,278 lb/cilindro)**, el **4.3%** de error equivale a **82 lb/mes (1,500 US\$/mes)** o **984.2 lb/año (17,700 US\$/año)**.

Debido a estos problemas se evalúa la conveniencia económica de rediseñar el sistema de inyección de HITEC®3000 para eliminar los errores en la medición de inyectado de aditivo y evitar la recurrencia de los mismos. Para ello, se proyecta una tasa promedio de inflación acumulada anual (Managua) de **6.6%** para el **periodo 2015-2022**. Adicionalmente, se considera que el inversionista (**Puma Energy**) espera recibir al menos un **8.4%** como premio al riesgo²⁹ por su inversión, es decir, la **TMAR a utilizar será del 15%**.

De acuerdo a (Asamblea Nacional, 2003) en su capítulo III, arto. 63, la depreciación lineal correspondiente para maquinaria y equipos no adheridos permanentemente a la planta es de 15% anual, equivalente a un periodo de depreciación fiscal de 6.67 años, por tanto, la evaluación del proyecto se considerará a **7 años** (aunque se espera una vida útil del sistema superior a 10 años) y un **valor de salvamento de cero** al final de los 7 años.

Las inversiones, costos y ahorros asociados a la implementación de la mejor alternativa previamente seleccionada (#4), son los siguientes:

²⁸ **Fuente:** Dpto. de Logística, consumo estimado de MMT.

²⁹ **Referencia:** Baca Urbina, G. (2007).

Tabla 4: Inversión Inicial para cada Alternativa³⁰

Descripción de la Inversión	Inversión [Sin Afton]	Inversión [Con Afton]
Calibración inicial y reparación de báscula Toledo (actual)	US\$ 1,400*	US\$ 1,400
Compra de báscula nueva (incluye +18% por impuestos y desaduanaje)	US\$ 1,528 ³¹	US\$ -
Válvulas, tuberías, mangueras, acoples en seco, accesorios y nueva plataforma de medición (incluye coriolis)*	US\$ 55,243 ³²	US\$ -
Mano de obra (Soldador, Armador, Mecánicos)	US\$ 264 ³³	US\$ 264
Otras mejoras identificadas en la evaluación del sistema actual	US\$ 3,260 ³⁴	US\$ 3,260
Instalación Eléctrica (contratista para canalización del sistema eléctrico)	US\$ 390 ³⁵	US\$ 390
Tuberías y accesorios (compra local)	US\$ 725 ³⁶	US\$ 725
Entrenamiento a Personal (incluye gastos de papelería y tiempo invertido)	US\$ 102*	US\$ 102
Prolink III Software (incluye adaptador USB a RS485, gastos de envío y desaduanaje)	US\$ 1,711 ³⁷	US\$ -
Total de Inversión =	US\$ 64,600	US\$ 6,150

Fuente: Cotizaciones y *cálculos propios

³⁰ Ver Anexo 4: Recomendaciones y costos de evaluación del sistema actual.

³¹ Ver Ilustración 15: Cotización de Báscula Detecto 954F-100P

³² Ver Tabla 27: Equipos y Accesorios Asumidos por Afton (Compras Exterior)

³³ Ver Tabla 30: Costos de Mano de Obra para el Rediseño del Sistema

³⁴ Ver Tabla 25: Costos por mejoras detectadas en evaluación del sistema actual

³⁵ Ver Tabla 28: Costos de reconexión eléctrica

³⁶ Ver Tabla 26: Tuberías y Accesorios (Compra Local)

³⁷ Ver Ilustración 14: Cotización de Software Prolink III

Tabla 5: Costo Anual de Mantenimiento

Elemento	Costo
Calibración de báscula actual y nueva	US\$ 750 ³⁸
Limpeza de pascón (entrada a Coriolis)	US\$ 100*
Costo Total de Mantenimiento =	US\$ 850

*Fuente: *Cálculos propios*

Tabla 6: Ahorro o Beneficio Anual Esperado

Elemento	Ahorro
Ahorro energético por 4 re-procesos/año	US\$ 1,200 ³⁹
Ahorro en personal por 4 re-procesos/año	US\$ 151 ⁴⁰
Ahorro en uso eficiente de MMT	US\$ 17,700
Total de Ahorro =	US\$ 19,050

Fuente: Cálculos propios

A continuación se presentan los diagramas de flujo de efectivo para el estudio:

Primer Escenario (Sin Apoyo de Afton)

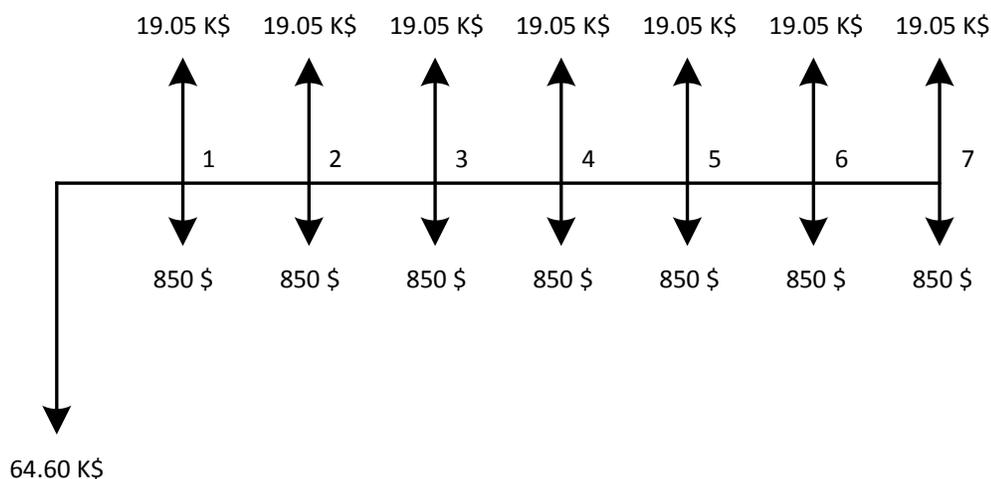


Ilustración 3: Diagrama de flujo de efectivo (Sin Apoyo de Afton Chemical)

³⁸ Ver Ilustración 13: Cotización para Calibración de Básculas

³⁹ Estimación de costo eléctrico por reprocesos. Fuente: Dpto. Instrumentación Puma Energy.

⁴⁰ Ver Tabla 29: Ahorro en Personal (por reprocesos)

Segundo Escenario (Con Apoyo de Afton)

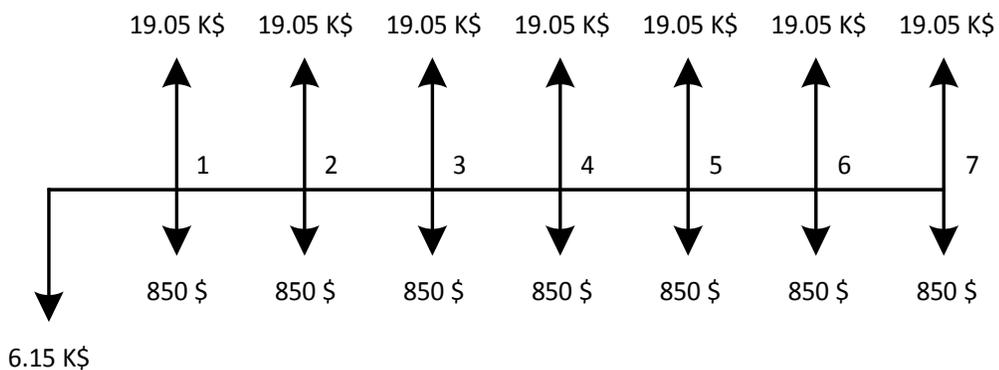


Ilustración 4: Diagrama de flujo de efectivo (Con Apoyo de Afton Chemical)

Resolución del caso:

Primer Escenario (sin Apoyo de Afton)

Tabla 7: Flujos netos de efectivo, VPN, BAUE, TIR (sin Afton Chemical)

TMAR= 15.0%

	0	1	2	3	4	5	6	7
Ahorro Anual	-	US\$19,050						
Costo de Mantenimiento Anual	-	US\$850						
Inversión y FNE (Ahorro-Costos)	US\$64,600	US\$18,200						
FNE (Descontados) =		US\$15,828	US\$13,765	US\$11,971	US\$10,411	US\$9,054	US\$7,874	US\$6,848
VPN =		US\$11,151						
BAUE =		US\$2,679						
TIR=		20.6%						

Fuente: Cálculos propios

Segundo Escenario (con Apoyo de Afton)

Tabla 8: Flujos Netos de Efectivo, VPN, BAUE, TIR (con Afton Chemical)

TMAR= 15.0%

	0	1	2	3	4	5	6	7
Ahorro Anual	-	US\$19,050						
Costo de Mantenimiento Anual	-	US\$850						
Inversión y FNE (Ahorro-Costos)	US\$6,150	US\$18,200						
FNE (Descontados) =		US\$15,828	US\$13,765	US\$11,971	US\$10,411	US\$9,054	US\$7,874	US\$6,848
VPN =		US\$69,601						
BAUE =		US\$16,722						
TIR=		295.9%						

Fuente: Cálculos propios

Análisis

Se puede observar mediante el método BAUE, que el rediseño del sistema de inyección de MMT (implementación de alternativa #4) **es económicamente factible** para cualquiera de los escenarios analizados. Si no hay impedimento legal y no existe requisito de Afton Chemical que impida cumplir con la política de la compañía, se sugiere que Puma Energy realice la inversión con el apoyo del proveedor para obtener el máximo beneficio (**BAUE = US\$ 16,722; TIR=295.9%**) en lugar de realizar el 100% de la inversión con capital propio de Puma Energy (BAUE = US\$ 2,679; TIR=20.6%).

8.4. PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (PRI)

Se aplicó el método de determinación del PRI para conocer en cuantos años se estima el retorno total de la inversión requerida para la implementación de la alternativa seleccionada. De acuerdo con Baca Urbina, G. (2007), este método no es aconsejable para aceptar o rechazar un proyecto de inversión, ya que solo considera los flujos de efectivo antes de la recuperación de la inversión total, obviando los flujos de los años posteriores. Por tanto, su aplicación es meramente informativa.

Tabla 9: Periodo de Recuperación de la Inversión (Sin apoyo de Afton)

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7
Inversión	US\$64,600							
FNE sin descontar		US\$18,200	US\$18,200	US\$18,200	US\$18,200	US\$18,200	US\$18,200	US\$18,200
FNE descontados		US\$15,828	US\$13,765	US\$11,971	US\$10,411	US\$9,054	US\$7,874	US\$6,848
FNE (Acumulados)		US\$48,772	US\$35,007	US\$23,036	US\$12,625	US\$3,571	US\$4,303	US\$11,151
PRI=						5.45 años		

Fuente: Cálculos propios

Tabla 10: Periodo de Recuperación de la Inversión (Con apoyo de Afton)

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7
Inversión	US\$6,150							
FNE sin descontar		US\$18,200	US\$18,200	US\$18,200	US\$18,200	US\$18,200	US\$18,200	US\$18,200
FNE descontados		US\$15,828	US\$13,765	US\$11,971	US\$10,411	US\$9,054	US\$7,874	US\$6,848
FNE (Acumulados)		US\$9,678	US\$23,443	US\$35,414	US\$45,825	US\$54,879	US\$62,753	US\$69,601
PRI=		0.39 años						

Fuente: Cálculos propios

Análisis

Se puede apreciar comparativamente que la recuperación de capital resulta mucho más rápida (**0.39 años**) si el proyecto se ejecuta con apoyo de Afton Chemical, en lugar de realizar toda la inversión con capital de Puma Energy y recuperar el 100% en **5.45 años**.

8.5. MANEJO DEL CAMBIO

A continuación, se aplica la guía de Administración de Cambios (Puma Energy, 2010) para la mejor de las alternativas de proyecto seleccionada (alternativa 4). De esta manera, se documentan los aspectos que Puma Energy sugiere evaluar previo a la aprobación de cualquier cambio o proyecto de inversión.

Descripción del Proyecto

Conectar en serie dos cilindros contenedores de MMT (cilindros tipo MPT) y hacer llegar aditivo mediante tuberías, mangueras⁴¹ y conexiones a un instrumento de medición de buena precisión (coriolis) que se conectará en la línea de proceso. Este sistema cuantificará la cantidad de libras de HITEC® 3000 que se inyectarán en el eductor del sistema actual. Adicionalmente, se implementarán las recomendaciones de seguridad encontradas en la evaluación del sistema actual⁴².

El funcionamiento del sistema será el siguiente: Habrá un cilindro de nitrógeno (preferiblemente Dewar de Nitrógeno Líquido por su baja presión y mayor capacidad), en su salida de N₂ Gaseoso, se instalará un regulador de presión configurado a 20 psig y una válvula check que impida el retorno de MMT; manómetros, drenaje y venteo serán útiles para el control de la presión de N₂ y el cambio de contenedores.

El primer contenedor MPT conectado en serie se presurizará a 20 psig con N₂, el segundo MPT (sobre la báscula actual) deberá estar presurizado con 20psig de N₂ antes de ponerse en servicio el sistema. La presión de N₂ desalojará el

⁴¹ De conexión y desconexión rápida, con acoples en seco.

⁴² Ver sección 8.1: Evaluación del sistema actual

HITEC®3000 a través del tubo pescante del primer contenedor en serie (MPT de despacho), este será desplazado a través de mangueras hasta el MPT en la balanza actual (segundo MPT en serie). La contra presión de N₂ en el segundo cilindro impedirá que este incremente su nivel de aditivo, el excedente de HITEC®3000 se desplazará a través del tubo pescante del segundo MPT y por medio de mangueras llegará a la tubería de succión del eductor,

Finalmente, esta tubería de succión del eductor deberá ser modificada para que el MMT atraviese previamente una plataforma de medición en línea que será provista de un medidor másico (coriolis); el coriolis cuantificará el flujo de HITEC®3000 a medida que es inyectado en el eductor; la **precisión⁴³ de flujo másico del coriolis MicroMotion serie F (sugerido por Emerson Process) es ±0.10%**, la precisión **de flujo volumétrico de ±0.15%** y la **repetitividad de ±0.05%**. Estas modificaciones requerirán el pago de mano de obra interna, compra de materiales locales como válvulas, codos, T, tubería, flanges, espárragos, tuercas, mangueras.

Mediante un flujo de gasolina a alta velocidad, el eductor actual crea vacío (aprox. 20 inHg) en la línea de inyectado de MMT, esto reducirá la presión “aguas arriba del eductor” (aprox. 9.82 psi), lo que facilitará que la presión de N₂ desplace el aditivo por el sistema de inyección. Una vez que el MMT es inyectado en la descarga del eductor, la gasolina recirculando a alta velocidad llevará el aditivo al tanque, donde finalmente se recirculará y homogenizará para su posterior certificación de calidad.

⁴³ Micro Motion, Inc. (2014). Product Data Sheet: Micro Motion ® F – Series Coriolis Flow and Density Meters.

Consideraciones

- La modificación al sistema, deshabilitará el inyector de MMT a la gasolina por un máximo de 4 días. Por tanto, este trabajo debe ser previamente coordinado con el blender (para determinar la mejor fecha) y el Dpto. de mantenimiento (para planear modificación de tuberías).
- Una nueva báscula será instalada en el primer cilindro de MMT en serie para monitorear el aditivo en el contenedor (medición de inventario), la báscula actual servirá como referencia de que el primer cilindro no se ha vaciado (mientras no se reduzca la indicación de peso) e igualmente servirá de referencia para estimar el inventario de MMT en el segundo contenedor en serie. La conexión en serie garantizará aditivo en todo momento y servirá para disponer de más tiempo en el reemplazo del primer cilindro (cilindro de despacho).
- El nuevo medidor másico (coriolis) tiene opción de configuración para mostrar flujo volumétrico o flujo másico por minuto, también posee un totalizador que servirá para sustituir la medición de la báscula actual al inyectar por batch, esta herramienta puede utilizarse para controlar de manera más precisa el consumo de MMT y posteriormente compararla con la cantidad adquirida. El coriolis tiene opción de auto calibración del zero y ofrece un nivel de precisión muy superior a una báscula; adicionalmente, la medición del equipo no será degradada por golpes con montacargas.
- Las modificaciones a tuberías permitirán utilizar el nuevo sistema y cuando sea requerido (caso de mantenimiento de pascones, desperfecto, problema eléctrico, etc.) by-pasearlo para usar el método actual de inyector por báscula.

Determinación de grado de riesgo

Siguiendo la metodología para la evaluación de cambios, se determinó el grado de riesgo del manejo del cambio. Se obtuvo **una puntuación acumulada de 1, lo que se considera un cambio de bajo riesgo**, el cálculo se basa en valores numéricos asociados a criterios que se presentan a continuación:

Tabla 11: Determinación del grado de riesgo

Criterios	Valores	Puntuación
1. Sin consecuencias potenciales adversas.	0	-
2. Materiales peligrosos (Riesgo ≥ 3) ⁴⁴ involucrados en el proceso, sin o con incremento $\leq 20\%$.	1	1
3. Se introduce o afecta una fuente importante de energía mecánica, térmica, química, o eléctrica.	2	-
4. Se incrementa el potencial de exposición del personal a sustancias peligrosas.	3	-
5. Se requiere adición de equipo de protección personal para control de la exposición.	3	-
6. Incremento de materiales peligrosos (Riesgo ≥ 3) $> 20\%$	4	-
7. Se introducen sustancias peligrosas (Riesgo ≥ 3) que actualmente no están presentes en el proceso.	4	-
8. Se reduce significativamente algún margen de seguridad existente, en favor de la calidad, costo, volumen de producción o tiempo disponible.	4	-
9. No existe evidencia documentada de que el proceso opere en forma segura después del	5	-

⁴⁴ Nota: El MMT se clasifica como producto muy peligroso a la salud (clasificación 3 según NFPA 704). La cantidad total de aditivo que manejará refinería será la misma, el proyecto no supone un incremento en el consumo o adquisición.

cambio.		
10. El cambio tiene un potencial razonable de ocasionar un accidente de alto potencial.	5	-
11. El cambio implica puentear, “by pasear”, recalibrar o afectar negativamente algún dispositivo de seguridad, alarma, sistema de control, sistema de alivio de emergencia, interlock, o protección del proceso, incluyendo a las protecciones de software.	5	-
Puntuación Acumulada Total		1

Fuente: Guía SAPS 004: Administración del cambio

Tabla 12: Grado de Riesgo

Grado de Riesgo	Bajo	Alto
Puntuación Acumulada Total	0 - 3	4 o más

Fuente: Guía SAPS 004: Administración del cambio

Determinación de grado de cambio

De acuerdo a la guía, se determinó que el grado de cambio es mayor, dado que la propuesta implica cambios de diseño/equipos y de componentes tecnológicamente distintos a los originales.

Tabla 13: Determinación del Grado de Cambio

	Menor	Moderado	Mayor
Cambio de Diseño / Equipo	Reemplazo por un idéntico. Cambio de un componente por un elemento con idéntica especificación de ingeniería.	Reemplazo por un similar. Cambio por un componente “similar” en su función, pero no igual al componente original.	Reemplazo por un distinto. Cambio por un componente “tecnológicamente distinto” al componente original.
Cambio de Proceso	Cambio de entorno. Proceso efectuado en otro equipo similar en tamaño, materiales de construcción e instrumentación. Cambio de capacidad $\leq 10\%$ a nivel de prueba o permanente.	Cambio de escala. Aumento / disminución de capacidad de producción $> 10\%$ a nivel de prueba o permanente.	Cambio de condiciones. Cambio a nivel de prueba o permanente: a) Proceso nuevo b) Nuevas sustancias peligrosas. c) Cambio de cualquier parámetro de proceso.

Fuente: Guía SAPS 004: Administración del cambio

Determinación del nivel de cambio

Se determinó el nivel de cambio mediante la combinación del grado de riesgo encontrado (bajo) y el grado de cambio (mayor). El cruce de esta información en la tabla siguiente, nos indica que el **proyecto tiene un nivel de cambio 2**, por lo cual, de acuerdo a la matriz de niveles de autorización de Refinería, el proyecto deberá constar al menos de las siguientes aprobaciones:

- Miembro competente experto.
- Jefe de sección procesos o jefe de sección mantenimiento.

Tabla 14: Nivel de cambio

		Grado de cambio		
		Menor	Moderado	Mayor
Grado de riesgo	Bajo	0	1	2
	Alto	3	4	5

Fuente: Guía SAPS 004: Administración del cambio

Ilustración 5: Nivel de autorización Refinería

PUESTO	NIVEL DEL CAMBIO					
	0	1	2	3	4	5
Supervisor de Turno o Supervisor de Mantenimiento	X	X				
Miembro Competente/Experto		X	X	X	X	X
Jefe de Sección Procesos o Jefe Sección Mantenimiento			X	X	X	X
Gerente de Procesos y/o Gerente de Mantenimiento				X	X	X
Gerente de Técnico				X	X	X
Gerente de HSE de Refinería				X	X	X
Gerente General de Refinería					X	X
PUMA Global Ops & Storage Manager					W	X
C E O PUMA Energy						W

W A criterio del signatario previo.

Fuente: Guía SAPS 004: Administración del cambio

Determinación de los requisitos mínimos de control

Tabla 15: Requisitos mínimos de control

Requisitos mínimos de control	
<p>1) Evaluación de riesgos en fases: Conceptual / Diseño (SAPS 4.1.1).</p> <p>Ver sección 8.1: Evaluación del sistema actual</p>	<p>Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></p>
<p>2) Análisis de Riesgos en Procesos (Manual SAPS 4.1.4) Aplicabilidad a nivel de cambio de 3 a 5.</p>	<p>Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/></p>
<p>3) Elaboración / Modificación de Procedimiento de Operación.</p> <p>Ver Anexos 9: Procedimientos de operación y mantenimiento.</p>	<p>Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></p>
<p>4) Análisis de Operación (Manual SAPS 5.1 – Guía SAPS 05). Aplicable a procedimientos de operación nuevos o modificados.</p> <p>Ver Anexos 9: Procedimientos de operación y mantenimiento. Estos procedimientos serán la base para la elaboración de los análisis de operación y el cumplimiento de la guía SAPS #5 (ciclo de análisis de operaciones).</p>	<p>Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></p>
<p>5) Actualización / elaboración de documentación de proceso. Aplicable a cambios de equipo, especificaciones y condiciones de proceso.</p> <p>Ver Anexo 5: P&ID, Diagramas e ilustraciones del cambio.</p>	<p>Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></p>
<p>6) Hojas de datos de seguridad de materiales nuevos (MSDS)</p> <p>Ver Anexo 2: MSDS Gasolina, Nitrógeno y HITEC®3000</p>	<p>Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></p>
<p>7) Se requiere rediseño por Seguridad / Proceso Rediseño del sistema es por falta de precisión en el proceso de inyección de HITEC®3000.</p> <p>Ver Anexo 6: Listado de modificaciones y acciones: plan de ejecución</p>	<p>Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></p>

<p>8) Comunicación del cambio al personal involucrado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operadores y supervisores de planta • Responsable de mezclas (Blender). 	<p>Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></p>
<p>9) Entrenamiento y/o Instrucción de Trabajo al personal involucrado (Manual SAPS 6.2 – Guía 05)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operadores Patrol (área de tanques) 	<p>Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></p>
<p>10) Se requiere verificación de pre-arranque (Forma SAPS 4.1.2) Aplicable a proyectos con nivel de cambio entre 3 a 5.</p>	<p>Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/></p>
<p>11) Se requiere notificación / permiso / licencia legales. Aplicable a proyectos con impacto ambiental potencial, actividades altamente riesgosas, proyectos de tratamiento de residuos peligrosos, aguas residuales y emisiones, y otras.</p>	<p>Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/></p>
<p>12) Equipos y nuevas refacciones por dar de alta.</p> <p>Micromotion Coriolis Flow and Density Meter Modelo: F025S113C2EAEZZZZ, no posee partes móviles, libre de mantenimiento / calibración.</p> <p>Báscula Detecto de 2000 lb de capacidad Modelo: 954F100P</p> <p>Ver Anexo 7: Nuevos equipos de alta</p>	<p>Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></p>
<p>13) Mantenimiento preventivo por dar de alta.</p> <p>Coriolis no requiere mantenimiento preventivo. Posee función de auto-calibración del cero. Si se requiere trabajo menor de limpieza de pascón, este se hará con personal de proceso.</p> <p>Ver Anexo 7: Nuevos equipos de alta</p>	<p>Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></p>
<p>14) Ordenes de trabajo requerido.</p> <p>Para instalación de tuberías/flanges como espera a la llegada de la nueva plataforma de medición (con coriolis).</p>	<p>Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></p>

15) Actualización del plan de respuesta a emergencias de la planta.	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>
16) Personal contratista requerido. DIESA o CONECSA para canalización de alimentación eléctrica al nuevo coriolis. Ver Tabla 28: Costos de Reconexión Eléctrica	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
17) Se requieren controles para la evaluación del cambio. Pruebas de inyector y registro de información del proceso con Prolink III Software. Ver Ilustración 14: Cotización Software Prolink III	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>

Fuente: Guía SAPS 004: Administración del cambio

Evaluación de seguridad, higiene industrial y ambiente en proyectos

Tabla 16: Evaluación HSE - Localización

Localización	
A) En la selección del sitio ¿se han considerado los siguientes aspectos de riesgo?	
1) Terreno: pendientes, declives, niveles, riesgo de desplazamiento de tierras Terreno adecuado para localización de nueva plataforma de medición	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
2) Efecto dominó: Cercanía de otros edificios e instalaciones a afectar y ser afectadas No hay instalaciones o edificios cercanos que puedan tener o producir una afectación	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
3) Comunidades: Afectación potencial a vecinos de planta y tuberías	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>
4) Vientos dominantes: Afectación potencial a personal de planta y/o a la comunidad	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>
B) ¿Se ha considerado requisitos de almacenamiento de materias primas, intermedios y productos? • Químicos, inflamables, cilindros deberán ser almacenados	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>

<p>según indicaciones del MSDS (Ver Anexo 2).</p> <ul style="list-style-type: none"> • El área es suficientemente grande para manejar 2 cilindros de MMT. • Recipientes de químicos/materiales peligrosos deberán estar identificados, etiquetados, rotulados (de acuerdo a clasificación DOT y NFPA 704). • El lugar de almacenado deberá ser el adecuado (seco, limpio, ordenado, con acceso adecuado y ventilado con protección C/I). Se debe cerrar el dique de contención en los puntos de acceso al área, los drenajes en el área de inyectos de MMT descargan a una pila ubicada al costado Noreste. • Se cuenta con una rampa de acceso para montacargas. 	
<p>C) ¿Se ha considerado requisitos de transferencia de materias primas, intermedios y productos?</p> <p>Permisos de trabajo para traslado de material peligroso, personal montacarguero certificado, personal de proceso entrenado en manejo de materiales peligrosos, procedimientos para traslado de material peligroso disponibles.</p>	<p>Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></p>

Fuente: Guía SAPS 004: Administración del cambio

Tabla 17: Evaluación HSO – Materiales Peligrosos

Materiales Peligrosos	
A) ¿Se introducen o se incrementa el uso de materiales peligrosos? (materias primas, auxiliares, aditivos, colorantes, etc.)	
1) Materiales con riesgo Salud = 3 o 4	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
2) Materiales con riesgo Inflamabilidad = 3 o 4	Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
3) Materiales con riesgo Reactividad = 3 o 4	Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>

Fuente: Guía SAPS 004: Administración del cambio

Como material peligroso se introducirá un contenedor MPT adicional en el área de inyección de MMT, sin embargo, el consumo promedio y la cantidad de aditivo en planta no serán incrementados. El MMT según el rombo NFPA se califica como:

- **Salud:** El nivel de riesgo a la salud es de 3 (muy peligroso).
- **Inflamabilidad:** El nivel de inflamabilidad es de 2 (debajo de 93° C).
- **Reactividad:** El nivel de reactividad es 0 (Estable).
- **Riesgo Específico:** No tiene ningún riesgo específico.



Ilustración 6: Etiquetado de Materiales Peligroso (NFPA 704)

Fuente: Norma NFPA 704

Almacenamiento y transferencia de materiales

La capacidad de cada cilindro de MMT es 0.82 m³, sin embargo, la capacidad utilizable para almacenamiento de aditivo es **0.45 m³**, al colocar 2 contenedores en serie, el aditivo en el área se duplicaría a **0.90 m³**. El área tiene drenajes de piso, en caso de un derrame, el MMT se acumularían en una pila de contención al costado Noreste del área de inyección. El área tiene dimensiones de 4m (ancho) x 9m (largo), sin embargo, dique de contención se encuentra abierto en rampa de acceso y 2 puntos más, se requiere elevarlo 0.04m (mínimo) para garantizar una capacidad de contención de **1.44 m³** disponible en caso de obstrucción en los drenajes de piso. El sistema de inyección requiere mejorar respecto al aterrizaje directo de báscula y cilindros contenedores para la disipación de cargas estáticas. El diseño propuesto incluye válvulas check para evitar flujo inverso de MMT al N₂ o de la gasolina al cilindro de MMT.

Tabla 18: Evaluación HSO - Seguridad en procesos

Seguridad en Procesos	
A) ¿Se cuenta con historial de accidentes de instalaciones similares?	Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
B) ¿Se requiere aplicación de técnicas de Análisis de Riesgos en Procesos (Hazop, Árbol de Fallas)?	Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
C) Condiciones críticas de operación	
1) Alta presión <ul style="list-style-type: none"> • Peligro por alta presión de N₂ en el sistema es controlado por regulador de presión configurado a 20 psig. • Contenedores MPT protegen el sistema con PSVs que disparan a 175 psig 	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
2) Alta temperatura	Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
3) Corrosión de equipo de almacenamiento y/o proceso <ul style="list-style-type: none"> • Existe corrosión en tuberías junto al eductor del sistema, esta será eliminada, se incluye también la pintura superficial de tuberías y paredes se incluyen en las mejoras. 	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
4) Generación y descarga de electricidad estática Sistema será aterrizado (cilindros, coriolis y tuberías).	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
5) Incompatibilidades	Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
D) ¿Se han considerado requisitos de alivio y protección contra alta presión? <ul style="list-style-type: none"> • El sistema estará protegido por sobre presión mediante las PSV (Pressure Safety Valve) de los MPT, estas disparan a 175 psig. • Puede haber alta presión por N₂ en el sistema si no se instala un regulador. El regulador de presión de nitrógeno se configurará a 20 psig de presión. 	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>

E) ¿Se han considerado requisitos de control automático de nivel de tanques?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>
F) ¿Se han considerado requisitos de control y protección de sistemas de bombeo y procesos?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>
G) ¿Se consideraron sistemas automáticos y botoneras de paro de emergencia?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>
G) ¿Se han considerado requisitos de Integridad Mecánica?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>

Fuente: Guía SAPS 004: Administración del cambio

Tabla 19: Evaluación HSO - Evaluación contra incendios y emergencias

Evaluación contra incendios y emergencias	
A) ¿Se han considerado los siguientes sistemas y dispositivos de protección contra incendio y emergencia?	
1) Red de agua contra incendio cerrada (loop) con cálculo hidráulico.	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
2) Bombas contra incendio eléctrica/diésel/jockey aprobadas FM / NFPA de suficiente capacidad para la demanda máxima probable <ul style="list-style-type: none"> Las bombas contra incendio se prueban semanalmente, suplen la capacidad máxima posible para atender cualquier emergencia en refinería incluyendo el área de inyectado de aditivo. 	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
3) Tanque de agua contra incendio con capacidad adecuada a demanda máxima probable	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>
4) Rociadores automáticos de tipo y densidad adecuados: agua / agua-espuma, diseñados por cálculo hidráulico (NFPA 13 / 16)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>
5) Sistemas de espuma para tanques de almacenamiento y para monitores (NFPA)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>
6) Extinguidores portátiles adecuados para el Grado de Riesgo <ul style="list-style-type: none"> Existen extintores aledaños ABC adecuados para incendios de hidrocarburos en áreas ventiladas. 	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
7) Equipo para Respuesta a Emergencia, de protección de brigadas y respuesta	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>

<ul style="list-style-type: none"> • La compañía cuenta con procedimientos, recursos y organización para respuesta de emergencia. 	
<p>8) Equipos para contención / control de derrames.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dique de contención en el área requiere mejora. 	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
9) Otros	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>
B) ¿Se ha considerado la necesidad de incrementar / modificar el Sistema de Alarma de Emergencia?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>
C) ¿Se ha considerado la optimización de los medios alternos de comunicación de emergencia?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>

Fuente: Guía SAPS 004: Administración del cambio

Tabla 20: Evaluación HSO - Instalaciones Eléctricas

Instalaciones Eléctricas	
<p>A) ¿Se han definido las especificaciones de las instalaciones eléctricas para atmósferas peligrosas? (Inflamables, polvos combustibles, atmosferas corrosivas, Intemperie, etc. (de acuerdo al N.E.C.).</p> <p>Todas las instalaciones eléctricas para refinería deberán ser intrínsecamente seguras en atmosferas inflamables. El coriolis⁴⁵ propuesto está clasificado para operar en zonas peligrosas:</p> <p>Class I, Division 1, Groups C and D. Class II, Division 1, Groups E, F, and G explosion proof (when installed with approved conduit seals). Otherwise, Class I, Division 2, Groups A, B, C, and D.</p> <p>Se deberá instalar un interruptor local para 120VAC-60Hz para encender y apagar el medidor másico. El medidor másico, el interruptor y las tuberías eléctricas deben estar clasificadas como Class I, Div 1, Group C, D para servicio en áreas peligrosas donde gases o vapores inflamables pueden estar presentes por largos periodos de tiempo durante operación normal o falla (10-1000 hr/yr o de 0.1 – 10% del tiempo).</p>	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>

⁴⁵ MicroMotion 1700 Installation Manual apéndice A.2 pag 62.

<p>Temperatura⁴⁶ Instalar el transmisor un ambiente entre –40 and +140°F (–40 and +60 °C). Si es posible instalar el transmisor en un área en el cual no se exponga a la luz solar directa. No se exponga a atmosferas corrosivas.</p>	
<p>B) ¿Se ha considerado la capacidad de los sistemas de distribución eléctrica? El área cuenta con alimentación eléctrica (120 VAC / 60 Hz) adecuada para el coriolis: 85 - 265 VAC; • 50/60 Hz; • 6 watts – 11 watts max. Sin embargo, requiere canalización hacia punto de ubicación de la nueva plataforma (costado Oeste del eductor). Esto supone pago de mano de obra y compra de materiales.</p>	<p>Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></p>
<p>C) ¿Se han considerado dispositivos de bloqueo de energía? • Se utilizará panel de breaker para aislar eléctricamente el sistema eléctrico durante la instalación/conexión del coriolis. • Se instalará un breaker local (nuevo) cuando se redireccione la alimentación eléctrica hacia la ubicación de la nueva plataforma de medición.</p>	<p>Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></p>
<p>D) ¿Se han considerado dispositivos suficientes de disipación de electricidad estática y tierras? • Todos los componentes del sistema deberán estar aterrizados.</p>	<p>Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></p>
<p>E) ¿Se ha considerado protección catódica a tuberías subterráneas y fondos de tanques de almacenamiento?</p>	<p>Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/></p>
<p>F) ¿Se han considerado suficientes sistemas de pararrayos?</p>	<p>Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/></p>

Fuente: Guía SAPS 004: Administración del cambio

⁴⁶ MicroMotion 1700 Installation Manual capitulo 2 2.3.2 Environmental requirements

Tabla 21: Evaluación HSO - Higiene Industrial

Higiene Industrial	
<p>A) ¿Se espera la existencia de riesgos de exposición del personal a agentes peligrosos a la salud?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema cerrado, riesgo de exposición poco probable 	<p>Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/></p>
<p>B) ¿Se han considerado dispositivos / sistemas de control de exposición a los siguientes agentes?</p>	<p>Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/></p>
<p>Dispositivos / Sistemas de control de agentes físicos, químicos y/o biológicos considerados:</p>	
<p>C) ¿Se han considerado requisitos de equipo de protección personal?</p>	<p>Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></p>
<p>EPP considerado:</p> <p>Para operaciones normales, tales como abrir y cerrar válvulas para inyectar HITEC®3000, solamente se requiere el equipo básico de protección personal exigido por refinería para el acceso al área de proceso (casco, gafas de seguridad, guantes de cuero, FRC, botas y Detector H2S)</p> <p>Si se va a realizar en el sistema un trabajo mayor de apertura de líneas, que incremente el potencial exposición a HITEC®3000 (por ejemplo: cambiar MPTs, limpiar la trampa partículas, etc.), se requiere equipo de protección personal adicional, el cual incluye botas de seguridad (de hule), guantes de goma o nitrilo, delantal de hule, mascara de protección para vapores orgánicos y protección facial (careta). Siempre revise la hoja de seguridad MSDS en el área.</p>	

Fuente: Guía SAPS 004: Administración del cambio

Tabla 22: Evaluación HSO - Protección Ambiental

Protección Ambiental	
A) ¿Se han considerado necesidades de construcción / ampliación de sistemas de tratamiento de efluentes de acuerdo a los contaminantes que se esperan en la descarga y a pruebas de toxicidad aguda?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>
B) ¿Se han considerado drenajes químicos, sanitarios y pluviales independientes, con diámetros y materiales de construcción adecuados?	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
C) ¿Se han considerado contenciones, pendientes, trincheras, fosas para contención de derrames y para contención de agua contra incendio? Se considera la mejora del dique de contención en área de inyecto de MMT, así mismo se verificará disponibilidad de drenajes hacia pila de contención de producto.	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
D) ¿Se ha estimado / calculado la generación de residuos peligrosos y no peligrosos?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>
E) ¿Se han considerado dispositivos de control si el proyecto incluye procesos con emisiones a la atmósfera? (RECUPERACION DE SOLVENTES, DESTILACION, CONTROL DE EMISIONES DE POLVO, EMISIONES FUGITIVAS, ETC.)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>
F) ¿Se consideran sistemas de tratamiento y/o de disposición final de residuos y residuos peligrosos?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>
G) ¿Se han efectuado pruebas de tratabilidad? (RESIDUOS, AGUAS RESIDUALES, ETC.)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>

Fuente: Guía SAPS 004: Administración del cambio

Tabla 23: Evaluación HSO - Requerimiento de control de contratistas

Requerimiento de control de contratistas	
A) ¿Se requiere personal contratista para la ejecución del proyecto?	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
<p>Se requiere empresa contratista certificada para instalaciones electrónicas en MANREF, deberán de cumplir los requerimientos de seguridad para contratistas y estar certificados en materia de seguridad por el departamento HSE-Terceras partes.</p> <p>Contratistas serán requeridos durante las etapas de:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Desinstalación de equipos, tuberías y accesorios eléctricos fuera de servicio.2. Instalación de tuberías conduit y canalización de cable de alimentación hacia nuevo coriolis.3. Conexión de switch y coriolis	

Fuente: Guía SAPS 004: Administración del cambio

9. CONCLUSIONES

El presente estudio permitió identificar y cuantificar mediante pruebas experimentales y métodos de ingeniería que el sistema actual de inyección de aditivo HITEC® 3000 posee un error de medición promedio de **4.3%** (respecto a la medición de un instrumento confiable). Esto significa que Puma Energy está sobre aditivando la gasolina, incurriendo en un desperdicio de **984.2 lb/año de MMT (US\$ 17,700)**.

La exactitud del sistema de inyección de aditivo actual (**95.7%**) es inferior, en comparación con el instrumento propuesto (coriolis)⁴⁷ que tiene una exactitud de flujo másico de (**100 ±0.10%**) y una repetibilidad de resultados de **±0.05%**. Por tanto, rediseñar el sistema de inyección actual brindará una medición más precisa y exacta del aditivo inyectado, optimizándose el consumo, reduciendo los riesgos de calidad, los re-procesos y las importaciones de aditivo.

Se observó en el sistema de inyección un notorio cumplimiento de las normas de seguridad, los requisitos técnicos y de diseño establecidos por la compañía. Se detectó oportunidades de mejora puntuales respecto a las facilidades de contención de derrames, daños físicos en protección a prueba de explosiones de luminaria en área de inyectos, falta de 4 rociadores en el sistema contra incendio, falta de aterrizaje en báscula y cilindros MPT y falta de algunos procedimientos de seguridad importantes, entre otros.

Se determinó que la mejor alternativa de inversión para la solución del problema de precisión identificado (entre otros), es la alternativa 4, correspondiente a la implementación de las recomendaciones de seguridad de la evaluación inicial, restablecimiento del sistema de medición actual, instalación de una nueva báscula, conexión en serie de un nuevo cilindro MPT e instalación de un sistema de medición por coriolis.

⁴⁷ Según ficha técnica del producto: Coriolis Micromotion serie F.

De acuerdo a la evaluación costo-beneficio, el rediseño del sistema de inyección es económicamente factible, sin embargo, se debe realizar la inversión en la alternativa #4 con el apoyo de Afton Chemical para obtener los mayores beneficios en cuanto a los parámetros VPN = **US\$69,601**, TIR = **295.9%** y BAUE= **US\$16,722** (todos analizado con una TMAR del 15% durante un periodo de evaluación de 7 años). De implementarse esta alternativa, el total de la inversión se recuperará en 0.39 años.

Finalmente, la metodología del sistema de administración de cambios de Puma Energy, permitió evaluar el rediseño propuesto del sistema de inyección de MMT para identificar previamente el cumplimiento de los requisitos mínimos de control, aspectos de seguridad, higiene industrial y ambiental que involucran: localización, materiales peligrosos, almacenamiento y transferencia de materiales, seguridad en procesos, protección contra incendios y emergencias, instalaciones eléctricas, higiene industrial, protección ambiental y otros puntos clave para la correcta evaluación del cambio, elaboración de planes de acción o identificación y corrección oportuna de los riesgos asociados; de manera, que se garantice el buen funcionamiento del sistema (eficiente, confiable y seguro).

10. RECOMENDACIONES

Para dar solución a la problemática planteada del presente estudio, se recomienda:

- ✓ Implementar las recomendaciones propuestas en la evaluación del sistema actual del presente estudio. Principalmente, las recomendaciones clasificadas como “mejorar” y que tienen relación con seguridad del personal (procedimientos y entrenamiento), de las instalaciones (sistema contra incendio y sistema eléctrico), y del medio ambiente (diques de contención y drenajes).
- ✓ Efectuar la implementación del rediseño del sistema de inyección propuesto para eliminar la dependencia de la báscula del sistema actual. Se recomienda la conexión en serie de los cilindros de aditivo HITEC®3000 para garantizar disponibilidad de MMT en horarios fuera de oficina cuando no hay personal montacarguero.
- ✓ Optimizar el inyector de MMT y por consiguiente el consumo de aditivo Hitec®3000, reduciendo costos por regalos de calidad, a través de la exactitud (y precisión) del coriolis propuesto; esto para alcanzar un 100% ($\pm 0.1\%$) de exactitud y hasta un $\pm 0.05\%$ de repetitividad de las mediciones, según indicaciones en la ficha técnica del fabricante.⁴⁸
- ✓ Llevar registro del control de inyector de MMT para su posterior análisis respecto a: volumen comprado vs. volumen utilizado.
- ✓ Evaluar calibración anual de básculas para garantizar un control de inventario más ajustado a la realidad (reporte mensual a finanzas). Es importante aclarar que realizar o no la calibración de básculas sugerida, no representará ningún costo adicional porque la medición de inyector se hará por medio del coriolis.
- ✓ Se recomienda eliminar los elementos del sistema fuera de servicio o que no serán utilizados (danload, coriolis antiguo, conexiones eléctricas a estos equipos). Después del rediseño, las válvulas útiles del sistema de

⁴⁸ **Fuente:** Ficha técnica del coriolis para indicación de flujo másico en medición de líquidos.

inyección deberán ser numeradas según procedimientos de operación propuestos en este estudio.

- ✓ Se deberá aplicar recubrimiento de pintura en paredes y tuberías para mejorar el aspecto en el área y protegerlo de corrosión.
- ✓ Se recomienda aprovechar las funciones del nuevo coriolis para afinar el procedimiento interno de verificación de cilindros vacíos y control de remanente de MMT. Esto con el objetivo de reducir la cantidad de producto retornado al proveedor en los contenedores MPTs “vacíos”.
- ✓ Se sugiere evaluar la compra de MMT en contenedores DT y/o ISO-Tanques, ya que tienen mayor capacidad de almacenaje y probablemente un costo de adquisición, importación y de transporte inferior.
- ✓ Para reducir los tiempos de certificación de tanques (por recirculación), se recomienda evaluar la instalación de un relacionador para que sin intervención humana, el sistema inyecte automáticamente la cantidad de MMT necesaria para el flujo de gasolina de la planta hacia el tanque.
- ✓ Una vez modificado el sistema, se deberá brindar al personal los entrenamientos previos necesarios. También se deberán realizar varias pruebas de inyecto, utilizando el software MicroMotion ProLink III para registrar el comportamiento del coriolis y monitorear sus mediciones.

11. BIBLIOGRAFÍA

- ABB Limited. (2013). *Refinery Offsites: Oil Refinery Off sites Automation opportunities to improve profitability*. Recuperado de [http://www05.abb.com/global/scot/scot267.nsf/veritydisplay/4f58f8c3879e9e19c1257b75003c525b/\\$file/Oil%20Refinery%20Offsites.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot267.nsf/veritydisplay/4f58f8c3879e9e19c1257b75003c525b/$file/Oil%20Refinery%20Offsites.pdf)
- Afton Chemical. (2014). Ficha de datos de seguridad: *HITEC® 3000 Fuel Additive*. Richmond: Autor.
- American Petroleum Institute – API (2002). *API RP 500: Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Division 1 and Division 2 (2da. Ed.)*. Estados Unidos: Autor.
- Asamblea Nacional de la Republica de Nicaragua (Junio 2003): *Reglamento a la ley 453, ley de equidad fiscal con sus reformas*. Recuperado de http://www.dgi.gob.ni/documentos/Decreto_46_2003_Reglamento_a_la_Ley_453,_Ley_de_Equidad_Fiscal_con_sus_Reformas.pdf
- Baca Urbina, G. (2007). *Fundamentos de Ingeniería Económica* (4ta ed.). México: McGraw-Hill.
- Banco Central de Nicaragua (2013). *Anuario Estadístico - Principales Indicadores Macroeconómicos*. Recuperado de http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/anuario_estadistico/excel/Principales_Indicadores.xlsx
- Banco Central de Nicaragua (2014). *Informe Mensual de Inflación*. Recuperado de http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/mensual/inflacion/inflacion_noviembre.pdf

- Hernández Meléndez, E. (2006). *Metodología de la Investigación: Cómo escribir una tesis*. Recuperado de http://biblioteca.ucv.cl/site/servicios/documentos/como_escribir_tesis.pdf
- Industria / Protective & Marine: Sherwin Williams. *Sistemas de preparación de superficie SSPC (Steel Stencil Painting Council): SSPC-SP6*. Recuperado de <http://www.sherwinca.com/SSPC/sspc-SP6.pdf>
- Micro Motion, Inc. (2010). *Sensores Coriolis Micro Motion® serie F para caudal y densidad*. Recuperado de <http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Micro%20Motion%20Documents/F-Series-Install-Manual-SPA-20002300.pdf>
- Micro Motion, Inc. (2014). *Product Data Sheet: Micro Motion® F – Series Coriolis Flow and Density Meters*. Recuperado de <http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Micro%20Motion%20Documents/F-Series-PDS-PS-00603.pdf>
- Munns, A. (2012). *Refinery Product Blending Optimization*. Recuperado de [http://www05.abb.com/global/scot/scot267.nsf/veritydisplay/b39b079c71f6b13d85257a52004b995c/\\$file/Oil%20Refinery%20Product%20Blending.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot267.nsf/veritydisplay/b39b079c71f6b13d85257a52004b995c/$file/Oil%20Refinery%20Product%20Blending.pdf)
- Puma Energy Bahamas S.A. (2010). *Guía de Implementación SAPS 004: Administración de cambios y determinación de requisitos mínimos de control*. Ginebra: Autor.
- Puma Energy Bahamas S.A. (2010). *Puma Energy Technical Standard Manual*. Ginebra: Autor.
- R. Heerkens, Gary. (2002). *Project Management*. Estados Unidos de América: McGraw-Hill.

- Sánchez Espinoza, J. (2004). *Metodología de la Investigación Científica: Técnicas de Investigación, Tomo I (1ra ed.)*. Managua: Editorial y Distribuidora Mundo Cultural.
- Shell Refining Company. (2014). *Refining Process*. Recuperado de <http://www.shell.com/src/about-src/refining-process.html>
- Sistema Interamericano de Metrología – SIM (2009). *Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático*. Recuperado de http://www.sim-metrologia.org.br/spanol/SIM_MWG7Spanish_9Feb.pdf
- Universidad Centroamericana - UCA. (2014). *Citas y Referencias (Manual APA - Sexta Edición)*. Managua: Vicerrectoría Académica. Recuperado de <http://bjcu.uca.edu.ni/Contenido/pdf/NORMASPAVI.pdf>

12. GLOSARIO

Afton Chemical Corporation: Empresa dedicada al desarrollo y fabricación de aditivos de petróleo, incluyendo transmisión, aceite de motor, combustible y aditivos industriales. Afton Chemical Corporation tiene su sede en Richmond, Virginia, y cuenta con operaciones en todo el mundo. La compañía es una filial de NewMarket Corporation, una corporación especializada en productos químicos especializados de rendimiento.

ASME: ASME es el acrónimo de American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos). Asociación de profesionales, que ha generado un código de diseño, construcción, inspección y pruebas para equipos, entre otros, calderas y recipientes sujetos a presión. Este código tiene aceptación y uso mundial.

Báscula: aparato que sirve para pesar; esto es, para determinar el peso (básculas con muelle elástico), o la masa de los cuerpos (básculas con contrapeso).

CAUE / BAUE: El CAUE (costo anual uniforme equivalente) y el BAUE (beneficio anual uniforme equivalente) son indicadores utilizados en evaluación de proyectos de inversión, corresponden a todos los ingresos y desembolsos convertidos en una cantidad anual uniforme equivalente que es la misma cada período. La fórmula para estos indicadores es la misma. Todo depende de lo que se quiera medir. Si se quiere medir los costos se utilizará el CAUE (mientras menor sea mejor será la opción a elegir). Si se quiere medir los beneficios o ganancias se utilizará el mayor BAUE.

Coriolis: dispositivo de medición multivariable que proporciona medición precisa de caudal másico, caudal volumétrico, densidad y temperatura para líquidos, gases o lodos.

Exactitud: la exactitud de un instrumento de medida es mayor mientras más próximo está el valor medio de las “n” medidas al valor convencional medio.

Gasolina: mezcla de hidrocarburos alifáticos obtenida del petróleo por destilación fraccionada. Se utiliza como combustible en motores de combustión interna con encendido por chispa convencional o por compresión, así como en estufas, lámparas, limpieza con solventes y otras aplicaciones. Parte de sus especificaciones de calidad son el octanaje (RON) y el RVP (Reid vapor pressure).

HITEC 3000: Nombre comercial del aditivo MMT utilizado como mejorador de octanaje.

Manejo de Cambio (MOC): técnica de uso muy común. Sus objetivos son:

- Identificar las posibles consecuencias de un cambio de procesos.
- Planificar con antelación, de modo que se puedan adoptar medidas adecuadas, antes y durante se ejecute un cambio.

Este proceso se aplica cuando en el sitio se modifica: tecnología, equipos, instalaciones, prácticas y procedimientos, especificaciones de diseño, materias primas, situaciones organizacionales o de personal, estándares o regulaciones.

MANREF: Abreviación en inglés de Managua Refinery (Refinería Managua).

MMT: Metilciclopentadienil manganeso tricarbonilo (MMT) es un compuesto de fórmula $(C_5H_5)Mn(CO)_3$ utilizado como aditivo de gasolina para incrementar el octanaje.

MSDS: Ficha de datos de seguridad (FDS), o en inglés Material safety data sheet (MSDS), es un documento que indica las particularidades y propiedades de una determinada sustancia para su adecuado uso. El principal objetivo de esta hoja es proteger la integridad física del operador durante la manipulación de la sustancia.

Octanaje (RON): El Octanaje o índice de octano, es una medida de la resistencia a la auto-ignición de la gasolina y otros combustibles que se utilizan en motores de combustión interna de ignición por chispa. Es una medida del poder anti-detonante de la gasolina o del combustible.

Período de Recuperación de la Inversión (PRI): Periodo de tiempo en que se recupera el total de una inversión (a valor presente), es decir, nos revela la fecha en la cual se cubre la inversión inicial en años, meses y días.

Precisión: En ingeniería, ciencia, industria y estadística, se denomina precisión a la capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones diferentes realizadas en las mismas condiciones. Esta cualidad debe evaluarse a corto plazo. La precisión refleja la proximidad de distintas medidas entre sí, y es función exclusiva de los errores accidentales.

Puma Technical Standard Manual: Directrices y normas para el diseño de terminales Puma, elaborado por el Comité Técnico de Normalización de Puma Energy en base a normas internacionalmente reconocidas (p.ej: API, ASME, NFPA, ANSI, NEC, entre otras).

Regalos de Calidad o Quality GiveAway (QGA): Costos operativos provenientes del sobre cumplimiento de alguna especificación de calidad en el producto, estos no se ven reflejados en el precio final de venta y representan una pérdida de oportunidad.

Reid vapor pressure (RVP o volatilidad): Es la presión de vapor absoluta obtenida por medio de un ensayo que mide la presión de una muestra en el interior de un cilindro a una temperatura de 37,8 °C (100 °F) en una relación volumétrica de 4 (cuatro) partes de líquido por 1 (una) parte de vapor [relación (líquido/vapor) = 4], esta propiedad mide la tendencia a la vaporización de un líquido.

SAPS: Sistema de Administración de la Política de Seguridad de Puma Energy.

13. ANEXOS

Anexo 1: Ilustraciones del Sistema Actual.....	87
Anexo 2: Hojas de Seguridad de los Materiales (MSDS)	91
Anexo 3: Verificación de mediciones de la báscula del sistema actual	96
Anexo 4: Recomendaciones y Costos de Evaluación del Sistema Actual	100
Anexo 5: Actualización / Elaboración de Documentación de Proceso	110
Anexo 6: Listado de modificaciones y acciones: Plan de ejecución	115
Anexo 7: Listado de equipos por dar de alta	116
Anexo 8: Ficha técnica (flujos, precisión, y manual del coriolis).....	118
Anexo 9: Procedimientos de operación y mantenimiento propuestos ..	119

ANEXO 1: ILUSTRACIONES DEL SISTEMA ACTUAL



Ilustración 7: Rotulación de seguridad de cilindro MPT (UN3281, NFPA704)



Ilustración 8: Regulador de presión de N₂



Ilustración 9: Diques, drenajes y corrosión del sistema



Ilustración 10: Rociador Grinnell Duraspeed - SSU-2 (Upright Sprinkler)



Ilustración 11: Equipos y tuberías fuera de servicio



Ilustración 12: Comprobación de Báscula Actual vs. Báscula Confiable

ANEXO 2: HOJAS DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES (MSDS)

Anexo Digital: Dar doble click sobre las páginas de portada de los siguientes MSDS o revisar carpeta Anexo Digital > MSDS en CD.

- MSDS HiTEC® 3000
- MSDS Nitrógeno
- MSDS Gasolina Premium y Regular



Ficha de datos de seguridad

HiTEC® 3000 Fuel Additive

MSDS no. H3000

1. Identificación del producto y la compañía

Uso del producto Industria petroquímica: Aditivo para los carburantes.

Fecha de emisión/Revisiones 27 Octubre 2014

En caso de emergencia - Químico

+1-703-527-3887 (International)
+65-3158-1349 (Asia Pacific)
+61-290372994 (Australia)
+32-28083237 (Belgium)
4001-204937 (China)
+385-17776920 (Croatia)
000-800-100-7141 (India)
+81-345209637 (Japan)
00-308-13-2549 (South Korea)
+1-703-741-5979 (Spanish language)
+44-870-8200418 (UK)
1-800-424-9300 (US & Canada)

Fabricante / Proveedor

Afton Chemical Corporation
500 Spring St.
Richmond,
VA 23219
USA
Telephone number: +1-804-788-5800

Afton Chemical Hyderabad Pvt. Ltd.
Plot No. 197, IDA, Phase II
Cherlapally
Hyderabad- 500051 India

Afton Chemical Limited
Euro-Tech Centre
London Road, Bracknell, Berkshire
RG12 2UW, England
Telephone Number: +44 1344 304141
msds@aftonchemical.com

Afton Chemical Asia Pte. Ltd.
111 Somerset Road
#09-05
TripleOne Somerset
Singapore 238164
Telephone number: +65 6732 0822
Fax: +65 6737 4123

Afton Chemical Limited
Ashburton Road West, Trafford Park
Manchester, M17 1SX, England
Telephone number: +44 (0)161 876 5673
(Weekdays, 9am - 5pm)
Email: msds.mwfi@aftonchemical.com

Afton Chemical Corporation
7201 W. 65th Street
Bedford Park, IL 60638, USA
Tel: (708) 458-8450 (Non-emergency)
(800) 323-3231 (Customer Service)

Afton Chemical Canada
P.O. Box 130
Coranna, Canada N0N1G0

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

Aviso al lector

Afton gestiona un sistema global de comunicación de riesgos. Algunos riesgos incluidos en la Sección 2 pueden aplicarse en países no pertenecientes a la UE y pueden no estar incluidos en la clasificación y etiquetado en la UE. Consulte la Secciones 3 y 15 para obtener información sobre la clasificación específica de cada país.

Europa: Este producto está clasificado como peligroso de acuerdo con la Directiva 1999/45/CEE y sus enmiendas.

Australia: SUSTANCIA PELIGROSA. MERCANCIAS PELIGROSAS.

Riesgos principales y efectos críticos : Peligro.
Muy tóxico por inhalación.
Muy tóxico en contacto con la piel.
Tóxico por ingestión.
PROVOCA IRRITACIÓN EN LA PIEL.
Peligro de aspiración si se ingiere.

Peligros para el medio ambiente : Muy tóxico para los organismos acuáticos. Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

**Hazardous Material
Information System
(Estados Unidos)**

Salud	3
Riesgo de incendio	2
Reactividad	0



Ficha de Datos de Seguridad (MSDS)
NITRÓGENO GASEOSO

EMERGENCIA

Teléfono: (505) 233-1674/77
En caso de emergencia llamar a: Productos del Aire de Nicaragua

1. PRODUCTO QUÍMICO

Nombre del producto: Nitrógeno, comprimido
Nombre químico: Nitrógeno
Familia química: Gas inerte
Fórmula: N₂
Sinónimos: Nitrógeno
Uso: diverso, inserte, medicinal, equipo de instrumentación

2. COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN DE INGREDIENTES

Nombre de ingrediente/número de CAS: Nitrógeno/7727-37-9
Porcentaje: > 99%
OSHA ACGIH
PEL: Ninguno TLV: simple asfixiante
LD₅₀: ninguno LD₅₀: ninguno

3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Peligro! Gas de alta presión
Puede causar asfixia inmediata
No respirar el gas
El personal de rescate debe emplear equipo autónomo de respiración

Efectos en la salud. Vías de exposición
Inhalación: asfixiante simple. El Nitrógeno no es tóxico pero puede causar asfixia al desplazar el Oxígeno del aire. Exposición en atmósferas deficientes de Oxígeno (<19.5%) pueden causar mareos, sueño, náusea, vómito, salivación excesiva, disminución de la agudeza mental, pérdida del conocimiento y hasta la muerte. La exposición en atmósferas conteniendo 8-10 % menos de oxígeno, podrán producir inconciencia sin ningún aviso y tan rápidamente que el individuo no tendrá tiempo de protegerse. La falta de suficiente oxígeno puede causar daños serios o la muerte.
Contacto con los ojos: no aplicable
Contacto con la piel: no aplicable
Absorción de la piel: no aplicable
Ingestión: no aplicable
Efectos crónicos: no establecidos
Condiciones médicas agravadas por la sobre exposición: ninguna
Carcinogenicidad: el Nitrógeno no es listado por NTP, OSHA o IARC



4. MEDIDA DE PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación: remover al afectado a un sitio donde haya aire fresco. Si la víctima no respira, administrar respiración artificial. Si la respiración es difícil, administrar oxígeno. Obtenga pronta atención médica.
Contacto con los ojos: no aplicable
Contacto con la piel: no aplicable
Ingestión: no aplicable
Nota para el médico: ninguna

5. MEDIDAS CONTRA EL FUEGO

Punto de inflamación: no aplicable
Autoinflamación: no inflamable
Límites de flammabilidad en aire por volumen: no aplicable
Medio de extinguir el fuego: el Nitrógeno no es inflamable y no soporta la combustión. Use el medio de extinción apropiado para el fuego de los alrededores.
Instrucciones especiales para apagar el fuego: El Nitrógeno es asfixiante simple. Si es posible, remueva los cilindros de nitrógeno del área de fuego o enfíre con agua. Pueden ser necesarios equipos de respiración autónoma para los trabajadores del rescate.
Fuego inusual y peligros de explosión: Cuando los cilindros se exponen a intenso calor o llamas, se vacían rápidamente o se romperán violentamente. La mayoría de los cilindros están diseñados a evacuar el contenido al ser expuestos a altas temperaturas. La presión en el cilindro puede aumentar debido al calentamiento y puede romperse si los reguladores de presión llegan a fallar.
Peligros con productos combustibles: no aplica
Sensibilidad a descarga estática: no aplica
Sensibilidad a impacto mecánica: no aplica

6. MEDIDAS POR ESCAPE ACCIDENTAL

Pagos a ser tomados si hay escape o derrame: evacúe a todo el personal del área afectada. Si es posible, sin tomar riesgos, cierre la fuente de origen de la fuga de Nitrógeno. Ventile el área encerrada o remueva el cilindro con fuga a un área bien ventilada. Si la fuga o derrame está en el cilindro o en la válvula, ponerse en contacto con el distribuidor.

7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Precauciones a ser tomadas para el almacenamiento: almacene y use con adecuada ventilación. Los cilindros deben ser almacenados en posición vertical, con la tapa protectora de la válvula en su lugar, bien asegurados para prevenir que se caigan o sean derribados. No arrastarlos, rodarlos, deslizarlos o botarlos. Nunca permitir que la temperatura exceda los 52°C. Los cilindros llenos deben estar separados de los vacíos. Usar el sistema de inventario de "el primero de último y el último de primero" para evitar que los cilindros llenos se almacenen por mucho tiempo.

MSDS: NITRÓGENO GASEOSO. Productos del Aire de Nicaragua. Dirección: Km 7 ½ Carretera Norte, tel (505) 263 2197, fax (505) 263 2196. Sucursal Chinandega: Tel: 0341-2442



Nombre del Producto: Gasolina Premium
Fecha de Revisión: 11/Nov/2014
P á g . | 11

HOJA DE SEGURIDAD DE MATERIALES (HAZARD COMMUNICATION STANDARD - HCS) GASOLINA PREMIUM

SECCION 1. PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA

PRODUCTO:

Nombre: Gasolina Premium Numero ONU: 1203
Nombre Químico: Hidrocarburo
Usos: Emplear como combustible. Otras aplicaciones.
Sinónimos: Mezcla de destilados del petróleo altamente inflamables, PUL, Premium, Súper. Unleaded

IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA:

Proveedor: Puma Energy International B.V.
2, Quai de La Poste, CH 1204 Geneva, Switzerland
Tel: +(41) 22 594 69 00
Fax: +(41) 22 594 61 01
www.pumaenergy.com
Teléfono para Emergencias: 1-801- PUMA ENERGY
1-801-2267-3672
msdsrequest@pumaenergy.com

SECCION 2. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

CLASIFICACIÓN:

- Líquido inflamable. Categoría 1 o 2, dependiendo de la formulación
- Riesgo de aspiración. Categoría 1
- Carcinógeno. Categoría 2
- Órgano específico afectado (Exposición repetitiva). Categoría 2
- Órgano específico afectado (Exposición simple). Categoría 3
- Irritante a la piel. Categoría 2
- Irritante a los ojos. Categoría 2B
- Toxicidad acuática crónica. Categoría 2

PICTOGRAMAS:



PALABRA DE IDENTIFICACION

PELIGRO

DESCRIPCIÓN DE RIESGOS: Líquido y vapores extremadamente inflamables.
Puede ser fatal si se introduce a las vías respiratorias. Nunca haga



Nombre del Producto: Gasolina Regular
Fecha de Revisión: 11/Nov/2014
P á g . 11

HOJA DE SEGURIDAD DE MATERIALES (HAZARD COMMUNICATION STANDARD - HCS) GASOLINA REGULAR

SECCION 1. PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA

PRODUCTO:

Nombre: Gasolina Premium

Numero ONU: 1203

Nombre Químico: Hidrocarburo

Usos: Emplear como combustible. Otras aplicaciones.

Sinónimos: Mezcla de destilados del petróleo altamente inflamables, RUL, BOB, Regular.

IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA:

Proveedor: Puma Energy International B.V.

2, Quai de La Poste, CH 1204 Geneva, Switzerland

Tel: +(41) 22 594 89 00

Fax: +(41) 22 594 81 01

www.pumaenergy.com

Teléfono para Emergencias:

1-801- PUMA ENERGY

1-801-2267-3672

msdsrequest@pumaenergy.com

SECCION 2. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

CLASIFICACIÓN:

- Líquido inflamable. Categoría 1 o 2, dependiendo de la formulación
- Riesgo de aspiración. Categoría 1
- Carcinógeno. Categoría 2
- Órgano específico afectado (Exposición repetitiva). Categoría 2
- Órgano específico afectado (Exposición simple). Categoría 3
- Irritante a la piel. Categoría 2
- Irritante a los ojos. Categoría 2B
- Toxicidad acuática crónica. Categoría 2

PICTOGRAMAS:



PALABRA DE IDENTIFICACION

PELIGRO

DESCRIPCIÓN DE RIESGOS:

Líquido y vapores extremadamente inflamables.

Puede ser fatal si se introduce a las vías respiratorias. Nunca haga sifón de gasolina con la boca.

ANEXO 3: VERIFICACIÓN DE MEDICIONES DE LA BÁSCULA DEL SISTEMA ACTUAL⁴⁹

Para verificar la medición de la báscula del sistema actual y estimar el error de medición y precisión de inyectos, se aplicó el siguiente procedimiento, de esta manera se podrá justificar el requerimiento de una calibración o el rediseño del sistema:

Recursos: EPP, 2 Mecánicos B, 1 Montacarguero, 1 Señalero y herramientas manuales.

Procedimiento:

1. Se ubicó una báscula nueva⁵⁰ junto a la báscula actual del sistema de inyección de MMT.
2. Se verificaron los cero de ambas básculas (sin necesidad de ajuste).
3. Se colocó un cilindro de MMT lleno sobre la nueva báscula y un cilindro con poco producto remanente sobre báscula actual.
4. Se tomaron lecturas de peso inicial para el cilindro vacío de MMT sobre báscula actual (523 lb)⁵¹ y el cilindro lleno sobre báscula nueva (1938 lb).
5. Con accesorios temporales, se conectaron en serie los cilindros MPT sobre cada báscula.
6. El cilindro sobre báscula nueva se presurizó con 30 psi de N₂ y se tomó nuevamente la lectura del peso total, incrementando a 1940 lb (~+2 lb). Se debe considerar que el volumen máximo de un MPT es 0.82m³, del volumen total del contenedor MPT, solo el 54% se utiliza (0.43m³), el resto 0.37m³ (46%) se encuentra vacío dentro del cilindro.
7. Para tener el peso exacto de N₂, que gana la báscula nueva por presurizar el contenedor a 30 psi, se utilizó la ecuación general de los gases ideales. Resultando en (1.8 lb de N₂ ganadas inicialmente y 0.08 lb acumulativas para cada 50 lb transferidas al MPT sobre báscula actual).

⁴⁹ **Ver Anexo Digital:** Norma ISO/IEC 17025:2005(ES): Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración, 5.4.4 métodos no normalizados.

⁵⁰ Báscula nueva, con capacidad de 2,000 lb y resolución de 0.5 lb.

⁵¹ Peso del cilindro más MMT y accesorios (sin tarar).

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Donde:

P: Presión
V: Volumen
n: (m/M); (masa/#mol)
T: Temperatura
R: Constante universal de gases ideales.

8. El cilindro sobre báscula actual se dejó a presión atmosférica para facilitar la transferencia de aditivo desde el cilindro MPT lleno.
9. Se realizaron 26⁵² transferencias de 50 libras de MMT (cada una) desde el cilindro en báscula nueva hacia cilindro en báscula actual.
10. Durante cada transferencia se anotaron los pesos iniciales y finales de cada báscula, los valores indicados en la lectura de la báscula nueva fueron corregidos restándole el peso de nitrógeno ganado por el trasiego de MMT al segundo MPT.
11. Los pesos de báscula nueva corregidos (sin N₂) se comparan con la medición de peso recibido según báscula actual. Esta relación permite determinar el error de medición y la precisión por inyector, de acuerdo a las siguientes formulas:

$$\text{ERROR DE INYECTOR} = (\text{LB INY. IPT} - \text{LB INY. IAC})$$

DONDE:

LB: LIBRAS

INY: INYECTADA

IPT: INSTRUMENTO PATRÓN

IAC: INSTRUMENTO ACTUAL.

$$\text{EXACTITUD} = \left[1 - \left(\frac{\text{CANT. INY. IAC}}{\text{CANT. INY. IPT REAL}} \right) \right] * 100\%$$

⁵² Precision: "...A common technique is to compute the standard deviation (s) of a series of observations. The larger the number of observations the better; but 10 is usually enough.
Fuente: ASTM E1270 - Standard Test Method for Equal Arm Balances.

12. Una vez se realizaron las mediciones de las 26 transferencias de 50 libras, se realizaron dos transferencias invertidas desde el cilindro de la báscula actual hacia el cilindro en la báscula nueva, esto permitió definir el siguiente criterio de análisis para los resultados anteriores:

- Si la báscula actual presenta una medición de peso recibido mayor al valor indicado por el instrumento de referencia, se entenderá que la cantidad del MMT agregado a TK es menor que la requerida en cada inyector.
- Si la báscula actual presenta una medición inferior al instrumento de referencia, se entenderá que la cantidad de MMT agregado a TK es superior a la requerida en cada inyector. Por lo tanto existe una pérdida económica que puede ser calculada mediante la diferencia encontrada entre las mediciones de báscula actual y la de referencia (corregida), considerando el costo del producto y el consumo anual.

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en la evaluación del sistema de medición actual:

Tabla 24: Verificación de Mediciones de la Báscula del Sistema Actual

Lectura Báscula Patrón						Lectura Báscula Actual			Resultados	
Inicial (lb)	Final (lb)	Inyector según báscula patrón	Peso de N2 Gaseoso	Peso Acumulado de N2 Gaseoso	Medición (Corregida sin N2)	Inicial (lb)	Final (lb)	Inyector según báscula actual	Error de Iny	Exactitud
1940	1890	50	1.8	1.85	51.85	523.0	572.0	49.0	2.85	94.51%
1890	1840	50	0.08	1.93	51.93	572.0	623.0	51.0	0.93	98.21%
1840	1790	50	0.08	2.01	52.01	623.0	673.0	50.0	2.01	96.13%
1790	1740	50	0.08	2.09	52.09	673.0	722.0	49.0	3.09	94.06%
1740	1690	50	0.08	2.18	52.18	722.0	773.0	51.0	1.18	97.74%
1690	1640	50	0.08	2.26	52.26	773.0	822.0	49.0	3.26	93.76%
1640	1590	50	0.08	2.34	52.34	822.0	872.0	50.0	2.34	95.53%
1590	1540	50	0.08	2.42	52.42	872.0	924.0	52.0	0.42	99.19%
1540	1490	50	0.08	2.51	52.51	924.0	974.0	50.0	2.51	95.23%
1490	1440	50	0.08	2.59	52.59	974.0	1025.0	51.0	1.59	96.98%
1440	1390	50	0.08	2.67	52.67	1025.0	1077.0	52.0	0.67	98.72%
1390	1340	50	0.08	2.75	52.75	1077.0	1126.0	49.0	3.75	92.88%
1340	1290	50	0.08	2.84	52.84	1126.0	1175.0	49.0	3.84	92.74%
1290	1240	50	0.08	2.92	52.92	1175.0	1225.0	50.0	2.92	94.48%
1240	1190	50	0.08	3.00	53.00	1225.0	1275.0	50.0	3.00	94.34%
1190	1140	50	0.08	3.08	53.08	1275.0	1326.0	51.0	2.08	96.07%
1140	1090	50	0.08	3.17	53.17	1326.0	1376.0	50.0	3.17	94.04%
1090	1040	50	0.08	3.25	53.25	1376.0	1429.0	53.0	0.25	99.53%
1040	990	50	0.08	3.33	53.33	1429.0	1480.0	51.0	2.33	95.63%
990	940	50	0.08	3.41	53.41	1480.0	1533.0	53.0	0.41	99.22%
940	890	50	0.08	3.50	53.50	1533.0	1585.0	52.0	1.50	97.20%
890	840	50	0.08	3.58	53.58	1585.0	1636.0	51.0	2.58	95.19%
840	790	50	0.08	3.66	53.66	1636.0	1686.0	50.0	3.66	93.18%
790	740	50	0.08	3.74	53.74	1686.0	1737.0	51.0	2.74	94.89%
740	690	50	0.08	3.83	53.83	1737.0	1788.0	51.0	2.83	94.75%
690	640	50	0.08	3.91	53.91	1788.0	1839.0	51.0	2.91	94.60%

Fuente: Cálculos Propios

Exactitud Promedio = 95.7%

Error Promedio = 2.26 lb

Precisión Absoluta = 3.8 – 0.2 = 3.6 lb

ANEXO 4: RECOMENDACIONES Y COSTOS DE EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

En resumen, las recomendaciones planteadas en la evaluación del sistema actual y sus costos estimados de ejecución son⁵³:

Tabla 25: Costos por mejoras detectadas en evaluación del sistema actual

Costo	Descripción del punto de mejora sugerido
-	Proveer al sistema de inyección de MMT con mangueras de acoples en seco.
\$ 1,000.00	Cerrar diques de contención en los puntos de acceso al área de inyectos y levantarlos a una altura sugerida de 4 cm (mínimo).
\$ 400.00	Emitir carnets de certificación al personal que ha recibido entrenamiento en el manejo de materiales peligrosos y está certificado como emisor o solicitante de permisos de trabajo.
\$ 100.00	Retirar tuberías fuera de servicio para simplificar el sistema de inyección y prevenir una mala alineación o contaminación del aditivo con gasolina.
\$ 50.00	Considerar la instalación de ciegos o utilizar cadena, candado y etiqueta en válvulas que no deben operarse.
\$ 150.00	Cambiar o re-empacar válvula identificada con pase interno en la evaluación del sistema actual de inyección.
-	Incluir en el plan de mantenimiento preventivo las tuberías del sistema de inyección de MMT y la báscula actual. Programar re-calibraciones según recomendación del fabricante.
\$ 1,273.00	Realizar mantenimiento a tuberías del sistema de inyección, se sugiere una preparación de superficie con chorro abrasivo comercial: SSPC-SP6 y aplicación de pintura epóxica + poliuretano en tuberías (sugerido 9 mils: pintura epóxica de base y enlace + 3 mils: de acabado en poliuretano).
-	Asegurar las especificaciones técnicas de tuberías, flanges y accesorios a instalar, cumplan con las especificaciones brindadas por el dpto. Técnico.

⁵³ Costos estimados de acuerdo a registro de precios históricos de materiales y mano de obra de Puma Energy.

\$ 47.20	Numerar las válvulas del sistema de inyector para hacer los procedimientos operativos más específicos y evitar confusiones.
-	Elaborar procedimientos de retorno de contenedores vacíos y procedimientos de mantenimiento al sistema.
\$ 120.00	Instalar rociadores del sistema contra incendio faltantes en el área de inyección de MMT (4 unidades).
-	Consultar con proveedor el plan de calibración de PSV de Dewars de Nitrógeno, consultar configuración de disparo y frecuencia de mantenimiento y calibración.
\$ 80.00	Colocar cubierta protectora faltante a bujía en el área de inyector, esto para que el sistema de iluminación recupere su propiedad explosion proof.
\$ 40.00	Asegurar puesta a tierra del sistema de inyección (contenedores de MMT, báscula y tuberías).
\$ 3,260.20	Total (sin reparación de báscula actual)
\$ 1,400	Restablecimiento del sistema de inyección actual para restablecer la precisión de los instrumentos de medición.
\$ 4,660.20	Total (con reparación de báscula actual)

Fuente: Cotizaciones Puma Energy

Tabla 26: Tuberías y Accesorios (Compra Local)

Cantidad	Descripción	Precio Unitario USD	Total =
			USD
1	NPS 3/4", Valve, Full Port, Gate, compact, API 602 Class 800, threaded end one side and SW on the other side, ASTM A 105 body and bonnet, bolted bonnet with A-193 Gr. B7 studs and A-194 Gr. 2H nuts	\$ 107.91	\$ 124.09
12	(12 und) Size NPS 1", Socket Welded, Flanges Carbon Steel ASME Class 150, RF, A-105, XS pipe	\$ 13.31	\$ 183.62
2	Size NPS 1x1x1x1, Cross, ASME B16.11, Class 3000 CWP, Forged, Socket Welded Ends, A-105	\$ 18.22	\$ 41.90
4	4 und) Size NPS 1", Elbow, ASME B16.11, Class 3000, forged, socket weld ends, A-105.	\$ 6.30	\$ 28.97
3	Size NPS 1", Valve, Gate, API 600 Class 150, RF, carbon steel body and bonnet, ASTM A216 WCB, bolted bonnet with A-193 Gr. B7 studs and A-194 Gr. 2H nuts, flexible wedge	\$ 97.75	\$ 337.24
1	Size NPS 1", Tee, ASME B16.11, Class 3000 CWP, Forged, Socket Welded Ends, A-105.	\$ 8.02	\$ 9.22
		Total (C/IVA) =	\$ 725.04

Fuente: Cotizaciones Tubal S.A.

Tabla 27: Equipos y Accesorios Asumidos por Afton (Compras Exterior)

Cantidad	Descripción	Precio Unitario USD	Total =
			USD
1	Metering Skid with MM meter	\$ 23,500	\$ 23,500
1	PD Cross With 60 cu" Dampener	\$ 3100	\$ 3100
1	PD Cross With 10 cu" Dampener	\$ 1875	\$ 1875
1	1" CS 90 degree spool	\$ 300	\$ 300
1	Nitrogen hose kit 6, 10, 25'	\$ 3285	\$ 3285
1	Additive hose kit 12'	\$ 3124	\$ 3124
1	Transfer hose kit	\$ 5381	\$ 5381
1	Large PD injection cross	\$ 2791	\$ 2791
1	Large PD injection spool	\$ 581	\$ 581
1	Dampener CT3020V	\$ 1161	\$ 1161
1	Dampener CT3120V	\$ 1108	\$ 1108
2	Spare Diaphragm	\$ 305	610
		Sub-total	\$ 46,816
		Gastos de Importación y Desaduanaje	\$ 8,427
		Total	\$ 55,243

Fuente: Afton Chemical

Reconexión eléctrica para instalación de nuevo sistema:

Alcance del trabajo:

- Desmantelar canalización existente y desalambrarlo
- Instalar 9 metros de canalización IMC de ¾” con los accesorios necesarios (condulets, sellos, conectores LT, uniones universales, bridas paralelas) en nuevo punto de ubicación.
- Alambrar (reutilizar conductor eléctrico) y conectar.

Tabla 28: Costos de Reconexión Eléctrica

Descripción	Costo	
Materiales eléctricos	US\$	185
Mano de obra eléctrica	US\$	154
Sub-Total	US\$	339
15% IVA	US\$	51
Total	US\$	390

Fuente: Cotización DIESA

Tiempo estimado de trabajos eléctricos: 2 días laborales

Tabla 29: Ahorro en Personal (por re-procesos)

Descripción	Laboratorista	Operador
Hrs perdidas en cada re-proceso	6	2
Personal requerido por re-proceso	2	1
Total de HH perdidas por posición	12	2
Total de HH perdidas	14	
Costo de HH (US\$/HH)	2.7	
Re-procesos estimados por año	4	
Costo anual de personal (US\$)	US\$	151

Fuente: Cálculos propios

BASculas y BALANZAS
AZOCAR

Venta - Reparación - Mantenimiento y Calibración de toda clase y marca de Equipos de Pesaje

Telefax: 2277-0097
Equipos de Laboratorio, Ensacadoras, Cosedoras Industriales
Bandas Transportadoras, Chequeadoras Dinámicas y más
RUC: J0310000089515

Ofrecemos calibraciones acreditadas conforme a la norma
INTE-ISO/IEC
17025:2005

COTIZACION N° 2014-0062EC

Fecha: 20 de Noviembre del 2014
Empresa: PUMA ENERGY BAHAMAS
Atención: Ing. Noel Berrios
Teléfono: (505) 8607 3233
E-mail: Noel.Berrios@pumaenergy.com

Estimado Señor Berrios:

En atención a su amable solicitud nos permitimos enviar la siguiente oferta:

Servicios de Calibración:

- 1 Bascula, marca Metler Toledo, Plataforma (De Reloj), Capacidad máxima 2,000 lb (Servicio Acreditado)
- 1 Bascula, marca Cardinal Detecto, modelo 954F100P , capacidad máxima 2,000 lb y división mínima de 0.5 lb (Servicio Acreditado)

**Precio, visita de mantenimiento, calibración y certificación \$750.00
(Setecientos cincuenta dólares)**

Nuestra empresa cuenta con calibraciones acreditadas ante:

Conforme a la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005



Ilustración 13: Cotización para Calibración de Básculas

Proforma Invoice

Invoice Number: 10160992

Ship-To:

Puma Energy Bahamas S.A.
Base de La Cuesta del Plomo
Managua, Nicaragua
Attention: Noel Berrios

Bill-To:

Puma Energy Bahamas S.A.
Base de La Cuesta del Plomo
Managua, Nicaragua
Attention: Noel Berrios

Ship-From:

Micro Motion Inc.
7060 Winchester Circle
Boulder, Colorado 80301

Bill-From:

Afton Chemical Corporation
10826 Watson Road
St. Louis, Missouri 63127

Quantity	Description	ECCN	HTS	Country of Origin	Value Each(USD)	Total Value(USD)
1	ProLink III Software	EAR99	9026.90.2000	USA	1352.00	1352.00
						0
						0
						0
						0
						0

****Values shown are for Customs purposes only****

Total Invoice Value(USD): \$1352.00

Notes/Shipping Instructions:

THESE COMMODITIES, TECHNOLOGY OR SOFTWARE WERE EXPORTED FROM THE UNITED STATES IN ACCORDANCE WITH THE EXPORT ADMINISTRATION REGULATIONS. DIVERSION CONTRARY TO U.S. LAW PROHIBITED.

Employee Name: DANIEL HIEBERT Signature: Daniel Hiebert Date: ..

Ilustración 14: Cotización Software ProLink III

Detecto 854 / 954 Series Mechanical Platform Scales - Legal for Trade

Detecto Scales >> Industrial Scales >> Legal for Trade



Detecto 854 / 954 Series Mechanical Platform Scales - Legal for Trade

954F-100P - \$1295 ▾

Add to Cart

Shipping Weight:
854 Series: 135 lbs
954 Series: 210 lbs

Other Industrial Scales



Ilustración 15: Cotización de Báscula Detecto 954F-100P

Fuente: http://www.scalesgalore.com/detecto_954_platform_scales.htm

The screenshot shows the Microflex website interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'home', 'products', 'support', and 'company'. A search bar and 'sign in' link are also present. Below the navigation bar, a breadcrumb trail shows 'HART® Protocol Modems', 'RS-485 Converters', 'Field Tools Test Equipment', 'Gas Sampling Equipment', and 'Gas Meter Volume Pulsers'. The main heading is 'USB to RS-485 Converter'. The product image shows a white USB cable with a black USB-A connector and a red/black RS-485 connector. The price is listed as '\$98'. To the right of the image, there is a 'Quantity' dropdown set to '1 item', an 'Add to Cart' button, and the part number 'part # 101-0020'. Below the part number, there is a link to the 'USB RS-485 Converter Manual (PDF)' and a note that it is an 'RS-485 converter with an RS-232 interface'. A descriptive paragraph follows: 'The 101-0020 USB to RS-485 Converter provides a simple, low cost interface between a PC or laptop with a USB port, and 2-wire RS-485 devices. Universal Serial Bus (USB) drivers make this converter compatible with most software developed for RS-232 serial port interfaces because it appears as an RS-232 port to your software. Switching between receive and transmit is automatically controlled. RTS (request to send) is not needed. Power for the converter is taken from the USB port so no external power supply'.

Ilustración 16: Cotización Convertidor Microflex de USB a RS-485

Fuente: http://microflx.com/products/usb_rs-485?variant=792036183

Mano de Obra:

Se sugiere al planificador de la orden de trabajo:

- **1 Soldador y 1 Armador:** para instalación de tie-in 1 y 2 previo a la llegada de la nueva plataforma de medición (2 turnos de 12 hrs c/u).
- **2 mecánicos B:** para desinstalar tuberías fuera de uso, instalación de la plataforma de medición y nuevos accesorios para conexión en serie, preparar y pintar tuberías y área de inyector en general. (1 turno de 8 hrs c/u).

Tabla 30: Costos de Mano de Obra para el Rediseño del Sistema

Inversión de Mano de Obra para rediseño				
Mano de obra	Cantidad	US\$/hora	HH estimadas	Total
Soldador	1	4.92	24	US\$ 118
Armador	1	4.92	24	US\$ 118
Mecánico B	2	1.77	8	US\$ 28
Total				US\$ 264

Fuente: Referencia de precios de mano de obra, Puma Energy

ANEXO 5: ACTUALIZACIÓN / ELABORACIÓN DE DOCUMENTACIÓN DE PROCESO

Actualización / elaboración de documentación de proceso

P&IDs, DIAGRAMAS, PLANOS, ETC. (NUMERO / DESCRIPCIÓN)



Ilustración 18: Sistema actual - Líneas trazadas a ser eliminadas



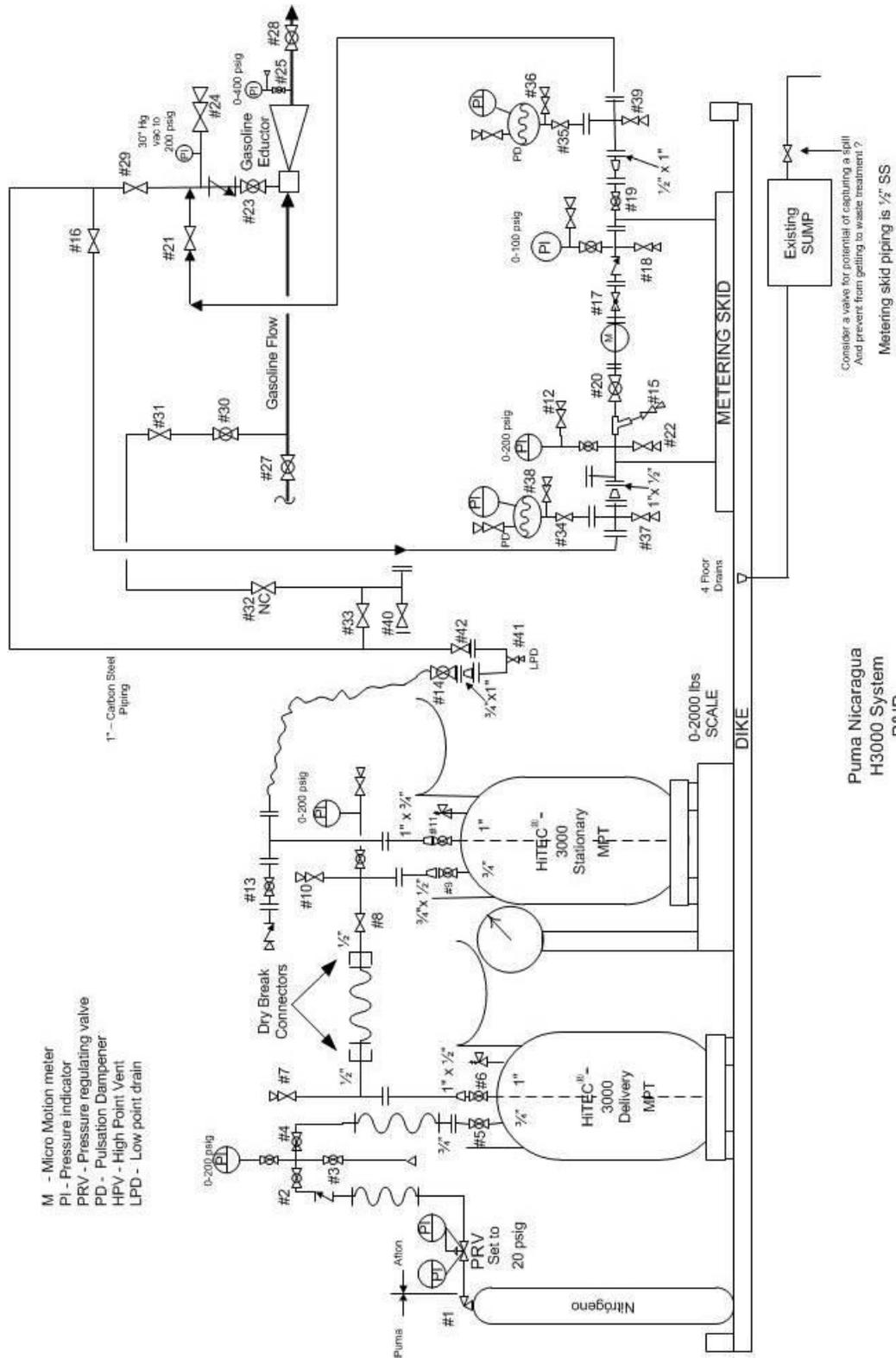
Ilustración 19: Eductor del sistema actual



Ilustración 20: Localización de Tie-In 1 y 2 (esperas para plataforma)



Ilustración 21: Nueva plataforma de medición (coriolis y accesorios)



Puma Nicaragua
H3000 System
P&ID
December 2013

Figure 1

Ilustración 22: P&ID Sistema de MMT Propuesto

Tabla 31: Lista de identificación de válvulas

Número Válvula	Descripción
1	Válvula del cilindro nitrógeno
2	Entrada del múltiple nitrógeno
3	Ventoeo del múltiple nitrógeno
4	Salida del múltiple nitrógeno
5	Entrada de nitrógeno del MPT despacho
6	Salida líquido del MPT despacho
7	Ventoeo de líquido del MPT despacho
8	Válvula entrada del múltiple del MPT en la balanza
9	Válvula entrada del MPT en la balanza
10	Ventoeo en la entrada del MPT en la balanza
11	Salida de líquido del MPT en la balanza
12	Ventoeo en la entrada de la plataforma con manómetro
13	Ventoeo de la conexión de líquido del MPT en la balanza
14	Suministro de HITEC®3000 del MPT en la balanza
15	Drenaje de la trampa de partículas
16	Entrada de la plataforma de medición
17	Válvula globo la salida del medidor Micromotion
18	Válvula de drenaje a la salida del medidor
19	Salida de la plataforma de medición
20	Entrada de HITEC®3000 al medidor Micromotion
21	Entrada de HITEC®3000 al eductor
22	Drenaje en la entrada del medidor
23	Entrada de HITEC®3000 al eductor de Puma
24	Drenaje al entrada del eductor de
25	Válvula de bloqueo de manómetro la salida del eductor
26	
27	Entrada de gasolina eductor de Puma
28	Salida del eductor de gasolina de Puma
29	By-pass de la plataforma de medición
30	Bloqueo Greene la gasolina de Puma
31	Bloqueo Greene la gasolina de Puma
32	Bloqueo Greene la gasolina de Puma
33	Bloqueo Greene la gasolina de Puma
34	Bloqueo del dâmpen entrada de la plataforma de medicion.
35	Bloqueo del dâmpen salida de plataforma de medicion
36	Ventoeo del manómetro salida de plataforma de medicion.
37	Drenaje bajo la entrada de la plataforma de medicion.
38	Ventoeo del manómetro a la entrada de plataforma de medicion.
39	Drenaje bajo la salida de la plataforma de medicion.
40	Drenaje bajo de la línea de gasolina de Puma
41	Drenaje bajo del MPT en la balanza
42	Entrada la línea de puma de 1"

ANEXO 6: LISTADO DE MODIFICACIONES Y ACCIONES: PLAN DE EJECUCIÓN

Día 1

- Remoción de tuberías en desuso.
- Aislamiento de tuberías adyacentes para trabajos mecánicos.
- Remoción de spools para ingreso de N₂ al sistema.
- Remoción de spools para entrada de N₂ y salida de MMT en MPT actual.
- Remoción de mangueras actuales.
- Remoción de danload o display fuera de servicio.
- Remoción de coriolis actual (en mal estado).
- Remoción de válvulas en mal estado.
- Desinstalar conexiones eléctricas en des-uso.
- Colocación de plataforma de medición en posición y anclaje permanente.
- Ensamblar equipos de Afton (amortiguadores de pulsaciones, válvulas, etc.) a plataforma de medición.
- Tomar las medidas finales para conexión de tuberías de entrada y salida a la nueva plataforma de medición (tie-in).
- Instalar tubería conduit y cableado de alimentación eléctrica hacia ubicación del nuevo coriolis.

Día 2

- Completar instalación de tuberías en plataforma de medición.
- Instalación de nuevas mangueras de N₂ y regulador de presión.
- Instalación de spools nuevos para conexión en serie de MPTs.
- Conectar nuevas mangueras de N₂ y MMT para conexión en serie de MPTs. Salida de N₂ a MPT #1 → salida de MMT a MPT #2, entrada de MMT del MPT #1 → Salida de MMT hacia plataforma de medición y eductor.
- Prueba de hermeticidad del sistema de inyectos para comprobar cero fugas.
- Llenado del sistema de inyectos con MMT.

Día 3

- Hacer prueba de inyectos de MMT a gasolina con Prolink III Software.
- Puntos de acción / Lista de verificación.
- Capacitación audio visual a operadores sobre el HITEC ®3000 y su manejo seguro.

ANEXO 7: LISTADO DE EQUIPOS POR DAR DE ALTA

Coriolis

Equipo: Coriolis Flow and density Meter

Marca: Micromotion

Fabricante: Emerson Process Control

Modelo⁵⁴: F025S113C2EAEZZZZ

Refacciones por dar de alta: Ninguna (Equipo libre de mantenimiento y calibración).



Ilustración 23: Coriolis Micromotion y Transmisor

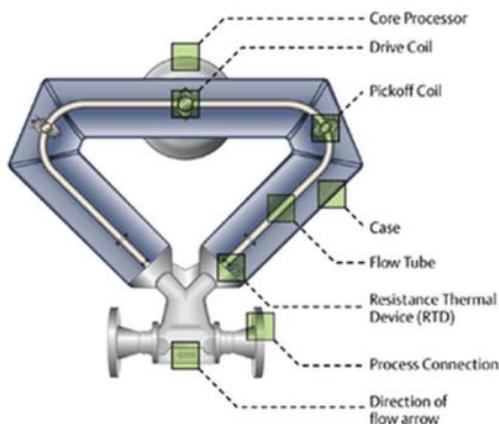


Ilustración 24: Componentes Internos de un Coriolis

El costo de este equipo será asumido por Afton, así como los costos y gastos de importación y de desaduanaje.

⁵⁴ **Ver Anexo Digital:** Carpeta Coriolis en CD: Product Data Sheet PS-00603.pdf

Báscula

Se colocara una báscula, esta servirá para conocer cuando el cilindro de relleno se esté quedando sin producto, solo para efectos de evitar el cambio repentino y planificar el reemplazo a tiempo de los cilindros



854F / 954F Series Portable Platform Scale Models				
Model	Capacity	Front of Beam	Back of Beam	Platform Size
854F100P	1,000 lb	100 lb x .5 lb	100 lb x .5 lb	19" x 28" / 483mm x 711mm
854F50P	500 lb	50 lb x .25 lb	50 lb x .25 lb	19" x 28" / 483mm x 711mm
854F50K	500 kg	50 kg x .25 kg	50 kg x .25 kg	19" x 28" / 483mm x 711mm
854F50PK	500 lb / 200 kg	20 kg x 100 g	50 lb x .25 lb	19" x 28" / 483mm x 711mm
854F100PK	1,000 lb / 500 kg	50 kg x .25 kg	100 lb x .5 lb	19" x 28" / 483mm x 711mm
954F100P	2,000 lb	100 lb x .5 lb	100 lb x .5 lb	28" x 28" / 711mm x 711mm
954F50K	1,000 kg	50 kg x .25 kg	50 kg x .25 kg	28" x 28" / 711mm x 711mm

Ilustración 25: Báscula Detecto 954F100P

Mantenimiento preventivo

Según especificaciones del fabricante (Micromotion), el medidor de flujo (Coriolis) al no poseer partes móviles y debido a sus características de cubierta externa este es libre de mantenimiento.

Tabla 32: Matriz de mantenimiento del sistema de inyectado de MMT

Equipo	Descripción de mantenimiento preventivo	Frecuencia de mantenimiento
Báscula	Verificación, Calibración	Anual
Coriolis	Libre de mantenimiento	N/A
Limpieza de trampa de partículas	Limpieza con Kerosen	Anual o cuando el flujo en el medidor caiga por debajo de las 20 lb/min a 20 psi.
Pintura	Mantenimiento general	Cada 5 años.
Reemplazo de cilindros de nitrógeno y MMT	Cambio de cilindros de MMT y/o nitrógeno	Cambio por consumo periódico.

Fuente: Propia

ANEXO 8: FICHA TÉCNICA (FLUJOS, PRECISIÓN, Y MANUAL DEL CORIOLIS)

Ver **Anexo Digital**: Dar doble click sobre la páginas de portada de la ficha técnica siguiente o los siguientes MSDS o revisar carpeta Anexo Digital > Coriolis en CD.

Product Data Sheet
PS-00803, Rev. N
April 2013

Micro Motion® F-Series Coriolis Flow and Density Meters

Micro Motion® F-Series Coriolis meters offer highly accurate mass flow, volume flow, and density measurement in a compact design. F-Series meters come with a smooth exterior finish that can easily be kept clean, and all F-Series meters can be installed to be self-draining.



Best flow and density measurement in a compact, drainable flow meter

- Superior sensitivity in a compact design to reduce variability in process control
- Cleanable self-draining design enables fast product change-over

Broadest range of application coverage

- Available with FMT transmitter for fast-fill dosing and batch applications
- 2-wire loop-powered option for installation simplification
- Supports Wireless THUM™, PROFIBUS-DP, and DeviceNet™ protocols for maximum operational versatility
- Stainless steel or nickel alloy construction and high temperature and pressure options for a variety of process fluids and conditions
- NAMUR NE 132 compliant flange options for standardized lay length (face to face).

Superior reliability and safety

- Enables Smart Meter Verification for quick, complete meter diagnosis without process interruption

ELITE® Peak performance Coriolis meter

ELITE HC Peak performance high capacity meter

F-Series High performance compact drainable Coriolis meter

H-Series Hygienic compact drainable Coriolis meter

T-Series Straight tube full-bore Coriolis meter

R-Series General purpose flow-only Coriolis meter

LF-Series Extreme low-flow Coriolis meter



ANEXO 9: PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PROPUESTOS⁵⁵

Inyectando Hitec-3000

(Por favor, refiérase a **Ilustración 22**: P&ID Sistema de MMT Propuesto y a la **Tabla 31**: Lista de identificación de válvulas).

Las siguientes válvulas deben estar CERRADAS:

#1, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 15, 18, 19, 22, 23, 24, 30, 31, 32 y 33.

Las siguientes válvulas deben estar ABIERTAS:

#2, 4, 8, 16, 20, 21 y 25

Válvula 17 (válvula de globo a la salida del medidor másico Micromotion) se deja normalmente la última posición y se ajusta solamente para modificar el flujo de HITEC®3000.

- 1.1. Obtenga una hoja en blanco “Blend sheet” de su supervisor.
- 1.2. Cargue la gasolina en el tanque de mezcla.
- 1.3. Registre el volumen en el tanque de mezcla en la hoja “Blend sheet”.
- 1.4. Registre en la hoja “Blend sheet” la concentración de manganeso (mg Mn/L gasolina) requerido para la mezcla.
- 1.5. Registre en “Blend sheet” el volumen y la masa de HITEC®3000 **REQUERIDO** (litros y libras).
- 1.6. Coloque el interruptor del medidor másico en posición ON y espere alrededor de 30 segundos a que el medidor complete el arranque y la lectura se estabilice. Monitoree el LED del tope, por encima del de la pantalla LCD. Cuando el LED se cambia color verde, el medidor esta estable.
- 1.7. En el despliegue del medidor másico, cubre con su dedo el orificio óptico SCROLL y alterne con el pulgar para navegar hasta la sección con el valor TOTAL en libras y registre el TOTAL INICIAL en libras en la hoja “Blend sheet”.

⁵⁵ **Asesoría:** Afton Chemical Corporation.

- 1.8. Desplace las lecturas hasta la pantalla TOTAL en litros y registre el TOTAL INICIAL en litros, en la hoja “Blend sheet”.
- 1.9. Calcule el valor OBJETIVO Total en litros agregando el volumen REQUERIDO en litros de HITEC®3000 al valor del volumen Total INICIAL.
- 1.10. Registre la suma, el valor Total OBJETIVO en la hoja “Blend sheet”.
- 1.11. Calcule el valor OBJETIVO Total en libras, agregando las libras de HITEC®3000 REQUERIDO al valor Total INICIAL en libras.
- 1.12. Registre el peso del MPT en la balanza.
NOTA: el peso del MPT en la balanza permanecerá relativamente constante hasta que el MPT de despacho este vacío. Una vez que el MPT de despacho este vacío, el peso del MPT en la balanza comenzará a bajar.
- 1.13. Confirme que las válvulas #2 y 4, en el múltiple nitrógeno, están ABIERTAS.
- 1.14. Abra la válvula de nitrógeno #1 en el cilindro nitrógeno.
- 1.15. Registre la presión del cilindro de nitrógeno en la hoja “Blend sheet”, lea la presión en el manómetro del lado derecho del regulador. Confirme que hay un mínimo de 100 PSIG en el cilindro. Si la presión es menor que 100 PSIG, cambie el cilindro nitrógeno.
- 1.16. Chequee la presión regulada en el manómetro que se encuentra en el múltiple nitrógeno. Esto debe ser 20+/-2 PSIG. Ajuste la presión girando la válvula del regulador en sentido horario para incrementar la presión.
Si la presión es demasiado alta,
 - 1.16.1. Gire la válvula reguladora en sentido anti horario
 - 1.16.2. Cierre la válvula #1.
 - 1.16.3. Remueva el tapón roscado de la válvula #3.
 - 1.16.4. Lentamente abra la válvula #3 para ventear la presión.
 - 1.16.5. Cierre la válvula #3.
 - 1.16.6. Abra la válvula #1 y lea la presión y ajústela 20+/- 2 PSIG.
 - 1.16.7. Repita este paso hasta que la presión sea 20+/-2 PSIG.

- 1.17. Abra la válvula #5 de vapor de $\frac{3}{4}$ en el MPT de despacho para presurizarlo con nitrógeno.
- 1.18. Abra la válvula #6 de líquido de 1" en el centro del MPT de despacho.
Confirme que NO HAY FUGAS.
- 1.19. Confirme que la válvula #8 está ABIERTA.
- 1.20. ABRA la válvula #9 de vapor en el MPT en la balanza.
- 1.21. ABRA la válvula #11 de líquido en el MPT en la balanza.
- 1.22. Confirme que NO HAY FUGAS.
- 1.23. Confirme que la válvula #29 de by-pass en la plataforma de medición está CERRADA.
- 1.24. Alinee las válvulas de gasolina para el tanque de mezcla, la bomba de gasolina y el eductor. ABRA las válvulas #23, 25, 27 y 28.
- 1.25. ABRA las válvulas #16 y 21.
- 1.26. ARRANQUE la bomba de recirculación de gasolina.
- 1.27. CONFIRME que la presión en la válvula #24 sea 10 psig o menos.
- 1.28. REGISTRE la hora de INICIO en la hoja "Blend sheet".
- 1.29. ABRA la válvula #19 en la plataforma.
 - 1.30. Monitoree el flujo de HITEC®3000 (lbs/min y litros/min) y el valor total (Total lbs y Total Litros).
- 1.31. Si no hay flujo, ABRA la válvula de globo #17 hasta que usted vea el flujo.
El flujo máximo a través del medidor es de **100 lbs/minuto**.

(~33 Litros/min de HITEC®3000)

Nota: si el flujo no puede ser incrementado abriendo la válvula #17, la presión de nitrógeno puede ser demasiado o la trampa de partículas puede estar obstruida. Vea el procedimiento de limpieza de la trampa partículas.
- 1.32. Selle la válvula #17 un precinto plástico para mantener la tasa de flujo constante.
- 1.33. Cuando alcance el valor **OBJETIVO TOTAL**, CIERRE la válvula #19.
- 1.34. REGISTRE en la hoja "Blend sheet" la hora que se detuvo la inyección.

- 1.35. Cierre la válvula # 23 en la entrada del eductor.
- 1.36. Cierre la válvula #1 de nitrógeno.
- 1.37. Cierre las válvulas de vapor líquido en ambos MPTs.
(Válvulas # 5, 6, 9, 11.)
- 1.38. Continuar la recirculación del tanque por 30 minutos para asegurar que todo el HITEC®3000 se incorporó en la gasolina del tanque.
- 1.39. Después de los 30 minutos, DETENGA la recirculación de gasolina a través del eductor.
- 1.40. Registre el valor de masa TOTAL que muestra el medidor (Litros y lbs).
- 1.41. Calcule la CANTIDAD de HITEC®3000 cargada por sustracción de los valores INICIAL y FINAL. Si hay una discrepancia entre el valor ACTUAL y la cantidad REQUERIDA cargada de HITEC®3000, contacte a su supervisor.
- 1.42. REGISTRE el peso FINAL indicado en la balanza.
- 1.43. Si el peso en la balanza ha caído, el MPT de despacho debe estar vacío. Chequee el volumen total de HITEC®3000 cargado desde que el MPT de despacho fue instalado. Cuando el volumen de HITEC®3000 del MPT de despacho está sobre 450 litros y el peso de la balanza muestra una caída, el MPT despacho debe ser cambiado. Refiérase al procedimiento **Cambio de MPT de despacho**.
- 1.44. Si el peso NETO y la balanza es menor que 860 lbs, el MPT en la balanza debe ser venteado para poder rellenarlo. Refiérase al procedimiento **Venteo del MPT en la balanza**.
- 1.45. Que circule tanque de mezcla de gasolina por el período de tiempo requerido por Puma.
- 1.46. Tomen muestras de gasolina solamente en **latas metálicas botellas ámbar para prevenir la descomposición de HITEC®3000 cuando es expuesto a la luz**.
- 1.47. Entregue la hoja "Blend sheet" a su supervisor.

Blend Sheet (Hoja de Mezcla)

Número de lote o Bach _____ Operador _____
Fecha _____

Número tanque de mezcla _____

Tamaño del Blend _____ Galones

Peso inicial del MPT en la balanza _____ Lbs

HITEC®3000 REQUERIDO _____ Lbs _____
Litros _____

Lectura INICIAL TOTAL del medidor _____ Lbs Total _____ Litros

Volumen de HITEC®3000 Objetivo Total _____ Lbs Total _____
Litros _____

Hora inicio inyección _____

Hora finalización inyección _____

Lectura FINAL TOTAL del medidor _____ Lbs Total _____ Litros

Cantidad de HITEC®3000 cargada _____ Lbs Actual _____ Litros

Peso FINAL del MPT en la balanza _____ Lbs

Hora de inicio de recirculación del tanque de mezcla _____

Hora de finalización de recirculación del tanque de mezcla _____

Muestras de mezcla en latas metálicas o _____
Botellas ámbar solamente _____

Resultado Octanaje antes de HITEC®3000 _____

Resultado Octanaje después de HITEC®3000 _____

Comentarios o problemas _____

Venteando el MPT en la balanza

Se requiere el equipo de protección personal para ventear el MPT en la balanza. Esto incluye el respirador para vapores orgánicos, guantes de goma lentes seguridad y el equipo normal de trabajo.

- 5.1. Cuando el peso NETO indicado en la balanza caiga por debajo de 860 libras, el MPT en la balanza debe ser venteado. Esto puede indicar que el MPT despacho estaba vacío. Si usted usó 450 litros desde que instaló el MPT despacho, refiérase al procedimiento del cambio de MPT.
- 5.2. No ventee el MPT de la balanza cuando esté haciendo una inyección de HITEC®3000.
- 5.3. Confirme que ambas válvulas #5 y 6 en el MPT despacho están CERRADAS.
- 5.4. Cierre la válvula #11 en el MPT de la balanza.
- 5.5. Cierre la válvula #8 en la manguera entre los MPTs.
- 5.6. Usando dos llaves afloje y lentamente remueva el tapón roscado de la válvula #10.
- 5.7. Abra la válvula #9 en el MPT la balanza.
- 5.8. Colóquese el respirador para vapores orgánicos y el resto del EPP.
- 5.9. Cura la válvula #10 con un trapo y lentamente abra la válvula #10 para ventear la presión. El trapo atraparé cualquier gota de líquido que pueda salir.
- 5.10. Cierre la válvula #10.
- 5.11. Instale el tapón roscado en la válvula #10.
- 5.12. Abra la válvula #1 del cilindro nitrógeno.
- 5.13. Abra ambas válvulas #5 y 6 en el MPT despacho.
- 5.14. Abra la válvula #8 en la manguera entre los dos MPTs.
- 5.15. Permita que el peso NETO en el MPT la balanza se incremente cerca de 1200 – 1300 libras. Si el peso nos incrementa, el MPT despacho estaba vacío. Refiérase el procedimiento cambio del MPT despacho.
- 5.16. Cierre las válvulas #5 y 6 en el MPT despacho.
- 5.17. Cierre la válvula #9 en el MPT en la balanza.
- 5.18. Cierre la válvula #1 del cilindro nitrógeno.
- 5.19. El sistema está listo para operar.

Cambiando el MPT en la balanza

El MPT la balanza necesita ser cambiado y se permite consumirlo completamente nuevo usualmente cuando el período de internación temporal expire. Si es posible, cambie el MPT que la balanza mismo tiempo que realice el reemplazo del MPT despacho, al mismo tiempo cuando el MPT de despacho ser cambiado. Si todavía el MPT que se está desincorporando tiene HITEC®3000, usted puede colocarlo como un MPT despacho parcialmente lleno hasta que sea totalmente consumido.

Coloque en la balanza un MPT lleno.

Usted puede utilizar el equipo de protección personal incluyendo lentes seguridad, respirador parado por orgánicos, guantes de goma, botas de goma, protector facial y un traje de cuerpo completo de color claro Tyvek.

1.48. **No cambie el MPT durante una inyección.**

1.49. Coloque el equipo de protección personal.

1.50. Confirme que la válvula #9 y 11 en el MPT en la balanza, están cerradas.

1.51. Confirme que la válvula #8 está cerrada.

1.52. Lentamente remueva el tapón roscado de la válvula #10.

1.53. Conecte la manguera de nitrógeno a la válvula #10.

1.54. Confirme que las válvulas #1, 2 y 3 en el múltiple nitrógeno están CERRADAS.

1.55. Lentamente abra la válvula #9 (la válvula de vapor en el MPT de la balanza).

1.56. Abra la válvula #10.

1.57. Coloque un balde debajo de la válvula de venteo #3 en el múltiple nitrógeno.

1.58. Lentamente abra la válvula #3 para ventear la presión del MPT de la balanza.

1.59. Cierre la válvula #10.

- 1.60. ABRA y CIERRE la válvula #11 para permitir que el múltiple por encima que la válvula #11 drene el líquido hacia el MPT en la balanza.
- 1.61. Confirme que la válvula #14 estaba CERRADA.
- 1.62. Coloque un balde debajo del punto drenaje bajo debajo de la válvula #14.
- 1.63. Remueva el tapón roscado del punto drenaje bajo debajo de la válvula #14.
- 1.64. Lentamente abra el punto drenaje bajo debajo de la válvula #14 para drenar HITEC®3000 de la manguera de aditivo.
- 1.65. Lentamente remueva el tapón roscado de la válvula #13.
- 1.66. Lentamente abra la válvula #13 y HITEC®3000 debe drenar hacia el balde.
- 1.67. Si no se drena HITEC®3000 en el balde, cierre la válvula #13.
- 1.68. Conecte la manguera de nitrógeno a la válvula #13.
- 1.69. CIERRE el punto de drenaje llevado debajo de la válvula #14.
- 1.70. CIERRE la válvula #3 de venteo en el múltiple nitrógeno.
- 1.71. Abra la válvula de nitrógeno y confirme que la presión Este alrededor de 20 PSIG.
- 1.72. ABRA la válvula #2.
- 1.73. Abra la Válvula #13.
- 1.74. Lentamente ABRA la del punto drenaje bajo, debajo de la válvula sino número 14 para soplar HITEC®3000 de las líneas hacia el balde.
- 1.75. Cierre la válvula #13.
- 1.76. Cierre la válvula #1 de nitrógeno.
- 1.77. Abra la válvula #3 en el múltiple nitrógeno y ventee la presión de la manguera de nitrógeno.
- 1.78. Remueva la manguera nitrógeno de la válvula #13.
- 1.79. Levante la manguera de HITEC®3000 para drenar el líquido hacia el balde.
- 1.80. CIERRE el punto drenaje bajo debajo de la válvula #14.
- 1.81. Confirme que la válvula #9 está cerrada.
- 1.82. Confirme que la válvula #11 está cerrada.

- 1.83. Remueva los tornillos de la brida encima de la válvula #11.
- 1.84. Coloque un trapo en el final de la brida y coloque el múltiple en el trapo.
- 1.85. Remueva el niple de la válvula #11. **Use dos llaves para prevenir que la válvula del MPT afloje.**
- 1.86. Instale el tapón roscado de 1" en la válvula de líquido del MPT la balanza.
- 1.87. Remueva la manguera en la válvula #8 halando la conexión hembra el conector de corte seco. Coloque la manguera de transferencia un trapo y cubra los extremos.
- 1.88. Remueva los tornillos de la brida encima de la válvula #9 y coloque el múltiple en un trapo.
- 1.89. Remueva el múltiple de la válvula #9 con una llave de tubo. **Use dos llaves para prevenir que la válvula del MPT afloje.**
- 1.90. Coloque un tapón el extremo del múltiple y póngalo un lado.
- 1.91. Instale el tapón roscado en la válvula de vapor de ¾" del MPT la balanza.
- 1.92. Cierre el domo y sello lo utilizan un precinto plástico.
- 1.93. Use un montacargas o grúa para levantar el MPT vacío de la balanza.
- 1.94. Coloque un MPT lleno en la balanza con la misma orientación del que fue removido.
- 1.95. Rompe el sello de la tapa del domo.
- 1.96. Confirme que ambas válvula están cerradas en el MPT nuevo.
- 1.97. Lentamente remueva el tapón de la válvula de vapor de ¾" del MPT nuevo. **Use dos llaves para evitar que la válvula del MPT gire. (No en la válvula está en el centro del MPT).**
- 1.98. Lentamente abra la válvula de vapor de ¾" y ventee la presión del gas del MPT.
- 1.99. Cierre la válvula de vapor de ¾".
- 1.100. Lentamente ABRA y CIERRE la válvula de líquido de 1" en el centro del MPT la balanza.
- 1.101. Remueva el tapón roscado de la válvula de líquido. **Use dos llaves para prevenir que la válvula del MPT gire.**

- 1.102. Instale el múltiple con la válvula #11 de 1" en la válvula central del MPT, usando cinta y pasta de teflón y apriete la conexión. **Use dos llaves para prevenir que la válvula del MPT gire.**
- 1.103. Instale el múltiple con la válvula #9 de ¾" en la válvula de vapor del MPT usando cinta y pasta de teflón y apriete la conexión. **Use dos llaves para evitar que la válvula del MPT gire.**
- 1.104. Instale el múltiple con la brida y la manguera en la brida sobre la válvula #11 usando un empaque nuevo. Apriete los tornillos de la brida.
- 1.105. Confirme que la válvula #14 está CERRADA.
- 1.106. Conecte la manguera de nitrógeno a la válvula #13.
- 1.107. Cierre la válvula #3 de nitrógeno.
- 1.108. Abra la válvula #1 del cilindro de nitrógeno.
- 1.109. Confirme que la válvula #11 en el MPT está CERRADA.
- 1.110. Confirme que la válvula #14 está CERRADA.
- 1.111. Lentamente abra la válvula #13.
- 1.112. Realice pruebas de presión para asegurar que no hay fugas en las tuberías y conexiones desde la válvula #11 hasta la válvula número 14.
- 1.113. ABRA la válvula #11. Espere por un minuto y Cierre la Válvula #11.
- 1.114. Chequee la ausencia de fugas en la válvula de seguridad, válvula #9 y 11 en la rosca as del MPT en la balanza.
- 1.115. Si hay fugas, contacte a Afton Chemical para determinar si la reparación es posible y si es posible, como repararla.
- 1.116. Si no hay fugas, CIERRE la válvula #13 y la válvula #1.
- 1.117. ABRA la válvula #3 en el múltiple nitrógeno para ventear la presión de la manguera.
- 1.118. Remueva la manguera nitrógeno de la válvula #13 e instale un tapón roscado.
- 1.119. Remueva el MPT vacío el área por conéctelo si está parcialmente lleno como MPT despacho.
- 1.120. Siga el procedimiento **cambiando el MPT despacho** para completar el cambio del MPT la balanza.

Cambiando un MPT de despacho

Cuando el peso del MPT en la balanza comience a caer, el MPT despacho estaba vacío (el MPT que alimenta el MPT en la balanza). Verifique el volumen usado del MPT despacho desde que este fue instalado. Éste debe ser mínimo 450 litros. Usted puede utilizar el equipo de protección personal apropiado para prevenir la exposición a HITEC®3000, incluyendo **gafas de seguridad, respirador parado por orgánicos, guantes de goma, protector facial y traje protector plástico de cuerpo entero tipo Tyvek® o similar**. Tenga a la mano trapos, balde con alrededor de 2 litros de kerosene y un balde vacío. Limpie inmediatamente cualquier derrame de producto utilizando los trapos y kerosén.

- 1.1. No cambie el MPT de despacho durante una inyección.
- 1.2. Cierre las válvulas #9 y 11, en el MPT en la balanza.
- 1.3. Cierre las válvulas # 5 y 6 en el MPT de despacho.
- 1.4. Confirme que la válvula #1 del cilindro nitrógeno está cerrada.
- 1.5. CIERRE la válvula #2 en el múltiple nitrógeno.
- 1.6. Colóquese el equipo de protección personal apropiado.
- 1.7. Coloque un balde debajo de la válvula de venteo #3 en el múltiple nitrógeno.
- 1.8. Lentamente abra la válvula #5 de vapor de ¾” en el MPT despacho.
- 1.9. Remueva el tapón roscado la tubería debajo de la válvula #3 y lentamente abra la válvula #3 en el múltiple nitrógeno.
Nota: los gases del MPT despacho serán venteado a través de la válvula #3 hacia el balde. Lentamente ventee la presión. Monitor el manómetro en el múltiple nitrógeno.
- 1.10. Cuando la presión sea atmosférica, CIERRE la válvula #5 en el MPT despacho.
- 1.11. Confirme que la válvula #9 en el MPT en la balanza está cerrada.
- 1.12. Confirme que la válvula #8 está abierta.

- 1.13. ABRA la válvula #6 en el MPT despacho. Seguido esto ventear la presión de la manguera transferencia hacia el MPT de despacho vacío.
- 1.14. Lentamente ABRA la válvula #5 en el MPT despacho.
- 1.15. Cierre la válvula #5.
- 1.16. Chequee el peso del MPT está la balanza. Si el peso NETO está por debajo de 860 libras, proceda al próximo paso. Si el peso NETO es mayor que 860 libras, vaya al paso 21.
- 1.17. Venteando la presión del MPT la balanza:
 - 1.17.1. Lentamente abra la válvula #9. Esto ventear la presión del MPT está la balanza hacia el MPT de despacho vacío.
 - 1.17.2. Cuando se ventear toda la presión, CIERRE la válvula #9.
 - 1.17.3. Lentamente ABRA la válvula #5 para ventear la presión a la atmósfera.
- 1.18. CIERRE la válvula #8.
- 1.19. CIERRE la válvula #5 y remueva la manguera de nitrógeno. Nota: la conexión de nitrógeno es un acople cónico que no necesita cinta de teflón. Afloje el acople y desenrosque con la mano.
- 1.20. Remueva el tubo de conexión de nitrógeno que la válvula #5 usando una llave de tubo.

Use dos llaves para prevenir que la válvula del MPT gire. Coloque la sección de tubería en un trapo para atrapar cualquier gota de producto.
- 1.21. ABRA la válvula #6.
- 1.22. Lentamente ABRA la válvula #5 para confirmar que no hay presión.
- 1.23. CIERRE la válvula #5, 6 y 8.
- 1.24. Desconecte remueva la manguera de transferencia encima de la válvula #6 del MPT despacho, jalando el anillo del conector de corte seco. La conexión se abrirá. Use trapo para limpiar cualquier gota de producto en cada extremo del conector de corte seco.
- 1.25. Remueva el múltiple de la válvula #6 removiendo tornillos y tuercas de la brida. Coloque el múltiple en un trapo.

- 1.26. Desenrosque la sección de tubería de la válvula #6 usando una llave de tubo.
Use dos llaves para prevenir que se afloje la válvula del MPT.
Coloque la sección de tubería en un trapo para atrapar cualquier gota de producto.
- 1.27. Instale los tapones roscados en las válvulas #5 y 6 del MPT despacho vacío.
- 1.28. Limpie cualquier gota de producto con un trapo mojado con kerosén.
- 1.29. Cierre el domo del MPT de vacío y séllelo utilizando un precinto plástico.
- 1.30. Mueva el MPT vacío del área y reemplazarlo con un paquete lleno.
- 1.31. Romper sello del domo en el nuevo en MPT.
- 1.32. Abra la tapa del domo y chequee que no hay fugas. Chequee la etiqueta de identificación que está colocada dentro del domo y confirme que es HiTEC® 3000. Si no es HiTEC® 3000, contacte su supervisor.
- 1.33. Confirme que ambas válvulas en el MPT nuevo están CERRADAS.
- 1.34. Use dos válvulas y lentamente remueva el tapón roscado de $\frac{3}{4}$ " de la válvula de venteo. Confirme que la válvula no gire. Coloque el tapón roscado en la tapa del domo.
- 1.35. Coloque un trapo sobre la válvula de venteo de $\frac{3}{4}$ " y lentamente ABRA la válvula para liberar cualquier presión dentro del MPT.
- 1.36. Confirme que el MPT está totalmente venteado.
- 1.37. ABRA y CIERRE la válvula central de 1" de líquido, para liberar cualquier presión entre la válvula y el tapón roscado.
- 1.38. Cierre la válvula de venteo $\frac{3}{4}$ ".
- 1.39. Usando dos llaves, lentamente remueva el tapón roscado de la válvula de líquido de 1". Confirme que la válvula no gire. Coloque el tapón en la tapa del domo.
- 1.40. Instale la tubería de 1" en la válvula #6 usando cinta y pasta de teflón. Apriete la conexión usando una llave de tubo. **Use dos llaves para prevenir aflojar a válvula de 1" del MPT.**

- 1.41. Instale la tubería que $\frac{3}{4}$ " en la válvula #5 usando cinta y pasta de teflón. Apriete la conexión con una llave de tubo. **Use dos llaves para prevenir aflojar la válvula de $\frac{3}{4}$ " del MPT.**
- 1.42. Instale el múltiple con la válvula #7 en la brida encima de la válvula #6 usando un empaque nuevo. Apunte el conector de corte seco hacia el MPT que se encuentra la balanza y apriete los tornillos de la brida.
- 1.43. Conecte el conector macho de la manguera de transferencia en la hembra tubería del múltiple encima de la válvula #6. Cuidadosamente línea vertical y horizontalmente y apriete hasta que escucho clic y la conexión se cierre. Hale firmemente la conexión de corte seco para asegurarse que está cerrada propiamente.
- 1.44. Use dos llaves para probar el tapón roscado de la válvula #7. Remueva el tapón roscado.
- 1.45. Instale la manguera de nitrógeno en la válvula #7.
Nota: no se requiere teflón en este acople cónico.
- 1.46. Confirme que las válvulas #6 y 9 en el MPT en la balanza están CERRADAS.
- 1.47. Confirme que la válvula #8 está abierta.
- 1.48. Cierre la válvula #3 en el múltiple nitrógeno.
- 1.49. Abra las válvulas #1 y 2 de nitrógeno.
- 1.50. Abra la válvula #7.
- 1.51. Chequee la ausencia de fugas usando agua jabonosa.
- 1.52. Chequee la ausencia de fugas en los acople roscados y en el conector de corte seco.
- 1.53. Cierre la válvula de nitrógeno #1.
- 1.54. Lentamente abra la válvula #3 en el múltiple nitrógeno para ventear la presión de nitrógeno.
- 1.55. Si no hay fugas, cierre la válvula #7. Si hay fugas, repare las fugas y repita el procedimiento de test de presión.

- 1.56. Remueva la manguera nitrógeno de la válvula #7 e instale el tapón roscado.
- 1.57. Instale la manguera de nitrógeno en la conexión de la válvula #5.
Nota: no use cinta de teflón en este acople cónico.
- 1.58. Confirme que la válvula #5 está cerrada.
- 1.59. Cierre la válvula #3.
- 1.60. Abra la válvula de nitrógeno #1 chequee la ausencia fugas las conexiones de nitrógeno y la manguera hasta la válvula #5.
- 1.61. Cierre la válvula #1 del cilindro de nitrógeno.
- 1.62. Si no hay fugas, abra la válvula #3 y ventee la presión de nitrógeno.
- 1.63. Cierra la válvula #3 en el múltiple nitrógeno.
- 1.64. Gire la válvula del regulador en sentido antihorario.
- 1.65. La presión de nitrógeno en el múltiple recelo alrededor de 20 +/-2 PSIG.
Si la presión es demasiado bajas, ajuste la presión girando la válvula del regulador, el sentido horario, para incrementar la presión.
 - 1.65.1. Si la presión es demasiado altas, gire la válvula del regulador del cilindro de nitrógeno en sentido anti horario.
 - 1.65.2. Cierre la válvula #1.
 - 1.65.3. Lentamente abra la válvula #3 para ventear la presión.
 - 1.65.4. Cierre la válvula #3.
 - 1.65.5. Abra la válvula #1, lea la presión y ajústela a 20 +/- 2 PSIG.
 - 1.65.6. Repita los pasos de la presión sea de 20 +/- 2 PSIG.
- 1.66. Chequee la válvulas #7:10 están cerradas y con el tapón roscado colocado.
- 1.67. Abra la válvula #5 en el PT despacho y se debe escuchar nitrógeno fluir.
- 1.68. Abra la válvula #6 en el MPT despacho.
- 1.69. Chequee la ausencia fugas. Si hay fugas, CIERRE las válvulas #5 y 6, y ventee la presión y repare fuga.
- 1.70. Si no hay fugas, ABRA las válvulas #8 y 9.

- 1.71. Después de que el nitrógeno haya dejado de fluir, CIERRE el cilindro nitrógeno usando la válvula #1, CIERRE el contacto las válvulas del MPT despacho, las válvulas #5y 6, y la válvula #9 en el MPT de la balanza.
- 1.72. El sistema ahora está listo para inyectar.
- 1.73. Limpie cualquier derrame.
- 1.74. Instale la tapa roscada y la tubería debajo de la válvula #3.
- 1.75. Registre el peso la balanza. Este de ser alrededor de 1200 – 1300 libras.
Si el peso hasta por debajo de 860 libras, fíjese procedimiento **Venteo del MPT**.
- 1.76. Quítese el equipo de protección personal (EPP).
- 1.77. Envíe el MPT vacío de vuelta a Afton Chemical. Para instrucciones contacte a Kathy Rodriguez, 1-804-788-5161.

Cambiando el cilindro de nitrógeno

Cuando la presión en el cilindro nitrógeno está por debajo de 100 psig, el cilindro de necesita ser reemplazado por un cilindro nuevo lleno. No se requiere equipo de protección personal especial para realizar el cambio de cilindro de nitrógeno.

- 8.1. Confirmar que no hay una inyección en progreso.
- 8.2. Cierre la válvula #5 de vapor en el MPT despacho.
- 8.3. Abra la válvula #2.
- 8.4. Cierra la válvula #4.
- 8.5. Abra la válvula #3 para ventear la presión del regulador.
- 8.6. Cierre la válvula #1 del cilindro nitrógeno.
- 8.7. Usando una llave, remueva el regulador de nitrógeno y la manguera del cilindro y colóquelo en un trapo al suelo para prevenir daños.
- 8.8. Remueva el cilindro vacío de nitrógeno.
- 8.9. Instale el regulador de nitrógeno en el nuevo cilindro. Nota: no se requiere teflón en la rosca de esta conexión. Apreté la conexión usando una llave ajustable.
- 8.10. Cierra la válvula #3 en el venteo del múltiple nitrógeno.

- 8.11. Abra la válvula #1 del cilindro de nitrógeno.
- 8.12. Chequee la ausencia de fuga utilizando agua jabonosa.
- 8.13. Si no hay fugas cierre la válvula #1 del cilindro nitrógeno.
- 8.14. Si hay fugas trate de solucionarlos apretando la conexión. Si todavía fugas, cierre la válvula #1 y repara la fuga. Realice pruebas de presión de nuevo para confirmar que no hay fugas.
- 8.15. Ajuste el regulador de presión a 20PSIG girando la válvula del regulador en sentido antihorario. Abra la válvula #3 para ventear la presión y cierre la válvula #3. Ajuste el regulador a 20 PSIG.
- 8.16. Cierre la válvula #1 de nitrógeno.
- 8.17. Abra la válvula #4 en el múltiple nitrógeno.
- 8.18. El sistema está listo para operar.

Limpieza de la trampa de partículas

Cuando el flujo a través del medidor caiga y la apertura de la válvula #17 no incrementa el flujo, la trampa de partículas puede ser que esté tapada. Sigue este procedimiento para limpiar la trampa de partículas.

El equipo de protección personal incluye casco, lentes seguridad, gafas de protección, o protección facial, guantes de goma, traje de cuerpo completo color claro tipo Tyvek, botas de goma y respirador parado por orgánicos.

- 5.20. Confirmar que no se está haciendo una inyección de producto.
- 5.21. **Coloques el equipo de protección personal.**
- 5.22. Cierre la válvula #2 en el múltiple nitrógeno.
- 5.23. Confirme que las válvulas #5 y 6 en el MPT despacho están cerradas.
- 5.24. Confirme que la válvula #9 y 11 en el MPT de la balanza están cerradas.
- 5.25. Coloque un balde, una pequeña cantidad de kerosén debajo de la trampa de partículas, debajo de la válvula #15.
- 5.26. Remueva el tapón en la válvula #15 (use dos llaves).

- 5.27. Remueva la tapa roscada de la válvula #3 y abra la válvula #3 del múltiple nitrógeno para ventear la presión de nitrógeno de la manguera.
- 5.28. Cierre la válvula #14.
- 5.29. Cierre la válvula #16 en la entrada de la plataforma de medición.
- 5.30. Cierra la válvula sino de número 20 en la entrada del medidor másico.
- 5.31. Remueva la manguera de nitrógeno de la válvula #5.
- 5.32. Remueva el adaptador cónico de la válvula #5.
- 5.33. Instale el adaptador cónico en la válvula #22 en el la plataforma de medición.
- 5.34. Cierre la válvula #3 en el múltiple nitrógeno.
- 5.35. Abra la válvula #2 en el múltiple nitrógeno.
- 5.36. Confirme que la válvula #1 del cilindro nitrógeno está abierta.
- 5.37. Confirme que la presión de nitrógeno sea 20 PSIG.
- 5.38. Abra la válvula #15 de la trampa de partículas para drenar HITEC®3000.
- 5.39. Lentamente abra la válvula #22 para soplar HITEC®3000 de la trampa de partículas y la tubería hacia el balde. **Precaución: no sople muy fuerte para no salpicar el kerosén del balde.**
- 5.40. Cierre la válvula #22.
- 5.41. **No remueva toda la trampa de partículas de la línea.**
- 5.42. Desenrosque la parte inferior de la parte de abajo del cuerpo de la trampa de partículas con la válvula #15. Use una llave. Coloque la pieza en un trapo.
- 5.43. Remueva el cartucho dentro del cuerpo de la trampa partículas.
- 5.44. Cuidadosamente lave el cartucho con kerosén.
- 5.45. Reinstale la malla de la trampa partículas en la “Y” reinstale la parte inferior enroscándola y apretándola con la llave. La parte inferior de la trampa de partículas ella el cuerpo con un O-ring.
- 5.46. Instale la tubería usando cinta y pasta de teflón.
- 5.47. Cierre la válvula #15.
- 5.48. Abra la válvula #22 para presurizar la trampa de partículas y la tubería.
- 5.49. Chequee la ausencia de fuga usando agua jabonosa.

- 5.50. Si no hay fugas, incrementa la presión de nitrógeno a 50 PSIG.
- 5.51. Chequee la ausencia de fugas usando agua jabonosa.
- 5.52. Cierre la válvula #22. Chequee si la presión cae en 5 o 10 minutos.
- 5.53. Si no hay fugas y la presión no cae, lentamente abra la válvula #15 para drenar la presión al balde.
- 5.54. Cierre la válvula #15 e instale el tapón roscado usando cinta y pasta de teflón.
- 5.55. Cierre la válvula #1 de nitrógeno.
- 5.56. Abra la válvula #3 en el múltiple nitrógeno para ventear la presión de la manguera.
- 5.57. Remueva la manguera de nitrógeno y el acoplador cónico de la válvula #22.
- 5.58. Instale el tapón roscado en la válvula #22.
- 5.59. Instale el adaptador cónico en la válvula #5 usando cinta de teflón.
- 5.60. Instale la manguera en la válvula #5. No se requiere teflón en este adaptador cónico.
- 5.61. Cierre la válvula #3.
- 5.62. Abra la válvula #1 en el cilindro nitrógeno.
- 5.63. Realice pruebas de fugas en la válvula #5.
- 5.64. Si no hay fugas, CIERRE la válvula #1 de nitrógeno.
- 5.65. Abra la válvula #3 para ventear la presión de la manguera.
- 5.66. Cierre la válvula #3.
- 5.67. Gire la válvula del regulador de nitrógeno en sentido antihorario.
- 5.68. Abra la válvula #1 en el cilindro nitrógeno y ajuste la presión a 20+/-2 PSIG.
- 5.69. Rellene las líneas con HITEC®3000.
- 5.70. Abra las válvulas #5 y 6 en el MPT despacho.
- 5.71. Abra las válvulas #9 y 11 en el MPT la balanza.
- 5.72. Abra la válvula #14.
- 5.73. CIERRE las válvulas #1, 5, 6, 9 y 11.
- 5.74. Quítese el equipo de protección personal.
- 5.75. El sistema está listo para operar.

Mantenimiento de los equipos

El personal de mantenimiento debe utilizar el equipo de protección personal cada vez que abra una línea con HITEC®3000.

El equipo de protección personal incluye casco, gafas de seguridad, protección facial, botas de goma, traje de cuerpo completo tipo Tyvek de color claro, botas de goma y respirador operado por orgánicos.

LAVADO DE LOS EQUIPOS

- 5.76. Si la fuga o el elemento que requiere mantenimiento está en la plataforma de medición, se recomienda grabar las líneas con gasolina antes de realizar la apertura del sistema.
- 5.77. Use el equipo de protección personal.
- 5.78. Use el eductor del sistema para circular gasolina por las líneas del sistema de HITEC®3000.
- 5.79. **REGISTRE** el TOTAL de litros y libras en el medido másico antes de realizar el procedimiento.
- 5.80. **APAGUE el medidor másico para no contabilizar la gasolina que circulará por el sistema.**
- 5.81. Escoja un tanque de mezcla para la recirculación de gasolina.
- 5.82. **CIERRE** todas las válvulas en los MPTs para prevenir contaminación y derrames. Las válvulas #5, 6, 9 y 11.
- 5.83. **CIERRE** las válvulas #19, 21 y 23.
- 5.84. Confirme que las válvulas #14, 42 y 41 están cerradas.
- 5.85. Confirme que la válvula #11 del MPT en la balanza está cerrada.
- 5.86. **ABRA** las válvulas #27 y 28.
- 5.87. Arranque la bomba de recirculación de gasolina a través del eductor.
- 5.88. **ABRA** las válvulas #30, 31, 32 y 33 para introducir gasolina a las líneas de HITEC®3000.
- 5.89. **ABRA** las válvulas #19, 21 y 23.

5.90. Permita que la gasolina fluya por 5 minutos a través de la plataforma de medición.

5.91. CIERRE las válvulas #33, 32, 31 y 30.

5.92. CIERRE las válvulas #23, 21 y 19.

5.93. DETENGA la bomba de recirculación de gasolina.

5.94. CIERRE la válvula #27 y28.

5.95. Sistema ha sido lavado con gasolina.

REALICE EL TRABAJO DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS

5.96. Cierre las válvulas #16 y 21 para bloquear plataforma de medición.

5.97. Drene la gasolina de la válvula #18 y 22 en un balde.

5.98. Cierra las válvulas #18 y 22.

5.99. Remueva las partes que requiere mantenimiento o deben ser reemplazadas.

5.100. Después de completar las reparaciones, instale las partes en las líneas con nuevos empaques.

5.101. Realice pruebas de presión en la plataforma para confirmar la ausencia de fugas.

5.101.1. Cierre la válvula #1 de nitrógeno.

5.101.2. Confirme que la válvula #5 en el MPT despacho está cerrada.

5.101.3. Remueva la tapa roscado de la válvula #3 y lentamente ventee la presión de la manguera.

5.101.4. Remueva la manguera de la válvula #4.

5.101.5. Instale la manguera de 20' que está almacenada (en cada extremo tiene un acople cónico).

5.101.6. Remueva el adaptador cónico en uno de los extremo de la manguera.

5.101.7. Conecte la manguera aún adaptador cónico en la válvula #4.

5.101.8. Confirme que la válvula #22 está cerrada.

5.101.9. Remueva el tapón roscado de la válvula #22.

- 5.101.10. Instale el acople cónico en con rosca MPT en la manguera de 20 pies en la válvula #22 usando cinta de teflón.
- 5.101.11. Instale la manguera nitrógeno de 20 pies en el adaptador en la válvula #22. No se requiere cinta de teflón.
- 5.101.12. Cierra la válvula #3.
- 5.101.13. Abra la válvula #1 de nitrógeno y ajuste la presión a 50 PSIG.
- 5.101.14. Lentamente abra la válvula #22 para presurizar el sistema.
- 5.101.15. Chequee que no hay fugas utilizando agua jabonosa.
- 5.101.16. Cierre la válvula #1 de nitrógeno.
- 5.101.17. Lentamente abra la válvula #3 para ventear la presión hacia el balde.
- 5.101.18. Cierre la válvula #22.
- 5.101.19. Lentamente ventee la presión abriendo la válvula #3.
- 5.101.20. Cierre la válvula #3.
- 5.101.21. Remueva el tapón roscado de la válvula #18 y ventee la presión del sistema después de la válvula check, hacia el balde.
- 5.101.22. Si no se encontraron fugas realizar las pruebas de presión, remueva la manguera de nitrógeno de 20 pies. Si se encontraron fugas, prepara las fugas y realice de nuevo los tres de presión en busca de fugas.
- 5.101.23. Remueva el adaptador cónico de la válvula #22 y manténgalo con la manguera de 20 pies.
- 5.101.24. Instale el tapón roscado en la válvula #22. Confirme que todas las válvulas están cerradas.
- 5.101.25. Reinstale la manguera original de nitrógeno en la válvula #4.
- 5.101.26. Confirme que la válvula #4 está cerrada.
- 5.101.27. Abra la válvula #1 de nitrógeno.
- 5.101.28. Chequee la ausencia de fugas en la válvula #4.
- 5.101.29. Cierre la válvula #1.
- 5.101.30. Lentamente abra la válvula #3 y ventee la presión.

- 5.101.31. Cierra la válvula #3.
- 5.101.32. Gire varias veces la válvula del regulador de nitrógeno en sentido antihorario.
- 5.101.33. Abra la válvula #1 de nitrógeno
- 5.102. . Ajuste la presión 20+/- 2 PSIG girando la válvula del regulador en sentido horario.
- 5.103. Confirmé que la válvula #15, 22 y 18 en la plataforma de medición están cerradas y con los tapones roscados colocados.
- 5.104. Instale el tapón roscado en la válvula #3.

RELLENE EL SISTEMA CON HITEC®3000

- 5.104.1. Rellene sistema con HITEC®3000 para asegurar la correcta dosificación en la próxima inyección. Si el sistema entero ha sido vaciado, rellenar la línea como se indica a continuación.
- 5.104.2. CONFIRME que la válvula #19 en la salida de la plataforma de medición está CERRADA.
- 5.104.3. Asigne un tanque de mezcla de gasolina.
- 5.104.4. ABRA las válvulas #27 y 28.
- 5.104.5. Arranque la bomba de recirculación de gasolina.
- 5.105. Abra la válvula #1 del cilindro de nitrógeno y ajuste la presión a 20 +/- 2 PSIG.
- 5.106. Abra la válvula #23 en el eductor.
- 5.107. ABRA las válvulas #16 y 21 de entrada y salida de la plataforma de medición.
- 5.108. Abra la válvula #5 de vapor de ¾” en el MPT despacho.
- 5.109. Abra la válvula #6 de líquido de 1” en el MPT despacho.
- 5.110. Confirme que la válvula #8 está abierta.
- 5.111. Abra las válvulas #9 y 11 en el MPT en la balanza.
- 5.112. ABRA la válvula #14 y 42.
- 5.113. **REGISTRE** la lectura del medidor másico del TOTAL de litros y libras en la hoja “Blend Sheet”.

- 5.114. En el medidor másico Micromotion, coloque en pantalla la lectura de TOTAL de litros.
- 5.115. ABRA la válvula #19 en la salida de la plataforma de medición. HITEC®3000 comenzará desplazar la gasolina en las tuberías.
- 5.116. Cuando el TOTAL de litros medidos sea 8 litros, la tubería está completamente llena de HITEC®3000.
- 5.117. CIERRE la válvula #19.
- 5.118. CIERRE la Válvula #14.
- 5.119. Cierre las válvulas #5, 6, 9, 11 y la válvula #1 del cilindro de nitrógeno.
- 5.120. La válvula #17 en la última posición.
- 5.121. Quítese el equipo de protección personal.
- 5.122. CIERRE la válvula #23 en la entrada del eductor.
- 5.123. Pare la bomba de recirculación de gasolina.
- 5.124. CIERRE las válvulas #27 y 28.
- 5.125. El sistema esta lectora para una inyección.

Procedimiento para la devolución de cilindros (MPT) y tanques (DT / ISO) vacíos a Afton Chemical Corporation

GASTOS DEL ENVÍO ORIGINAL A CUENTA AFTON CHEMICAL CORP.

El retorno seguro de los cilindros y tanques vacíos es un asunto de máxima prioridad y preocupación para Afton Chemical.

Debe evitarse la pérdida de tanques en tierra o mar ya que la recuperación de dichos artículos por parte de personas que no están familiarizadas con el peligro inherente de los materiales que se encontraban en estos tanques puede causar graves problemas. Los LETREROS/PLACAS en los tanques NO DEBEN SER RETIRADOS. Los tanques vacíos se transportan bajo los mismos reglamentos que los tanques llenos.

CUMPLIMIENTO CON LA ADUANA DE LOS ESTADOS UNIDOS

Con el fin de que Afton cumpla con las leyes y requisitos de Seguridad en la Importación hacia los Estados Unidos, el Agente Aduanal debe proporcionar la siguiente información para todos los tanques que están regresando:

El aviso de embarque debe de contener:

1. Número de orden de compra
2. Nombre y dirección de la empresa consolidadora*
3. Nombre y dirección de donde se encuentran los contenedores
4. Número del aviso de embarque (Bill of Lading)

***Ver definiciones más abajo**

Esta documentación debe ser enviada a la dirección electrónica designada por Afton: AFTONISF@BDPNET.COM tan pronto como se tenga disponible (al momento de la reserva en el barco) pero **NO DESPUES de 72 horas que haya zarpado el buque.**

Para cumplir con las leyes aduaneras de los Estados Unidos, el embarcador debe declarar el valor del Instrumento de Tráfico Internacional (MPT, DT o ISO tanques) y el valor del residuo contenido en cada el tanque.

Para efectos aduanales:

El valor de un ISO vacío = USD \$ 20,000

El valor de un DT vacío = USD \$ 10,000

El valor de un MPT vacío = USD \$ 1,000

La cantidad del residuo se puede calcular tomando el peso bruto menos el peso de tara teórico del envase o por cualquier medio razonable y seguro, según lo determinado por el cliente. Sin embargo, el valor no puede ser declarado como cero "0".

El valor del residuo debe de ser declarado como \$ 370 USD por contenedor.

Al declarar, HiTEC ® 3000 Aditivo para Combustible, la descripción debe decir "tanque portátil con últimos residuos de: UN 3281, Metal carbonilo, líquido NOS (tricarbonilo metilciclopentadienilo de manganeso) 6.1 II Contaminantes Marinos. "

Al declarar HiTEC ® 3062 Aditivo para Combustible, la descripción debe decir, "tanque portátil con últimos residuos de: UN 3281, Metal carbonilo, líquido NOS (tricarbonilo metilciclopentadienilo de manganeso) 6.1 III de contaminantes marinos.

"

Las palabras, "tanque vacío" no deben utilizarse, ya que esto implica que el tanque ha sido limpiado antes de su envío y no contiene ningún residuo.

NOTIFICAR A LA PARTE *: _____ TANQUES CONSIGNADOS**

A:

<u>BDP Internacional</u>	<u>Ethyl Corporation</u>
<u>Departamento de Importación</u>	<u>At'n: John Hendrix,</u>
<u>811 Cromwell Park Drive</u>	<u>1000 N. South Avenue</u>
<u>Suite 100</u>	<u>Pasadena, TX 77503</u>
<u>Glen Burnie, MD 21061</u>	<u>(teléfono) 713-740-</u>
<u>8300 (Teléfono) 410-762-5800</u>	<u>(fax) 713-740-8311</u>
<u>(Fax) 410-590-0883</u>	

***** La parte notificada debe recibir dos (2) juegos de documentos originales, incluyendo el conocimiento de embarque marítimo*****

***** La factura comercial deberá contener:**

- "número de serie del contenedor ___ es un instrumento de comercio internacional clasificable bajo 9803.00.50. Este contenedor fue fabricado originalmente en los EE.UU. "***
- País de origen del material
- País de origen del tanque
- Valor del tanque
- Valor del residuo
- Residuo químico que es regresado al vendedor. La valoración se realiza bajo la Sección
500 de la Ley Arancelaria de 1930

DISTRIBUCIÓN DE DOCUMENTACIÓN

***** DOS JUEGOS DE ORIGINALES PARA: UN (1) JUEGO DE
ORIGINALES PARA: BDP International Afton Chemical
Departamento de Importación At ' n: Kathy Rodríguez
811 Cromwell Park Drive 330 S. Fourth Street
Suite 100 Richmond, VA 23219
Glen Burnie, MD 21061 (teléfono) 804-788-
5161 (Teléfono) 410-762-5800 (fax) 804-788-5182 (Fax) 410-
590-0883**

DEVOLUCIÓN DE LOS TANQUES VACÍOS PARA EL ENVÍO ORIGINAL A CUENTA DEL TERCERO

* Definiciones clave:

- Ubicación del contenedor: Nombre y dirección (es) de la ubicación física en donde las mercancías fueron medidas en el contenedor.
- Consolidador (Rellenador) - Nombre y dirección de la persona que agrupa los recipientes o arregla su consolidación