

**SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA PARA LA
DISMINUCION EN EL CONSUMO DE VAPOR SOBRECALENTADO DE 400
PSIG HACIA EL INTERCAMBIADOR DE CALOR E-315**

LUIS GUILLERMO CAMACHO DELGADO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2010

**SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA PARA LA
DISMINUCION EN EL CONSUMO DE VAPOR SOBRECALENTADO DE 400
PSIG HACIA EL INTERCAMBIADOR DE CALOR E-315**

LUIS GUILLERMO CAMACHO DELGADO

**Trabajo de grado en la modalidad de práctica Industrial, presentado para
optar al título de Ingeniero Químico**

**Director
CRISOSTOMO BARAJAS FERREIRA
Ingeniero Químico. Msc**

Tutor

**CESAR AUGUSTO MORALES MOYA
Ingeniero Químico
Jefe de Departamento de Cracking III
GRB- ECOPETROL S.A.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2010

A Dios, porque sin Él nada de lo que he logrado en mi vida hubiese podido ser alcanzado

A mis padres, Guillermo (aunque ya no está siempre he sentido su apoyo y su presencia), a mi madre Martha Lucía ejemplo de fortaleza, de lucha, de entrega, ha sido mi faro y mi ejemplo de que todo en la vida se puede lograr a pesar de las múltiples adversidades que puedan presentarse.

A mi hermana Ángela Patricia, a mi abuela Adelina, a mi mami Luz, y demás familiares y amigos porque creyeron en mí y siempre estuvieron a mi lado apoyándome.

AGRADECIMIENTO

A Ecopetrol S.A, la planta cracking modelo IV y la coordinación de ingeniería de proceso de la Gerencia Refinería Barrancabermeja por darme la oportunidad de vivir esta experiencia tan enriquecedora y formativa.

A la Universidad Industrial de Santander y la escuela de Ingeniería Química por la formación recibida.

Al Dr. Crisóstomo Barajas Ferreira por su colaboración.

A todos mis compañeros que siempre han creído en mí y me han apoyado constantemente en este proceso de formación.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	14
1. CONCEPTOS TEÓRICOS	16
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL.....	21
3. ALTERNATIVAS PARA LA DISMINUCIÓN EN EL CONSUMO DE VAPOR SOBRECALENTADO	22
3.1 CONTACTO INDIRECTO.....	22
3.1.1 Tipo haz de tubos	22
3.2 CONTACTO DIRECTO.....	23
3.2.1. Tipo “drum”	23
3.2.2 Atemperamiento utilizando agua atomizada.....	25
3.2.2.1 Tipos de atemperadores por atomización de agua.....	26
3.2.2.1.1 Inyección radial de un solo punto.....	26
3.2.2.1.2 Inyección axial	27
3.2.2.1.3 Inyección radial en múltiples puntos	28
5. Descripción del sistema propuesto	30
6. ALCANCE POR ESPECIALIDAD	33
6.1 ALCANCE DE PROCESO.....	33
6.2 ALCANCE ESTÁTICO.....	34
6.3 ALCANCE DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL	35
6.4 ALCANCE CIVIL.....	37
7. FILOSOFÍA DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y CONFIABILIDAD.....	38
8. SIMULACIÓN DE LA LÍNEA EXISTENTE Y NUEVA LÍNEA PARA LA INSTALACIÓN DE LA ESTACIÓN ATEMPERADORA.	39

CONCLUSIONES	42
RECOMENDACIONES.....	43
BIBLIOGRAFÍA.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 2. Tipico de un sistema de control	20
Figura 3. Torre estabilizadora en condiciones actuales.	21
Figura 4. Atemperador tipo haz de tubos.	22
Figura 5. Arreglo típico de un “drum” con sistema de control	24
Figura 6. Arreglo de inyección radial.....	26
Figura 7. Arreglo inyección axial en sentido al flujo	27
Figura 8. Arreglo inyección contraria al flujo	27
Figura 9. Arreglo inyección radial en múltiples puntos.....	28
Figura 10. Diagrama para la selección de la atemperadora	29
Figura 11. Diferentes instalaciones de una atemperadora.....	30
Figura 12. Sistema propuesto	31
Figura 13. Diagrama de la simulación.....	39

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Condiciones del vapor saturado para un “drum” y dimensiones	24
Tabla 2. Variables energéticas de impacto	31
Tabla 3. Ahorro en dólares	32
Tabla 4. Accesorios y tuberías.....	35
Tabla 5. Condiciones del agua de calderas en límites.....	39
Tabla 6. Convenciones figura 13	40
Tabla 7. Resultados de la simulación	40
Tabla 8. Condiciones de operación para la válvula de control.....	41

ANEXOS

Anexo A. Diagrama del sistema actual	46
Anexo B. Diagrama del sistema propuesto.....	47
Anexo C. Ubicación de la PRSV-304 y accesorios	48
Anexo D. Ubicación del sistema de control y la válvula atemperadora.....	49
Anexo D. Ubicación del sistema de control y la válvula atemperadora.....	49
Anexo E. "Data sheet" de la Termocupla, termo pozo y transmisor.....	50
Anexo F Cotización de la válvula atemperadora tipo DVI y válvula de control de agua.....	52
ANEXO G. Intercambiador de calor E-315	60
Anexo H. Válvula PRSV-304	61
Anexo I. Nueva ubicación de la PRSV-304 en cercanías de los E-309	62
Anexo J. Tramo de tubería en donde se instalará la atemperadora	63
Anexo K. Disposición de la termocupla.....	64
Anexo L. Caja de paso JE 322.....	65

RESUMEN

TITULO: SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA PARA LA DISMINUCION EN EL CONSUMO DE VAPOR SOBRECALENTADO DE 400 PSIG HACIA EL INTERCAMBIADOR DE CALOR E-315

AUTOR: CAMACHO DELGADO, Luis Guillermo**

PALABRAS CLAVES: Agua de calderas(BFW), válvula atemperadora, sistema de control, torre estabilizadora T-304, intercambiador de calor E-315, FCC, DCS

La FCC Cracking Modelo IV utiliza varios sistemas en los que no se hace uso eficiente de la energía y los servicios industriales; entre estos se encuentra el intercambiador de calor E-315 el cual es el único equipo que utiliza vapor de 400 Psig para calentar los fondos de la torre estabilizadora T-304 siendo éste un vapor costoso de producir.

En el siguiente trabajo se presentan los estudios realizados para la disminución en el consumo de vapor de dicho intercambiador que buscan reducir la temperatura del vapor de 400 Psig sobrecalentado debido a que en los procesos de transferencia de calor no es muy recomendable el uso de éste, por cuanto actualmente se está utilizando en gran medida el calor sensible y lo que se busca es aprovechar el calor latente de condesación para así obtener un beneficio económico en la disminución del consumo de vapor de 400 Psig y mejorar la velocidad de transferencia de calor.

Para la aplicación del estudio, se seleccionó la mejor alternativa economicamente viable, que se ajustara a las condiciones de distribución de la planta, para lo cual se escogió el diseño de una estación atemperadora que utilice agua de calderas atomizada en la línea de vapor disminuyendo así la temperatura de éste. También se realizó un estudio hidráulico al sistema propuesto y se dieron las recomendaciones pertinentes para la implementación de dicha estación junto con un sistema de control de temperatura con señal al DCS del cuarto de control.

*Trabajo de grado

** Facultad de Fisico- químicas. Escuela de Ingeniería Química
Director M.Sc. Crisostomo Barajas Ferreira
Tutor Ing. Cesar Augusto Morales Moya

ABSTRACT

TITLE: SELECTION AND APPLICATION FOR THE BEST ALTERNATIVE TO REDUCE THE SUPERHEATED VAPOR CONSUMPTION OF 400 PSIG TO THE HEAT EXCHANGER E-315

AUTHOR: CAMACHO DELGADO, Luis Guillermo**

KEY WORDS: Boiler water(BFW), desuperheater valve, control system, distillation tower T-304, heat exchanger E-315, FCS, DCS.

The FCC Cracking Model IV uses several systems which are not efficient in saving energy or industrial services; a clear example is the heat exchanger E-315, because it is the only equipment that uses vapor at 400 psig to heat the bottom of the stabilizing tower T-304. This steam has a comparatively higher production cost.

All the tests performed to reduce the steam consumption of the exchanger are shown below. They were all meant to reduce the temperature of the superheated steam at 400 psig, since vapor at those conditions is not recommended for use with the heat exchanger. Currently, great amounts of sensible heat are being used; the goal is to use latent heat and take advantage of the condensation, in order to gain economic benefit and reduce the consumption of 400 psig vapor which improves the rate of heat transfer.

To accomplish this study, the best economic alternative was chosen, which met all conditions of the plant distribution; the design chosen was a cooling station that uses atomized water from boilers in the steam line decreasing the temperature of the station. A hydraulic study to the system presented above was also made; some recommendations were given for the implementation of this station along with a system of temperature control with signal to the DCS in the control room.

*Internship project

** Faculty of Physico- chemical school of Chemical Engineering

Director M.Sc. Crisostomo Barajas Ferreira

Tutor Ing. Cesar Augusto Morales Moya

INTRODUCCIÓN

La planta cracking modelo IV de la Refinería de Barrancabermeja con 55 años de servicio utiliza algunos sistemas en los que no se hace un uso eficiente de la energía y servicios industriales, debido a que cuando fue construida no se tenían en cuenta los recursos del medio ambiente y no existían normas que regularan todo tipo de contaminación hacia éstos.

Entre estos sistemas está el uso de vapor sobrecalentado de 150 y 400 PSIG en los intercambiadores de calor, siendo este último uno de los más relevantes.

Uno de los intercambiadores más importantes en la cracking modelo IV es el (E-315) que se utiliza para aumentar la temperatura de fondos de la torre estabilizadora (T-304) y así poder controlar los flujos de vapor hacia la cima de la torre.

Algo muy importante es que este equipo es el único intercambiador en la planta que utiliza vapor sobrecalentado de 400 PSIG para el proceso de transferencia de calor, siendo este uno de los vapores más costosos en su producción.

Observando el sistema se detectó que el flujo de vapor que maneja el intercambiador es considerablemente alto, influyendo significativamente en los indicadores de energía de la planta, por lo cual se le realizó una inspección a dicho intercambiador en pro de disminuir el consumo de vapor sin afectar la operación.

Después de dicha inspección, se identificaron ciertos factores a mejorar que podrían ayudar en la disminución del consumo de vapor como lo son:

Mantener un control en el “drum” de condensado del intercambiador ya que se observó que la condensación en éste era deficiente, por lo cual gran cantidad del vapor sobrecalentado que entraba a este equipo salía de él en el mismo estado, por lo cual se estaba necesitando aumentar el flujo de vapor sobrecalentado para mantener la temperatura de fondo de la torre.

Esto está ocurriendo debido a que el vapor sobrecalentado de 400 PSIG es tomado directamente del cabezal de vapor el cual se encuentra sobrecalentado y a altas temperaturas, y según las condiciones de diseño del equipo se debe utilizar vapor saturado para este proceso.

Con este proyecto se busca analizar las alternativas para disminuir el consumo de vapor sobrecalentado de 400 PSIG, el índice de consumo de energía y la ingeniería conceptual en la adecuación y diseño de la mejor alternativa.

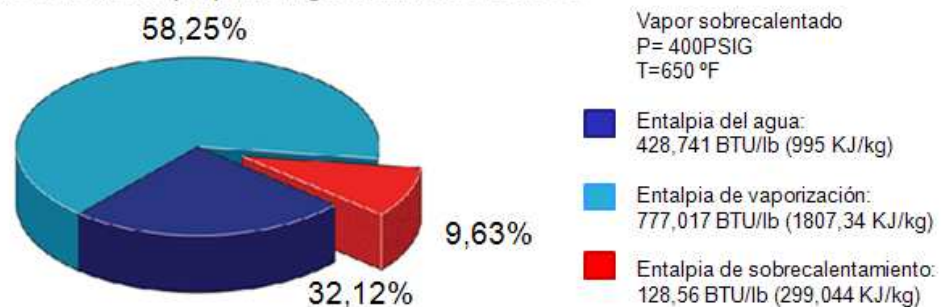
1. CONCEPTOS TEÓRICOS

Vapor saturado

Según empresas especialistas en Vapor como lo son la TLV [11] y Spirax Sarco [10] entre otras, sugieren que para procesos de transferencia de calor como lo son los intercambiadores de calor no se debe utilizar vapor sobrecalentado puesto que la cantidad de transferencia de calor sensible es de 2 a 5 veces menor que la que entrega el calor latente al presentarse un cambio de fase de vapor a líquido.

En la siguiente figura se muestran las proporciones de la energía de un vapor sobrecalentado en sus tres formas.

Figura 1. Distribución de la entalpia para el agua a diferentes estados



Fuente: Spirax Sarco. [<http://www.spiraxsarco.com>] [10]

Como se observa, la mayor parte de la energía es la entalpía de evaporación representada por la zona azul clara, le sigue la entalpía del agua en estado líquido representada por la zona azul oscura, mientras que la energía sobrecalentada representada por la zona roja es tan sólo una pequeña proporción.

Ventajas del uso de vapor saturado

- Ocurre un calentamiento rápido, debido al calentamiento a través del calor latente.
- La presión y la temperatura pueden ser establecidas con precisión

- Alto coeficiente de transferencia de calor, que requiere un área más pequeña de transferencia de éste, permitiendo el uso de equipos más económicos.

Válvula de Control

La válvula automática de control generalmente constituye el último elemento en un lazo de control instalado en la línea de proceso y se comporta como un orificio cuya sección de paso varía continuamente con la finalidad de controlar un caudal en una forma determinada.

Las partes de una válvula de control son básicamente dos: el actuador y el cuerpo

Actuador: el actuador puede ser neumático, eléctrico o híbrido pero los más usados son los dos primeros por sus rápidas actuaciones. El actuador tipo neumático consta básicamente de un diafragma, un vástago y un resorte. Lo que se busca en un actuador de tipo neumático es que cada valor de la presión recibida por la válvula corresponda una posición determinada del vástago.

Cuerpo de la válvula: está provisto de un obturador o tapón, los asientos del mismo y una serie de accesorios. La unión entre la válvula y la tubería puede hacerse por medio de bridas soldadas o roscadas directamente a la misma. El tapón es el encargado de controlar la cantidad de fluído que pasa a través de la válvula y puede accionar en la dirección de su propio eje mediante un movimiento angular. Está unido por medio de un vástago al actuador.

Válvula de globo: Las válvulas de globo son usadas industrialmente para el manejo de líquidos, vapores, gases, corrosivos y pastas semilíquidas, son unidireccionales y comúnmente utilizadas como válvulas de regulación. Su robustez y cierre hermético Metal-metal hacen que dichas válvulas sean adaptables a las más altas exigencias de servicio.

Ventajas

- Control preciso de la circulación

- Carrera corta del disco y pocas vueltas para accionarlas, lo cual reduce el tiempo y desgaste en el vástago y el bonete

Válvula atemperadora.

Para la instalación de una estación atemperadora se debe tener en cuenta una serie de aspectos técnicos muy importantes:

- La orientación de la instalación

La correcta orientación de la válvula atemperadora influye en gran medida en la operación de la misma, y una mala ubicación puede causar, obstrucciones o que no suceda una buena mezcla entre el agua atomizada y el vapor.

- Temperatura del agua atomizada

La temperatura del agua atomizada tiene un gran impacto en el proceso por cuanto es mejor utilizar agua a altas temperaturas que agua fría debido a que ésta se vaporiza más rápido y ayuda a disminuir la temperatura del vapor con el calor latente.

- Cantidad de agua atomizada

Tiene un efecto proporcional sobre el tiempo de vaporización; para determinar el flujo másico necesario de agua atomizada se utiliza la siguiente ecuación.

$$Q_w(\text{mass}) = Q_1 * \frac{H_1 - H_2}{H_2 - H_w}$$

Donde Q1 es el flujo másico de vapor, Qw es el flujo másico de agua
H son las entalpías de entrada y salida del vapor y Hw la del agua atomizada.

$$Q_w(\text{volumetric}) = \frac{Q_w(\text{mass}) * 0.1247}{\rho_w}$$

Donde Qw es el flujo volumétrico de agua en unidades inglesas.

ρ_w Es la densidad del agua.

Para calcular el Cv de la válvula se utiliza la siguiente formula.

$$Cv = Q_w(\text{volumetric}) * \sqrt{\frac{SG}{\Delta P dsh}}$$

Donde SG es la gravedad específica del agua atomizada y $\Delta P dsh$ es la presión diferencial a través de la válvula atemperadora.

- Diámetro de tubería

El diámetro de tubería influye ya que entre mayor sea su valor posiblemente se necesitará de varios atomizadores para que el mezclado sea homogéneo u otros tipos de válvulas atemperadoras.

- Velocidad del vapor

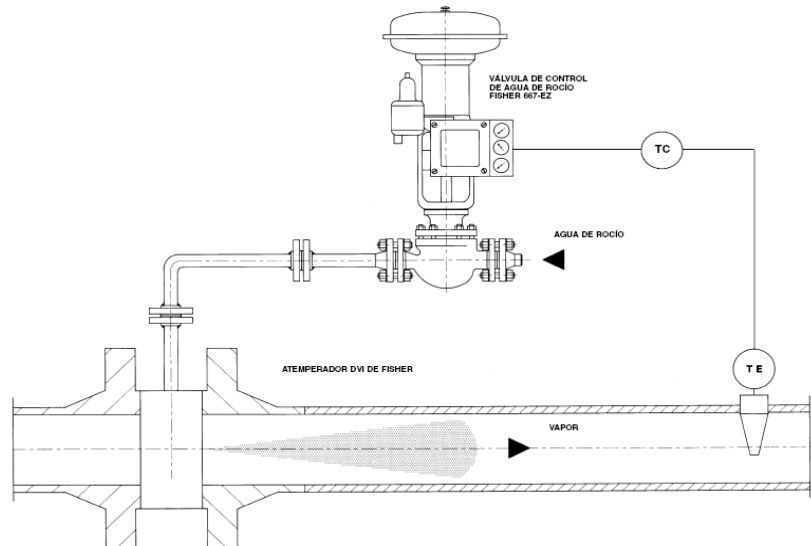
La velocidad del vapor afecta significativamente el buen mezclado con el agua atomizada.

Una válvula atemperadora inyecta agua a una corriente de vapor para disminuir su temperatura, obteniendo temperaturas cercanas a la de saturación del vapor.

Existen diversas opciones para la instalación de la válvula atemperadora como se observa en la siguiente figura.

Sistema de control

Figura 2. Típico de un sistema de control



Fuente: válvulas FISHER-ROSEMOUNT.[www.Fisher.com]

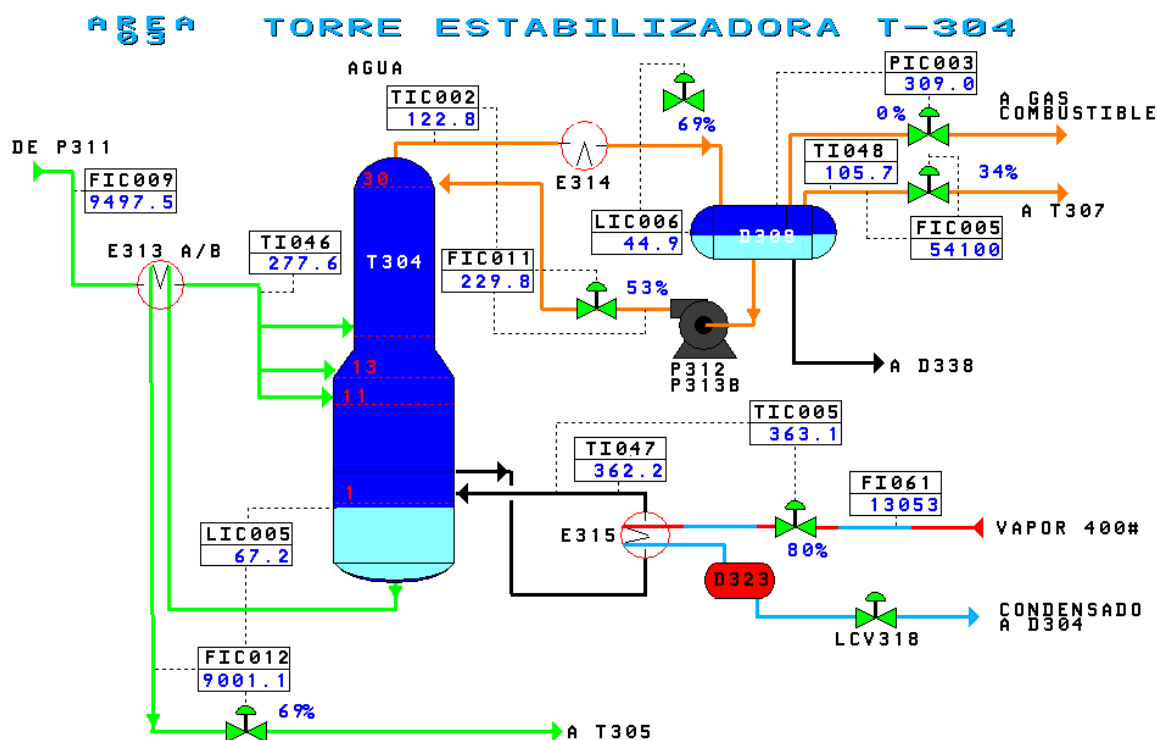
La atemperadora se debe instalar con un sistema de control para que sea eficaz la disminución de temperatura en el vapor.

El lazo de control incluye un transmisor de temperatura ubicada en la tubería del vapor asegurando que en este punto la presencia de agua sea mínima, seguidamente se debe contar con un controlador para interpretar la temperatura y compararla con el "set point" y así suministrar el flujo de agua requerido para esas condiciones.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL

El E-315 es el intercambiador de calor de la torre estabilizadora (T-304) su función es calentar los líquidos del fondo de la torre, utilizando vapor de 400 PSIG que fluye por el lado tubos, actualmente el vapor se utiliza sobrecalentado a una temperatura aproximadamente de 700°F(371,1°C) a un flujo entre los 12.000 y 16.000 lb/h(5443,11 y 7257,48 kg/h) en condiciones normales dependiendo del sistema de control de temperatura TIC-03005 y el indicador TI-03047, el vapor abandona el E-315 a un flujo registrado en el indicador de flujo de vapor FI-03061 hacia el “drum” (D-323) para posteriormente ser enviado al (D-304) en el cual el condensado se utiliza para generar vapor de 150 PSIG.

Figura 3. Torre estabilizadora en condiciones actuales.



Fuente: Cuarto de control (DCS) cracking Modelo IV [1]

Revisando los datos de diseño del intercambiador, se debe utilizar el vapor saturado aproximadamente a 442°F (227,7 °C), por lo cual se plantean dos posibles alternativas para poder lograrlo.

3. ALTERNATIVAS PARA LA DISMINUCIÓN EN EL CONSUMO DE VAPOR SOBREALENTADO

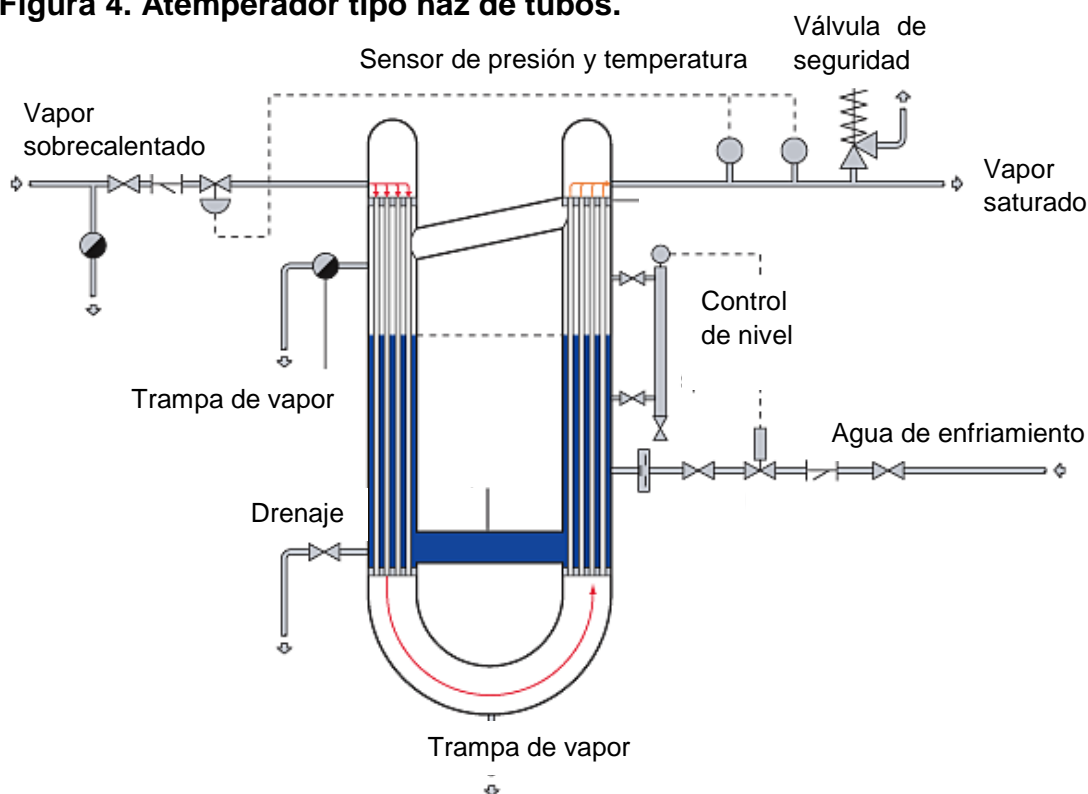
Existen dos tipos de contacto para disminuir la temperatura de un vapor sobrecalentado.

1.1 CONTACTO INDIRECTO

3.1.1 Tipo haz de tubos

Este tipo de equipo consiste en un intercambiador de calor de casco y tubo con vapor sobrecalentado en el lado tubos y agua de enfriamiento en el lado casco. El vapor pasa por los tubos y va disminuyendo su temperatura por el contacto con el agua, parte del agua se evapora y sube hasta la cabeza flotante en donde es mezclada con el vapor atemperado

Figura 4. Atemperador tipo haz de tubos.



Fuente: Spirax Sarco. [<http://www.spiraxsarco.com>] [10]

Ventajas

- El diseño permite producir vapor atemperado a una temperatura aproximada de 5° F (-15 °C) arriba de la temperatura de saturación.
- La temperatura y presión máxima de operación se encuentra alrededor de los 870 Psig (5998,44 KPa) y 842 °F (450 °C)
- Respuesta rápida.

Desventajas

- Voluminoso.
- Es un equipo de alto costo por el tamaño y los sistemas de control que utiliza.

1.2 CONTACTO DIRECTO

3.2.1. Tipo “drum”

Esta es una de las formas más simples de disminuir la temperatura de un vapor por contacto directo.

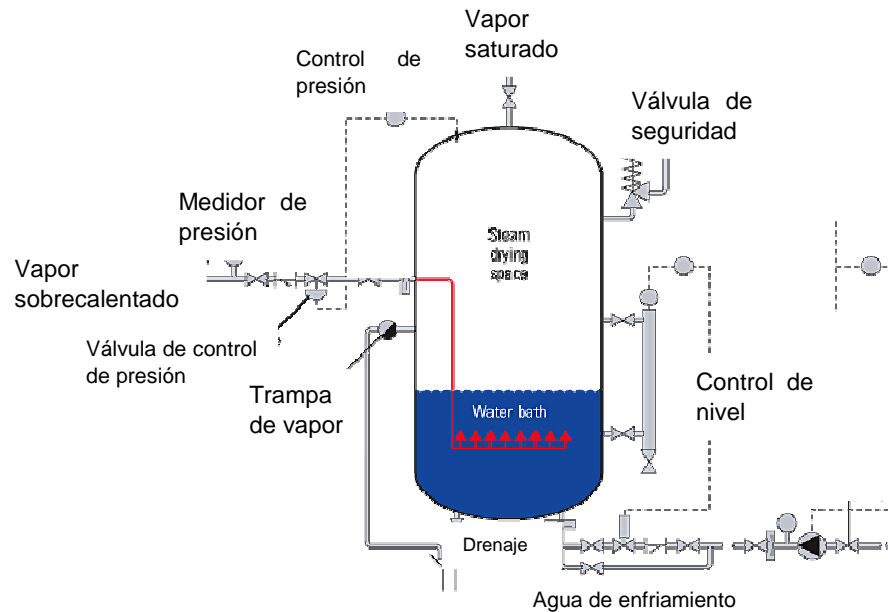
En este sistema el vapor sobrecalentado pasa por una tubería y es inyectado en el fondo del tanque por medio de una flauta. Este calor adicional hace que el agua comience a evaporarse hacia la superficie del tanque para posteriormente utilizarlo como sea necesario.

Para mantener este sistema en control se necesita un regulador de presión para mantener constante la presión del tanque y así mismo la temperatura y la presión del vapor saturado producido.

Además, ya que el vapor sobrecalentado tiene más energía por unidad de masa que el vapor saturado, se evapora más vapor que el que entra al equipo y como consecuencia el nivel tiende a caer siendo necesario mantenerlo mediante la restitución de agua de calderas por medio de una bomba.

También debe contar con una válvula de “check” en caso de que el agua entre por la línea de vapor y una válvula de seguridad en caso de que se presione demasiado el equipo.

Figura 5. Arreglo típico de un “drum” con sistema de control



Fuente: Spirax Sarco. [<http://www.spiraxsarco.com>] [10]

Para el consumo máximo del intercambiador de calor según las condiciones de diseño que son 19900 Lb/h (9026,49 Kg/h) de vapor saturado se necesitaría un “drum” con las siguientes condiciones:

Tabla 1. Condiciones del vapor saturado para un “drum” y dimensiones

Condiciones del vapor saturado		
Variables	Valor	Valor
Temperatura de sat	448,231(F)	231,241°C
Entalpia específica	428,141(Btu/lb)	995,856 kJ/kg
densidad del agua	51,5397(lb/ft3)	825,587 kg/m3
Viscosidad dinámica	0,115347(cp)	1,15x10 ⁻⁴ Pa s

Fuente: Spirax Sarco. <http://www.spiraxsarco.com/es/resources/steam-tables/saturated-water.asp> [10]

Ventajas

- Simple
- El vapor es producido a la temperatura de saturación.
- Puede ser producido vapor con una fracción seca de 0.98.

Desventajas

- No es práctico para altas temperaturas.
- Como podemos observar en el anexo H (foto del sitio) no hay la facilidad para ubicar un “drum” de este tamaño.
- Este sistema requiere una gran cantidad de instrumentos, sistema de control por presión y una bomba que elevan los costos considerablemente.
- Para el montaje de este sistema se requiere adecuación de líneas de vapor y líneas de agua de calderas para mantener el nivel del “drum” durante la operación.

3.2.2 Atemperamiento utilizando agua atomizada

Este es el tipo más utilizado hoy en día para diferentes aplicaciones.

En estos sistemas el vapor sobrecalentado pasa a través de una tubería en la cual se introducen uno o más boquillas, éstas atomizan agua de enfriamiento, esto hace que el agua se vaporice reduciendo la temperatura del vapor y disminuyendo el consumo de vapor sobrecalentado.

Factores que afectan al agua atomizada:

Tamaño de partícula: Entre menos sea el tamaño de la partícula mayor es la tasa de transferencia de calor, y el agua se vaporizara más rápidamente.

Turbulencia: entre mas turbulento sea el flujo, las partículas de agua residen más tiempo en el atemperador permitiendo una mayor transferencia de calor,

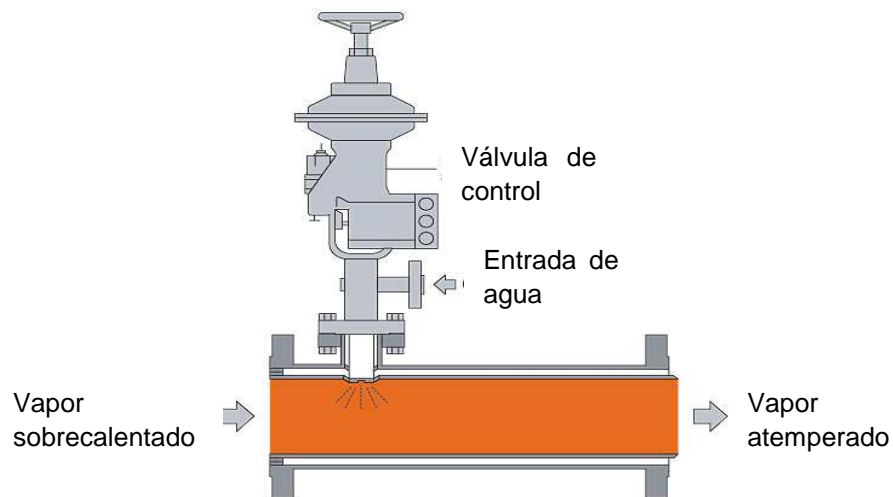
además, mejora la mezcla entre el agua de enfriamiento y el vapor sobrecalentado.

3.2.2.1 Tipos de atemperadores por atomización de agua

3.2.2.1.1 Inyección radial de un solo punto

El agua es atomizada a través del flujo de vapor sobrecalentado. La cantidad de agua atomizada es controlada variando la posición de la válvula.

Figura 6. Arreglo de inyección radial



Fuente: Spirax Sarco [<http://www.spiraxsarco.com>] [10]

Ventajas:

- Operación simple
- Mínima caída de presión del vapor sobrecalentado.

Desventajas:

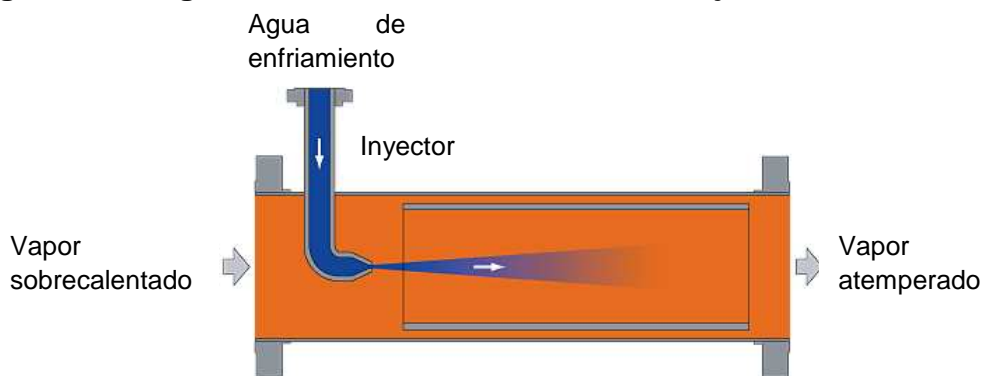
- Al vapor sólo se le puede reducir la temperatura aproximadamente 10 °F arriba de la temperatura de saturación.
- Para tamaños de tubería limitados

- Es uno de los tipos más propensos a causar erosión en la tubería interna, para esto se recomienda utilizar una manga térmica.

3.2.2.1.2 Inyección axial

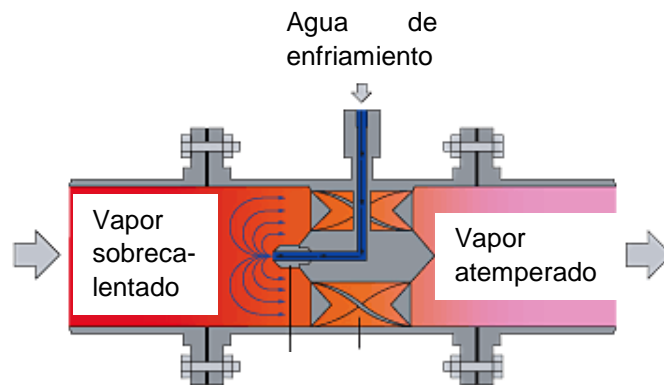
El agua es atomizada en forma axial en sentido al flujo o en contra del flujo, este arreglo genera mayor turbulencia en la línea del vapor mejorando la velocidad de vaporización del agua.

Figura 7. Arreglo inyección axial en sentido al flujo



Fuente: Spirax Sarco [<http://www.spiraxsarco.com>] [10]

Figura 8. Arreglo inyección contraria al flujo



Fuente: Spirax Sarco [<http://www.spiraxsarco.com>] [10]

Ventajas:

- Operación simple.
- No tiene partes móviles.
- Mínima caída de presión del vapor.

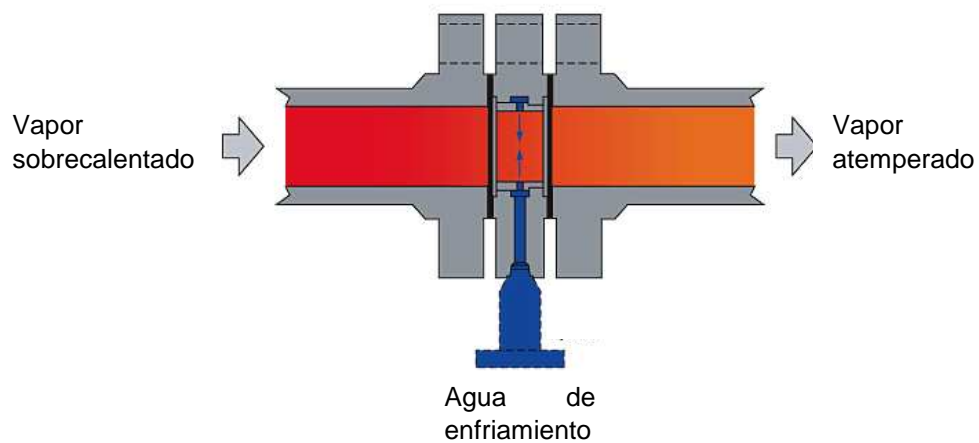
Desventajas:

- Al vapor sólo se le puede reducir la temperatura aproximadamente 10 °F arriba de la temperatura de saturación.
- Es uno de los tipos más propensos a causar erosión en la tubería interna, para esto se recomienda utilizar una manga térmica.

3.2.2.1.3 Inyección radial en múltiples puntos

El agua es atomizada a través de un número de orificios alrededor del perímetro de la tubería de vapor.

Figura 9. Arreglo inyección radial en múltiples puntos



Fuente: Spirax Sarco [<http://www.spiraxsarco.com>] [10]

Ventajas

- No es necesario utilizar mangas térmicas
- La longitud de absorción es menor que la de inyección radial de un solo punto debido a una mejor mezcla entre el agua y el vapor sobrecalentado

4. Selección de la mejor alternativa

Entre los tipos de contacto indirecto y contacto directo se escogió este último puesto que en su montaje, instrumentación es mucho más económico, además los tipo indirecto pueden llegar a ser muy voluminosos.

De los de tipo directo se seleccionaron los atemperadores con agua atomizada ya que son muchos más económicos que el “Drum” en cuanto a tamaño y sistemas de control.

Los que utilizan agua atomizada son de fácil instalación, más económicos y tienen un menor tamaño.

Para seleccionar el más adecuado se utilizó un diagrama de FISHER el cual relaciona las características más importantes de los mismos.

Figura 10. Diagrama para la selección de la atemperadora



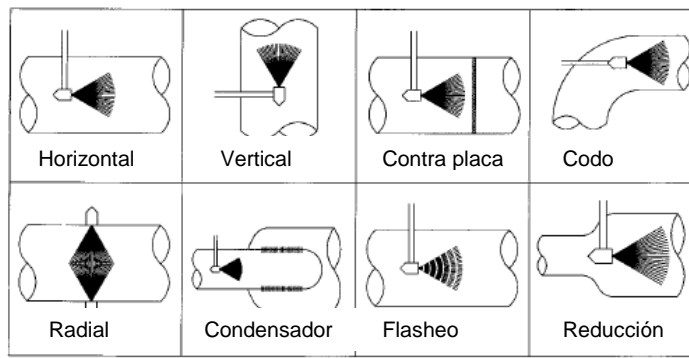
Fuente: FISHER [<http://www.Fisher.com>] [9]

5. Descripción del sistema propuesto

El sistema propuesto consiste en la instalación de una válvula atemperadora de tipo DVI y/o inyección radial en múltiples puntos con su respectivo sistema de control por temperatura.

La válvula atemperadora se utilizará para disminuir la temperatura del vapor sobrecalentado de 400# utilizando agua de calderas en forma de atomización, dicha válvula se introduce dentro de la línea de vapor en un arreglo específico dependiendo de las condiciones del sistema, como se observa en la figura 11

Figura 11. Diferentes instalaciones de una atemperadora.



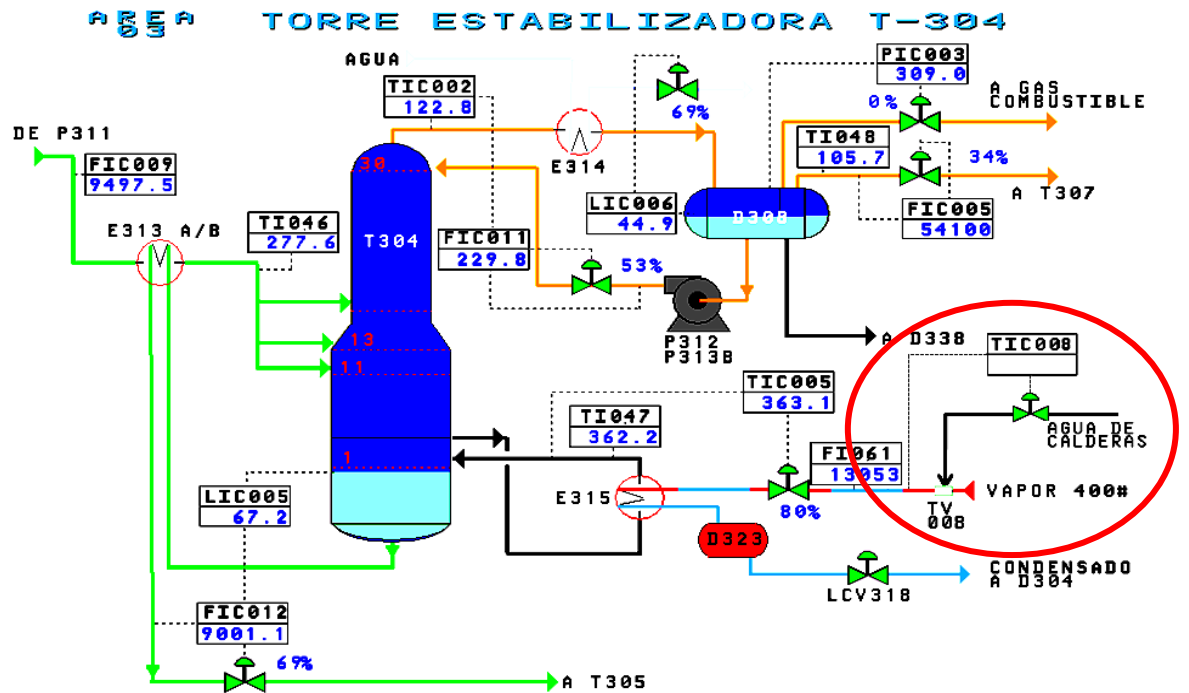
Fuente: FISHER, Control Valve Handbook. Fisher controls international (2005) [9]

De estas disposiciones la que se recomienda es la horizontal, ya que se cuenta con un buen tramo de línea y posee plataformas fijas como se puede observar en el anexo K

Ademas contará con una válvula de control para manejar el flujo de agua de calderas atomizado en el vapor para mantener una temperatura estable, este sistema funcionará con un control por temperatura, cuya señal se enviará al DSC del cuarto de control de la FCC Modelo IV.

En la figura 12 se muestra el sistema propuesto con la instalación de la válvula atemperadora, su sistema de control con sus respectivos tag asignados.

Figura 12. Sistema propuesto



Fuente: Cuarto de control (DCS) cracking Modelo IV [1]

Realizando un balance de energía sobre la válvula atemperadora se obtuvo la disminución aproximada de vapor sobrecalentado de 400Psig y el consumo de agua de calderas de 600Psig. [9]

Tomando como referencia la tabla de las variables energéticas de impacto de la GCB se calculó en dólares la ganancia del proyecto.

Tabla 2. Variables energéticas de impacto

INCENTIVOS AHORRO		
Variable	unidad	USS GCB
Quema en teas	1 TON	134,3
Vapor 600#	10 klb	63,8
Vapor 400#	10 klb	49,8
Vapor 150#	10 klb	40
Vapor 50#/25#	10 klb	34
Condensado	1kgalón	1,82

Electricidad	1MW	50
Gas	1MBTU	3,5
Combustible	1MBTU	6
GLP	1MBTU	9,1

Fuente: Variables energéticas de impacto ECOPETROL S.A [1]

Tabla 3. Ahorro en dólares

	Mínima	Normal	Máxima
lb/h	1239,6 (562,17Kg/h)	1859,4 (843,41 Kg/h)	2740,9 (1243,3 Kg/h)
GPM	2,59	3,89	5,74
kUs/Año	50,89	76,33	112,52

Fuente: El autor

En la tabla anterior se observa el ahorro de vapor en lb/h, el uso de agua de calderas en GPM y el ahorro en KUs/Año en condiciones mínimas, normales y máximas con la implementación de la atemperadora.

6. ALCANCE POR ESPECIALIDAD

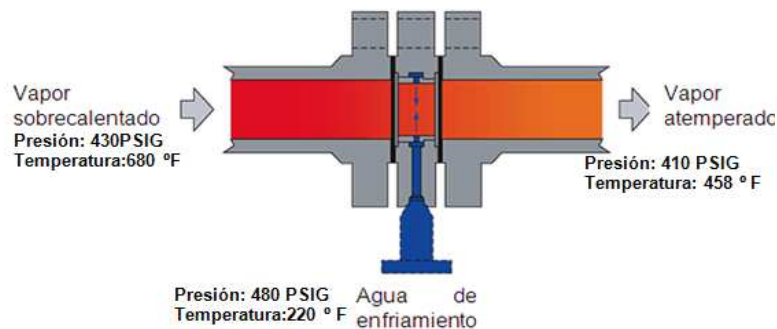
6.1 ALCANCE DE PROCESO

El proceso constará de las siguientes etapas:

- Inicialmente, se debe contar con la planta fuera de servicio.
- Realizar la desconexión de la PRSV 304
- Realizar la conexión entre los tramos de la línea en donde se encontraba la válvula PRSV 304 con una tubería de 2" de las mismas características.
- Trasladar la válvula PRSV 304 y conectar a la línea de 2" en cercanías a los E-309, Según Anexos B, C y J
- Por medio de una "Tee" y una reducción de 2" a 1" conectar una línea nueva de 1" cuyo recorrido se encuentra especificado en el anexo A hasta la tubería de vapor de 400# hacia el E-315.(pendiente realizar)
- Instalar una válvula de compuerta, una válvula de control de flujo y la atemperadora de acuerdo a los anexos B y D.

Ejemplo de cálculos realizados para determinar las condiciones de proceso para la válvula atemperadora:

Cálculo del flujo de agua en función del vapor de entrada.



$$M_{\text{vapor}} = 13500 \text{ lb/h}$$

$$h_{\text{vapor}} = 1350,51 \text{ BTU/lb}$$

$$h_{\text{BFW}} = 189,189 \text{ BTU/lb}$$

$$h_{\text{decalentado}} = 1212,77 \text{ BTU/lb}$$

Realizando un balance de entalpía y masa

$$M_{BFW}h_{BFW} + M_{vapor}h_{vapor} = M_{vapor}h_{decalentado} + M_{BFW}h_{decalentado}$$

Despejando M_{BFW}

$$M_{BFW} = \frac{M_{vapor}(h_{vapor} - h_{decalentado})}{(h_{decalentado} - h_{BFW})}$$

Vapor a la salida

$$1816,65 + 13500 = 15316,65 \text{ lb/h}$$

Calculando la nueva masa de vapor:

$$\frac{13500}{15316,65} = \frac{M_{vapor}}{13500}$$

$$M_{vapor} = 11898,81599 \text{ lb/h}$$

La masa de vapor sobrecalentado que ingresará a la atemperadora es de 11898.81599 Lb/h.

Para determinar la masa de agua de calderas para la disminución de la temperatura del vapor:

$$M_{BFW} = \frac{M_{vapor}(h_{vapor} - h_{decalentado})}{(h_{decalentado} - h_{BFW})}$$

El agua calculada es de 1601,19 lb/h (726,29 Kg/h), es decir 3,35 GPM

6.2 ALCANCE ESTÁTICO

El alcance de tubería para este proyecto contempla los siguientes ítems:

- Levantamiento de datos y verificación en campo.
- Chequeo de estabilidad y flexibilidad de las líneas debido a peso y cargas térmicas.
- Instalación de soportes de tubería. [4]
- Montaje de línea de 2" en acero carbono, realizando junta a tope en los extremos en los que se encontraba la PRSV 304. Según se observa en el anexo I
- Instalación de accesorios y nueva tubería de 1" en acero carbono.

- Aplicación de recubrimiento e instalación de aislamiento de las líneas nuevas

En la tabla 4 se muestran los accesorios y tipos de tuberías a utilizar.

Tabla 4. Accesorios y tuberías.

Tipo	Material	Cantidad	Precio dólares
Codo de 90° (1")	A-234 Gr. WPB	4	15,40
Codo de 90° (2")	A-234 Gr. WPB	2	9,63
Tubería 1" SCH 80	A-106 Gr. B	48 m	366,97
Tubería 2" SCH 80	A-106 Gr. B	6 m	87,87
Reducción 2" a 1"	A-106 Gr. B SCH 80	1	1,94
TEE	A-234 Gr. WPB	1	16,34
Atemperadora y válvula de control		1	13283
Válvula de Compuerta 1"X800#	A-105	1	43,66
transmisor con termo pozo integrado y termocupla			10000
Total			23824,81

Fuente: El autor

6.3 ALCANCE DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

Para la implementación de la estación atemperadora en el E-315 se necesita reubicar la PRSV-304 que se encarga de regular la presión del agua hacia el E-309 en cercanías del mismo, instalar una tubería nueva de 1" que se conecta por medio de una T a la línea antigua de 2" que conducirá el agua que se inyectará al cabezal de vapor de 400# del E315 lo cual se indica en la figura del

anexo C e isométricos asociados anexo A y B para la construcción del nuevo sistema, El control de temperatura de la línea de vapor de 400# a la entrada del E-315, está compuesto por una válvula TV03008 y unas boquillas de atomización que se controlarán con el TIC03008.

Para la instalación de los instrumentos y sistemas de control se requiere de acondicionamiento de aire de instrumentos.

El control neumático PRSV-304 el cual se observa en el anexo I se debe desmontar y realizarle un mantenimiento general a todos sus componentes, este instrumento necesita de una toma con facilidades de indicador de presión, para el controlador neumático Fisher. El control de temperatura TIC03008 debe ser configurado en el sistema de control distribuido I/A de Foxboro y requiere para su implementación, de una toma para la instalación del elemento primario de temperatura, y tirar cableado eléctrico para la válvula de control TV03008 y el transmisor de temperatura TT03008, hasta la caja de paso JE0322 la cual como se muestra en el anexo L tiene disponibilidad para conectar señales, los “spares” deben ser identificados en los “marching” de conexiones ubicados en el cuarto de control.

La termocupla y el termopozo se ubicarán en un codo después de la válvula atemperadora como se muestra en la anexo K

Para el sistema de control se contará con un sensor el cual indicará la temperatura del vapor atemperado, éste se conectará a un transmisor el cual enviará la señal a un controlador para compararla con el “set point” y abrirá por alta temperatura o cerrará por baja temperatura la válvula de control.

Requerimientos de equipos especialidad instrumentos

El sistema para la atemperadora en el E-315 requiere ejecutar las siguientes actividades:

- Reubicación de la PRSV-304 a la entrada del E-309 según anexo B y figura del anexo C y J
- Fabricar toma de presión para el controlador neumático Fisher.
- Compra e Instalación de TT03008 integrado con termo pozo en acero inoxidable de 2”, termocupla tipo K, y transmisor electrónico rosemount

rango de 0-1000 °F, según “data sheet” adjunto en el anexo C y diagrama de instalación del anexo D

- Comprar e instalar 100m de cable armado para instrumentación color azul 1X2X16 AWG
- Comprar e instalar válvula de control TV 03008 según “data sheet” del anexo F
- Configurar en el sistema de control distribuido I/A FOXBORO un control TIC 03008 y asociarlo a su respectiva grafico, ver figura 12

6.4 ALCANCE CIVIL

Se requiere verificación de soportería de las líneas desde el cabezal de agua de calderas en el “flue gas cooler” hasta cercanías del E-315 y la línea de vapor de 400# que alimenta este rehervidor.

Requerimientos de Servicios Industriales, químicos y lubricantes

Se usarán 7 GPM de agua de calderas de 600# y adicionalmente se requerirá aire de instrumentos para la válvula de control de flujo.

7. FILOSOFÍA DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y CONFIABILIDAD

El objetivo que se persigue es disminuir la temperatura de vapor de 400 Psig utilizando una válvula atemperadora con sistema de control por temperatura, el cual consiste en atomizar agua de calderas en la corriente de vapor y así bajar su temperatura y a la vez disminuir el flujo de vapor sobrecalentado que pasa por la atemperadora.

Como respaldo y garantía de la operación normal y continua de los nuevos sistemas asociados a esta ingeniería, se plantean a continuación recomendaciones enfocadas a generar una gestión adecuada de mantenimiento y confiabilidad para este nuevo sistema:

- Incluir en rondas de mantenimiento preventivo las líneas y accesorios de acuerdo a las políticas actuales de monitoreo y mantenimiento de líneas y cabezales.
- Incluir en rondas de mantenimiento preventivo la válvula de control, la válvula atemperadora y demás elementos del sistema de control de acuerdo a las políticas actuales de mantenimiento de estos sistemas.
- Definir y divulgar las ventanas operativas y guías de control aplicables a los procesos.

8. SIMULACIÓN DE LA LÍNEA EXISTENTE Y NUEVA LÍNEA PARA LA INSTALACIÓN DE LA ESTACIÓN ATEMPERADORA.

Se procedió a tomar las medidas necesarias para realizar los cálculos de caída de presión del fluido a través de estas tuberías para diferentes condiciones utilizando hoja de Excel y el software INPLANT 4.0

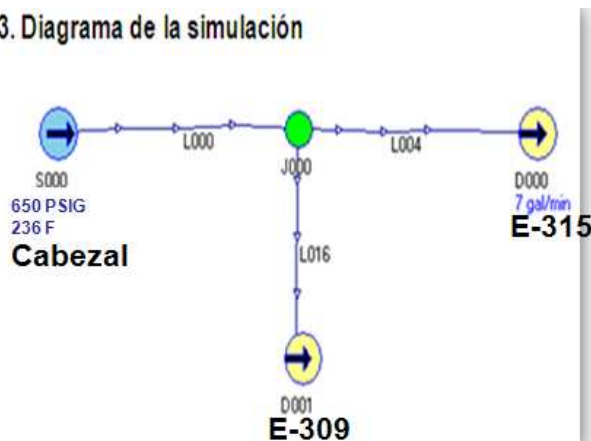
Tabla 5. Condiciones del agua de calderas en límites
Condiciones del agua de calderas

Variables	Unidades Inglesas	Unidades SI
Presión	650(Psig)	4481,59 KPa
Temperatura	236(°F)	113,33°C
Densidad	59,63(lb/ft ³)	950,58 kg/m ³
Entalpía específica	194,706(Btu/lb)	478,68 kJ/kg
Viscosidad dinámica	0,247960(cp)	2,47*10 ⁻⁴ Pa s
Calor específico (Cp)	1,00948(BTU/lb°F)	4,22 KJ/kg K

Fuente: El autor

Figura 13. Diagrama de la simulación

Figura 13. Diagrama de la simulación



Fuente: El autor

Tabla 6. Convenciones figura 13

S000 Agua desde el cabezal de agua de calderas

J000 TEE

D000 Punto de instalación de la válvula de control

D001 Nueva ubicación de la PRSV-304

Fuente: El autor

Tabla 7. Resultados de la simulación

Flujo gal/min	Elemento	PRESION (Psig)	TEMPERATURA °F
35	S000	650	236
	J000	649,3	226,7
	D000	646,5	211,6
	D001	650,6	225,3
40	S000	650	236
	J000	647,2	227,8
	D000	644,5	212,6
	D001	648,4	226,6
60	S000	650	236
	J000	636,5	230,5
	D000	633,8	215
	D001	636,4	229,7
80	S000	650	236
	J000	621,7	231,8
	D000	618,9	216,2
	D001	619,6	231,3

Fuente: El autor

Las condiciones operativas en el punto en donde se instalará la válvula de control son las siguientes:

Tabla 8. Condiciones de operación para la válvula de control

		Temperatura (F)		
		Diámetro de tubería (inch)		
		Mínimo	Normal	Máximo
Vapor entra	4"	550	680	720
Agua de calderas	1"	210	220	240
Vapor	4"	448	458	468
Atemperado				

		Presión (psig)		
		Mínimo	Normal	Máximo
Vapor entra		400	430	450
Agua de calderas		420	480	650
Vapor		400	410	420
Atemperado				

Fuente: El autor

CONCLUSIONES

- Para los equipos de transferencia de calor como intercambiadores de calor que utilicen vapor, es mucho mejor utilizar vapor saturado que sobrecalentado.
- De las alternativas planteadas la mejor fue la estación atemperadora tipo DVI con su sistema de control por temperatura para atemperar el vapor sobrecalentado de 400 Psig.
- De la simulación utilizada con el software INPLANT 4.0 se observó que la caída de presión en este sistema es pequeña, por lo cual la válvula de control posee un sistema especial para manejar caída de presiones altas y disminuir la presión, para su correcta atomización en el vapor.
- El montaje de esta estación atemperadora conlleva a un ahorro significativo en el consumo de vapor sobrecalentado de 400 Psig y por ende a un beneficio económico mucho mayor que el costo de la instalación de este sistema.

RECOMENDACIONES

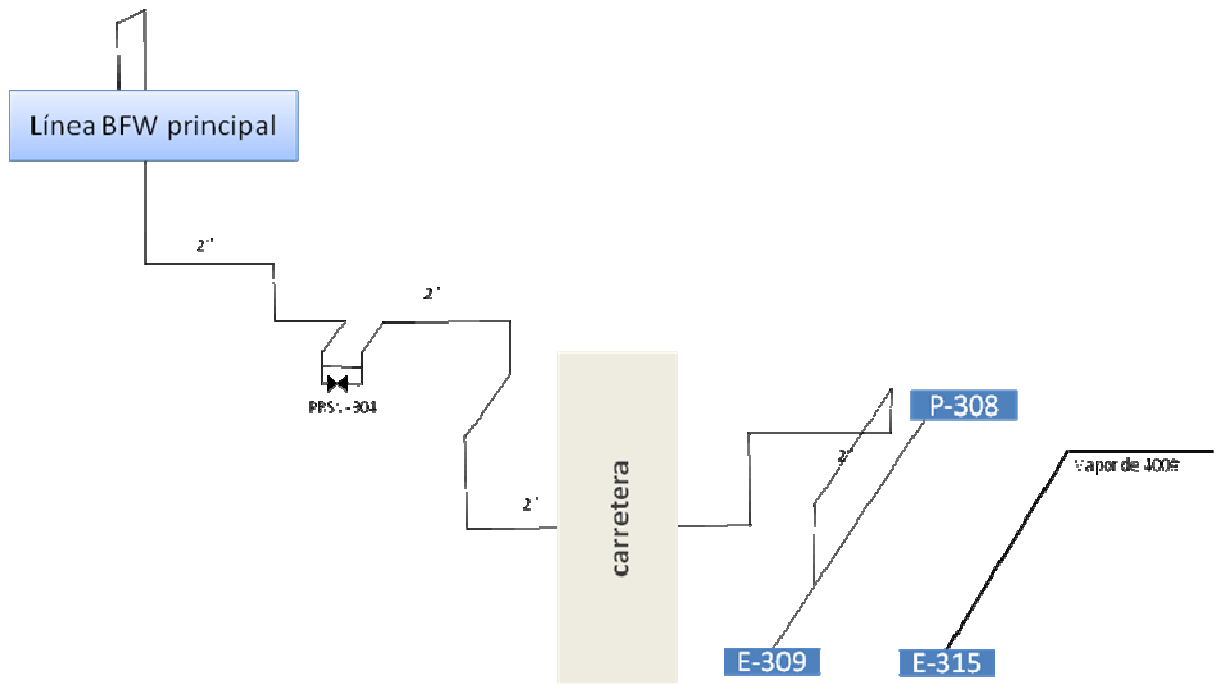
- Realizar limpieza a la PRSV-304 e instalación en el nuevo punto.
- Modificar líneas existentes e instalación de tubería nueva, para llevar agua desde el cabezal de agua de calderas hasta la estación atemperadora.
- Instalar la estación atemperadora con su sistema de control por temperatura.
- Llevar la señal del TIC-03008 controlador de temperatura del vapor atemperado aprovechando la disponibilidad de señales en la caja de paso JE-322 para su control desde el DCS.

BIBLIOGRAFÍA

- ECOPETROL, Refinería Gerencia Complejo Barrancabermeja, Manual de descripción de procesos de la unidad de Craqueo Catalítico Modelo IV (Rev. 2007).[1]
- CRANE, Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías. Mc GRAW-HILL (1989). [2]
- PEERY & GREEN, Manual del ingeniero químico. Mc GRAW-HILL (1999). [3]
- LUDWIG. Ernest. Applied process design for chemical and petrochemical plants. Butterworth- Heinemann (1999) [4]
- DAILY. James. Dinámica de los fluidos. Editorial Trillas México, (1975) [5]
- SHAMES. Irving. Mecánica de fluidos. Mc GRAW-HILL (1995). [6]
- GREENE. Richard. Válvulas, selección, uso y mantenimiento. Mc GRAW-HILL (1990). [7]
- STANLEY M. Walas, Chemical Process Equipment. Butterworth-Heinemann (1990) [8]
- FISHER, Control Valve Handbook. Fisher controls international (2005) [9]
- Spirax Sarco. <<http://www.spiraxsarco.com/>> [citado en 11 de noviembre de 2009] [10]
- Tlv. Compañía especialista en vapor <<http://www.tlv.com/global/LA/>>[citado en 21 de noviembre de 2009] [11]

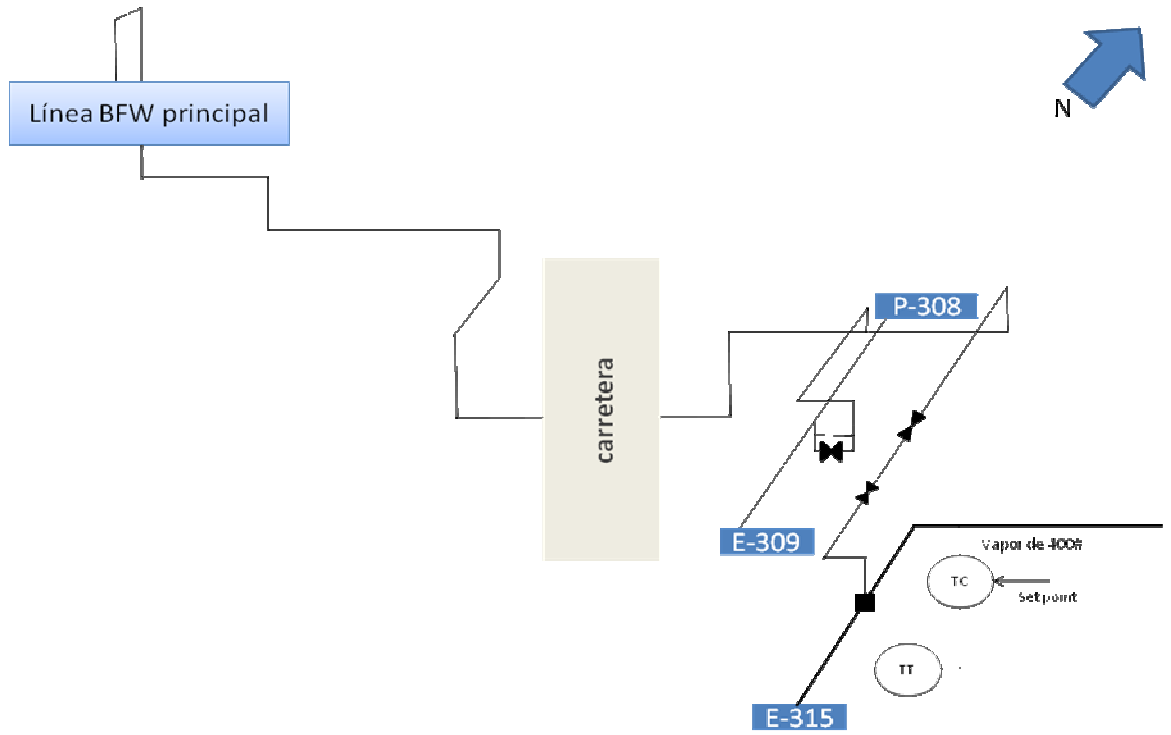
ANEXOS

Anexo A. Diagrama del sistema actual



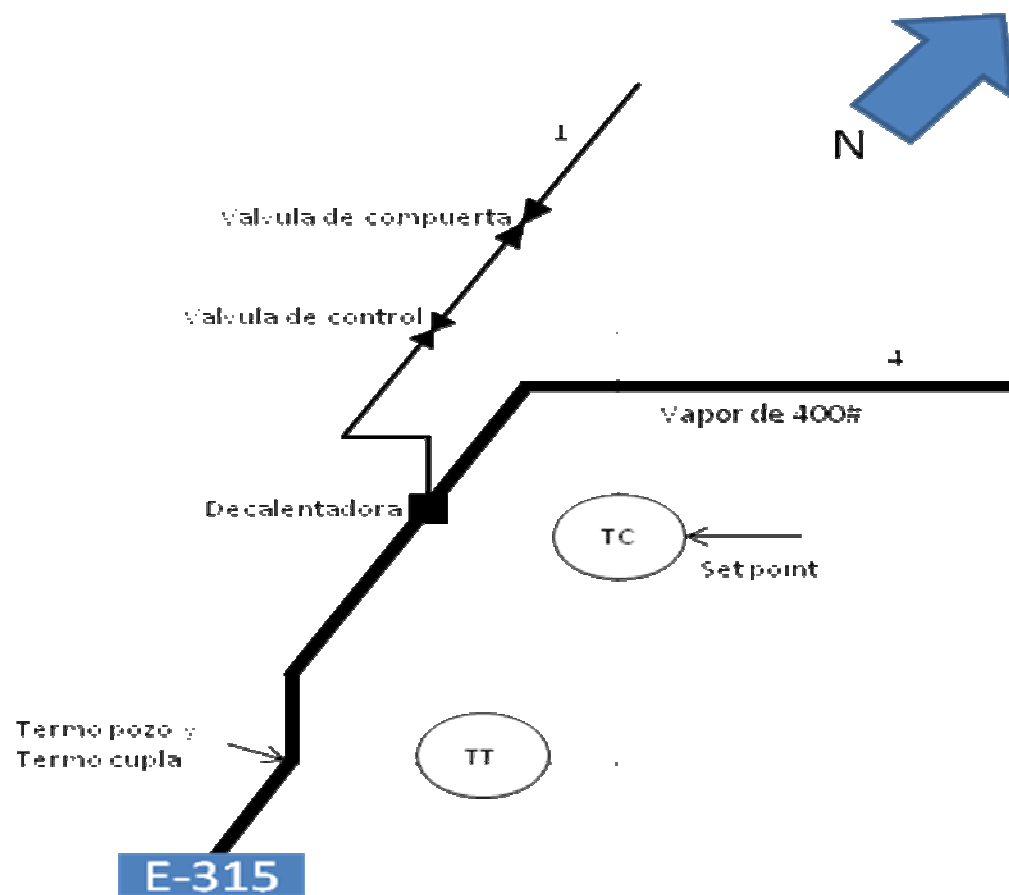
Fuente: El autor

Anexo B. Diagrama del sistema propuesto



Fuente: El autor

Anexo D. Ubicación del sistema de control y la válvula atemperadora



Fuente: El autor

Anexo E. "Data sheet" de la Termocupla, termo pozo y transmisor

TRANSMISOR DE TEMPERATURA

TAG:	TIT-03008
FABRICANTE:	ROSEMOUNT
CALIBRACIÓN:	50 a 1000 °F
VOLT. ALIMENTACION:	12 - 42.4 VDC
SALIDA:	4 a 20 mA con señal digital en protocolo HART
CONEXIÓN ELECTRICA:	½" NPT
CONEXIÓN PROCESO:	Brida
TEMPERATURA OPERAC:	0 -1000 °F
CANTIDAD:	Uno (1)
SERVICIO:	Temperatura Vapor E315
MODELO:	<u>3144-D1E5-B4M5T1X1</u>

COMPONENTES

- INDICADOR LOCAL:
- TERMOCOUPLA Y ADAPTADOR:

MODELO: 183N21K2-N00A060F52-E5X1

- TERMOPOZO: A01K / XF1" 600RF 316SS -
- KIT DE SOPORTES

Fabricante: ROSEMOUNT

Descripción: Soporte SST, Montaje en tubería 4", Tornillos SST.

Cantidad: Uno (1)

Servicio: Soporte del transmisor

P/N ROSEMOUNT:03044-2131-0001

- PLACA DE CLASIFICACION

Explosion Proof for Class I, Div. 1, Groups B,C, & D

Dust-Ignition proof for Class II, Div 1 Groups E, F & G

Class III, Div 1 Hazardous locations NEMA 4X

Factory Sealed

Ambient temperature limits -58°F to 185°F

Cantidad: Uno (1)

Servicio: Clasificación del equipo

P/N ROSEMOUNT: 03031-0060-0003 Rev. F

Anexo F Cotización de la válvula atemperadora tipo DVI y válvula de control de agua.

Quotation Summary						
Contact: RFQ: Project: PUFFER COLOMBIA OFERTA N° 10A9C170554P REV-1 PRESUPUESTAL			Contact: Quote: LPECOP55 Rev: 01 Date: 10 FEB 10			
Item	Rev	Qty	Description/Tags	Price Each U.S. Dollars	Total Price U.S. Dollars	Est. Del.
001		1	1 Inch EZ Body;Size 30 667;Type DVC6010;DVC6000 FIELDVUE	5,981.00	5,981.00	
002		1	DVI DESUPERHATER MODEL DVI-400-E-DA6, SA105 MATERIAL, CV=0,55, 6 NOZZLES	7,302.00	7,302.00	
Total Base Bid:					13,283.00	
All Prices are in: U.S. Dollars						
1.PRECIOS EN US DOLARES. CAMBIO A PESOS COLOMBIANOS A LA TRM DE LA FECHA DE FACTURACION. 2.VER CONDICIONES COMERCIALES ADJUNTAS.						
1234-1.2.39-ffbxpu4				11 FEB 10 01:41:39 pm		

PUFFER
COLOMBIA

Carrera 22 # 62 -11, Bogotá

Phx: 571-533 3330

Fax: 571-549 0414

E-mail: ventas@puffer.com.co

Condiciones Comerciales

FISHER



Cliente: ECOPETROL S.A Atn.: Ing. Luis Guillermo Camacho Tel: (7) 6207845 Email: luisgu.camacho@ecopetrol.com.co	Fecha: Febrero 11 de 2010 De: LILIANA PEREZ Ing. Ventas	Oferta No.: 10A9C170554P REVISION 1
--	---	--

Referencia: VALVULA ATEMPERADORA PLANTA MODELO IV

TOTAL MATERIAL	13,283
IVA (16%)	2,125
TOTAL MATERIAL DDP, BARRANCABERMEJA	15,408

<u>VALIDEZ:</u>	30 días a partir de la fecha de esta oferta.
<u>PRECIOS:</u>	En US dólares, cambio a pesos colombianos a la TRM de la fecha de facturación.
<u>ENTREGA:</u>	11 - 12 Semanas después de recibir su orden de compra (Standard)
<u>TERMINOS:</u>	30 días fecha de factura a favor de PUFFER COLOMBIA .
<u>GARANTÍA:</u>	12 meses después del arranque del equipo o 18 meses después de salir el equipo de fábrica, lo que ocurra primero. Esta garantía cubre lo referente al desempeño general del equipo, como es su dimensionamiento, configuración y calibración y no a la compatibilidad del material de construcción del equipo con el fluido.
<u>CANCELACION Y/O CAMBIO</u>	Cualquier cancelación y/o cambio parcial o total de la orden de compra, una vez esta haya sido colocada en fabricación, causará el cobro hasta del 30% del valor de la porción cancelada.
<u>REQUERIMIENTOS ESPECIALES EN HSE:</u>	Puffer Colombia está comprometida con el cumplimiento de los requerimientos legales y los suscritos con sus clientes, el control y disminución de los impactos socio-ambientales, el control y prevención de sus posibles riesgos y peligros.
<u>NOTAS:</u>	1. En caso de orden de compra favor dirigirla a nombre de: PUFFER COLOMBIA 2. Al emitir su orden de compra favor mencionar nuestro número de oferta.

Observaciones:

Los precios en mención corresponden a un estimado presupuestal, no se han contemplado los precios que aplican para el acuerdo de precios vigente entre ECOPETROL S.A y Puffer Colombia.

Se cotiza el atemperador DVI modelo DVI-400-E-DA6, tamaño 4 Inch conexión tipo wafer ANSI 300, conexión de agua tamaño 1 Inch 300 RF. Se incluye cotización de válvula de control dosificadora modelo EZ, trim Micro-Form tamaño 1 Inch 300RF. Por favor confirmar compatibilidad de materiales con el fluido de proceso.

Cordialmente,

LILIANA PEREZ
Ing. Ventas

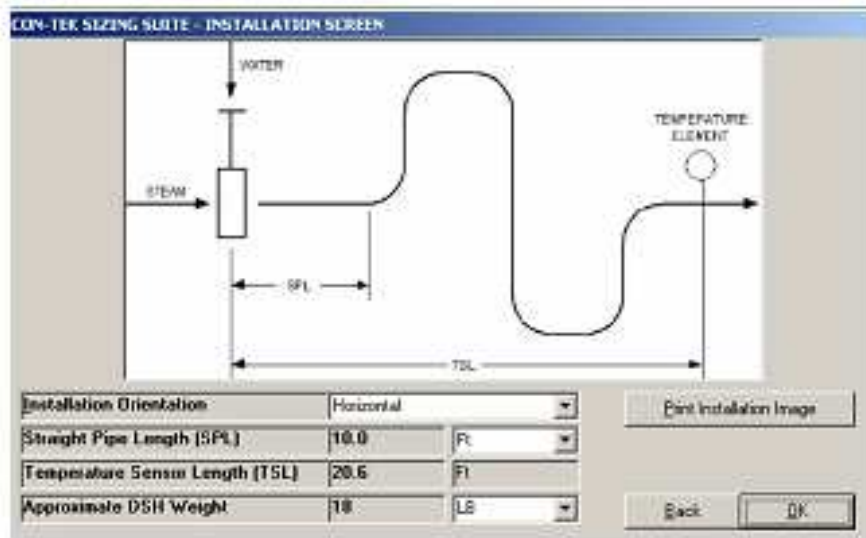
Project:
 Unit:
 P.O.
 Item: **001** Rev:
 Contract:
 Mfg Serial:

Data Sheet:
 Spec: **LPECOP55 01**
 Tag:
 DWG:
 Service: **Spraywater desuperheater Model IV Plant**

		Units:	Maximum	Normal	Minimum	Other
1	Fluid: Water					
SERVICE CONDITIONS						
2	Liquid Flow Rate (Q)	gpm(US)	3,470	4,030	1,140	0.560
3	Inlet Pressure (P1)	psig	480.000	650.000	420.000	650.000
4	Outlet Pressure (P2)	psig	468.100	481.300	404.100	431.000
5	Temperature (T)	deg F	220.000	220.000	212.000	220.000
6	Specific Gravity (SG)		0.954	0.954	0.958	0.954
7						
8	Vapor Pressure (Pv)	psia	17.177	17.177	14.688	17.177
9	Sizing Coefficient, Cv (Cv)		0.982	0.303	0.279	0.0369
10		% Open	62	29	27	
11	Vlv Lpa (Allowed / Calculated)	dB(A)	/ < 50	/ < 50	/ < 50	/ < 50
12						
PIPE LINE						
13	Size, Schedule In: 1.000 in, STD					
14	Size, Schedule Out: 1.000 in, STD					
15	Insulation:					
16	VALVE BODY/BONNET Type: Globe					
17	Size: 1 inch ANSI Class 300					
18	Max Press: 730 psig Temp: 300 deg F					
19	Mfg/Model: FISHER EZ Body					
20	Body/Bonnet Matl: WCC Steel					
21	Liner Matl/ID:					
22	End Connection In: 1 inch, Class 300, RF Flanged					
23	End Connection Out: 1 inch, Class 300, RF Flanged					
24	Fig Face Finish:					
25	End Ext/Matl:					
26	Flow Direction: Up					
27	BONNET Type: Plain					
28	Lub-Iso Valve: None Lube:					
29	Packing Material: PTFE					
30	Packing Type: V-Ring; Spring Type					
31						
32	TRIM Type: Metal 101					
33	Size: 3/8 inch Travel: 3/4 inch					
34	Characteristic: M-Form					
35	Balanced/Unbalanced: Unbalanced					
36	Rated: 3.07 Cv Ft: 0.889 Xt: 0.568					
37	Plug Material: 416 SST HD					
38	Seat Material: 416 SST HD, Metal					
39	Guide Material: 17-4 H900					
40	Stem Material: 316 SST					
41						
42						
SPECIAL ACCESSORIES						
43	NEC Class: Group: Div:					
44	1. Includes material and hydrostatic test certificates.					
45	2. 304 SST Tag w/ Tag No.					
46	3. 316 SST tubing and fittings.					
47	4. Minimum condition the valve opens less than 10%.					
48	5. Please confirm material and process fluid compatibility.					
49						
50						
51						
52						
53	ACTUATOR Type: Spg & Diaph					
54	Mfg/Model: FISHER 667					
55	Size: 30 Eff Area: 46 in2					
56	On/Off: NO Modulating: Throttling					
57	Spring Action: Fail Down					
58	Max Allow Press: 55 psig					
59	Min Req'd Press: 35 psig					
60	Available Air Supply Pressure					
61	Max: Min:					
62	Bench Range: 6-30 psig					
63	Act Orientation: Vert. UP					
64	Handheel Type: None					
65	Air Fails Valve: Close Set at:					
66						
67	Input Signal: 4-20 mA dc (Pt to Pt)					
68	POSITIONER Type: Single Acting					
69	Mfg/Model: FISHER DVC6010, HC Hart Communicati					
70	Incr Signal Output: Single/Direct					
71	Gauges: Supply, Output By-Pass:					
72	Cam Characteristic:					
73						
SWITCHES						
74	Type: Qty:					
75	Mfg/Model:					
76	Contacts/Rating:					
77	Actuation Points:					
78						
AIRSET						
79	Mfg/Model: FISHER FS67CFR-362					
80	Set Pressure:					
81	Filter: Integral Gauges: Yes					
82						
83	TESTS Hydro Press: Yes					
84	ANSI/FCI Leak Class: Class IV					
85						
86						
Rev	Date	Revision	Orig	App		
0	13-01-10	Custom request	LP	NV		
1234-1.2.39-fft xpuf4		11 FEB 10 01:41:39 pm				

DVI SPECIFICATION SHEET				ORDER NO :		
CON-TEK SIZING SUITE Version: 2002. 0. 14				QUOTE NO :		
				ENGINEER : LILIANA PEREZ		
				DATE : 7 Jan 2010		
CUSTOMER: ECOPEPETROL		PROJECT: DESUPERHEATER MODEL IV PLANT				
ITEM NO: 001	QTY: 1	TAG NO:		REV: 1		
APPLICATION:						
MODEL NO: DVI-400-E-DA6	SELECTED Cv: 0.55		UNIT WEIGHT: 18.00 LB			
MATERIAL OF CONSTRUCTION: Carbon Steel		CONNECTIONS:		MOUNTING: 4 ANSI 300# RF Flange		
				WATER: 1 ANSI 300# RF Flange		
INSTALLATION ORIENTATION: Horizontal		THROAT DIA. [in]: 2.01		NOMINAL PIPE SIZE [IN]: DIA: 4		
MIN STRAIGHT PIPE LENGTH *: 10.0 Ft		MIN TEMPERATURE SENSOR *: 20.6 Ft		SCH: ST40		
				Wall: 0.237		
OPERATING CONDITIONS		CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4	CASE 5
STEAM PRESSURE:	PSIG	400.0	430.0	430.0	450.0	
STEAM INLET TEMPERATURE:	F	550.0	600.0	600.0	720.0	
STEAM OUTLET TEMPERATURE:	F	459.0	466.0	466.0	470.0	
WATER PRESSURE:	PSIG	420.0	480.0	450.0	450.0	
WATER TEMPERATURE:	F	212.0	220.0	220.0	236.0	
INPUT FLOW SIZING		CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4	CASE 5
INLET STEAM FLOW:	PPH	9,000.0	12,500.0	14,500.0	19,900.0	
WATER-MASS FLOW:	PPH	547.19	1,662.32	1,928.99	3,109.44	
WATER-VOLUME FLOW:	GPM	1.14	3.47	4.03	6.53	
OUTLET STEAM FLOW:	PPH	9,547.2	14,162.3	16,429.0	23,009.4	
INLET STEAM VELOCITY:	FT/S	37.60	56.76	65.84	89.95	
THROAT VELOCITY:	FT/S	160.87	227.71	264.14	360.86	
DELTA-P DSH:	PSID	4.12	38.11	51.29	134.20	
% SPRAYWATER:	[-]	6.08	13.30	13.30	15.63	
CV-DSH:	[-]	0.5500	0.5500	0.5500	0.5500	
DELTA-P SWV:	PSID	15.9	11.9	168.7	65.8	
Cv-SWV:	[-]	0.2800	0.9846	0.3032	0.7856	
MIN RATED FLOW PERFORMANCE		CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4	CASE 5
INLET STEAM FLOW:	PPH	4,436.04	2,024.87	2,024.73	1,717.79	
WATER-MASS FLOW:	PPH	269.70	269.28	269.36	268.41	
WATER-VOLUME FLOW:	GPM	0.56	0.56	0.56	0.56	
OUTLET STEAM FLOW:	PPH	4,705.75	2,294.14	2,294.08	1,986.20	
INLET STEAM VELOCITY:	FT/S	18.54	9.19	9.19	7.76	
THROAT VELOCITY:	FT/S	74.36	36.89	36.88	31.15	
DELTA-P DSH:	PSID	1.00	1.00	1.00	1.00	
CV-DSH:	[-]	0.5500	0.5500	0.5500	0.5500	
DELTA-P SWV:	PSID	19.0	49.0	219.0	199.0	
Cv-SWV:	[-]	0.1262	0.0786	0.0372	0.0390	
THERMODYNAMIC PROPERTIES		CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4	CASE 5
INLET ENTHALPY:	BTU/LBM	1,276.0	1,349.8	1,349.8	1,370.8	
OUTLET ENTHALPY:	BTU/LBM	1,213.2	1,213.6	1,213.6	1,213.3	
WATER ENTHALPY:	BTU/LBM	181.1	189.3	189.7	205.8	
INLET SPECIFIC VOLUME:	FT ³ /LBM	1.330	1.445	1.445	1.438	
OUTLET SPECIFIC VOLUME:	FT ³ /LBM	1.145	1.068	1.068	1.021	
WATER SPECIFIC VOLUME:	FT ³ /LBM	0.0167	0.0167	0.0167	0.0169	
SPECIFIC GRAVITY:	[-]	0.990	0.957	0.957	0.951	
SATURATION PRESSURE:	PSIG	0.0	2.5	2.5	8.5	
INITIAL SUPERHEAT:	F	101.9	224.9	224.9	260.5	
FINAL SUPERHEAT:	F	10.9	10.9	10.9	10.5	
DESIGN CONDITIONS						
STEAM-DESIGN PRESSURE:	PSIG	450.0	STEAM DESIGN TEMPERATURE		F	720.0
WATER-DESIGN PRESSURE:	PSIG	650.0	WATER DESIGN TEMPERATURE		F	220.0
Selected Key Case is Case # 2						
* See installation guidelines for further clarification for temperature sensor requirements						

INSTALACIÓN DEL SENSOR DE TEMPERATURA.



La válvula atemperadora es de tipo DVI



W8207

DESIGN DVI

SIZING CALCULATION

Contact:

Contact:

RFQ:

Quote: LPECOP55

Rev: 01

Date: 10 FEB 10

Project:

PUFFER COLOMBIA

OFERTA N° 10A9C170554P REV-1 PRESUPUESTAL

Item: 001 - VALVE/REGULATOR SIZING CALCULATION: Fisher Water
Item Desc: 1 Inch EZ Body;Size 30 667;Type DVC6010;DVC6000 FIELDVUE

Tags:

SERVICE & SIZING

	Minimum	Normal	Maximum	Other
Inlet Pressure (psig)	420.000	650.000	480.000	650.000
Pressure Drop (psid)	15.900	168.700	11.900	219.000
Atm. Pressure (psia)	14.696	14.696	14.696	14.696
Specific Gravity	0.958	0.954	0.954	0.954
Vapor Pressure (psia)	14.688	17.177	17.177	17.177
Temperature (deg F)	212.000	220.000	220.000	220.000
Liquid Flow Rate (gpm(US))	1.140	4.030	3.470	0.560
Recovery Coefficient, Km	0.792	0.792	0.792	0.792
Cavitation Index, Kc	1.000	0.673	1.000	0.673
Sizing Coefficient, Cv	0.279	0.303	0.982	0.0369
dP Allowable (psid)	333.333	513.651	379.011	513.651
dP Cavitation (psid)	420.008	435.780	477.519	435.780
Cavitrol Trim Application Ratio, Ar	0.038	0.261	0.025	0.338
Rc	0.941	0.940	0.940	0.940

Notes:

NOISE CALCULATION

	STANDARD	STANDARD	STANDARD	STANDARD
Fisher Valve/Reg Trim Type	1.000	1.000	1.000	1.000
Downstream Pipe Size (in)	STD	STD	STD	STD
Downstream Pipe Schedule	< 50	< 50	< 50	< 50
Valve/Reg LpA (SPL) (dB(A))				

1.PRECIOS EN US DOLARES. CAMBIO A PESOS COLOMBIANOS A LA TRM DE LA FECHA DE FACTURACION.
 2.VER CONDICIONES COMERCIALES ADJUNTAS.

1234-1.2.39-ffbxpuf4

11 FEB 10 01:41:39 pm

SIZING CALCULATION

Contact:

RFQ:

Project:

PUFFER COLOMBIA

OFERTA N° 10A9C170554P REV-1 PRESUPUESTAL

Contact:

Quote: LPECOP55

Rev: 01

Date: 10 FEB 10

Item: 001 - ACTUATOR SIZING: Cat 14 Spr & Dia
 Item Desc: 1 Inch EZ Body;Size 30 667;Type DVC6010;DVC6000 FIELDVUE

Tags:

Actuator Type	667
Air to Diaphragm	0-33 (6-30)
With Side MO	N
Valve Design	EZ
Flow	UP
Port Diameter (in)	0.375
Unbalanced Area (in ²)	0.110
Valve Travel (in)	0.750
Valve Stem Size (in)	0.375
Valve Friction (lbf)	38.00
Maximum Inlet Pressure (psig)	510.00
Maximum Pressure Drop (psid)	510.00
Required Seat Load Force (lbf/in)	40.00
Actuator Size	30
Spring	1E7924
Spring Rate (lbf/in)	1470.00
Lower Bench Set (psig)	6.00
Upper Bench Set (psig)	30.00
Actuator Output Thrust (lbf)	276.0
Required Valve Thrust (lbf)	141.2
FS Number	FS667-86

1.PRECIOS EN US DOLARES. CAMBIO A PESOS COLOMBIANOS A LA TRM
 DE LA FECHA DE FACTURACION.
 2.VER CONDICIONES COMERCIALES ADJUNTAS.

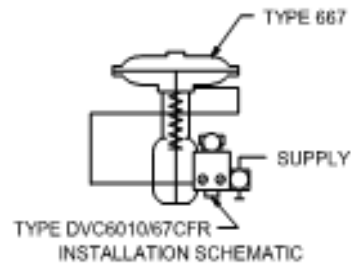
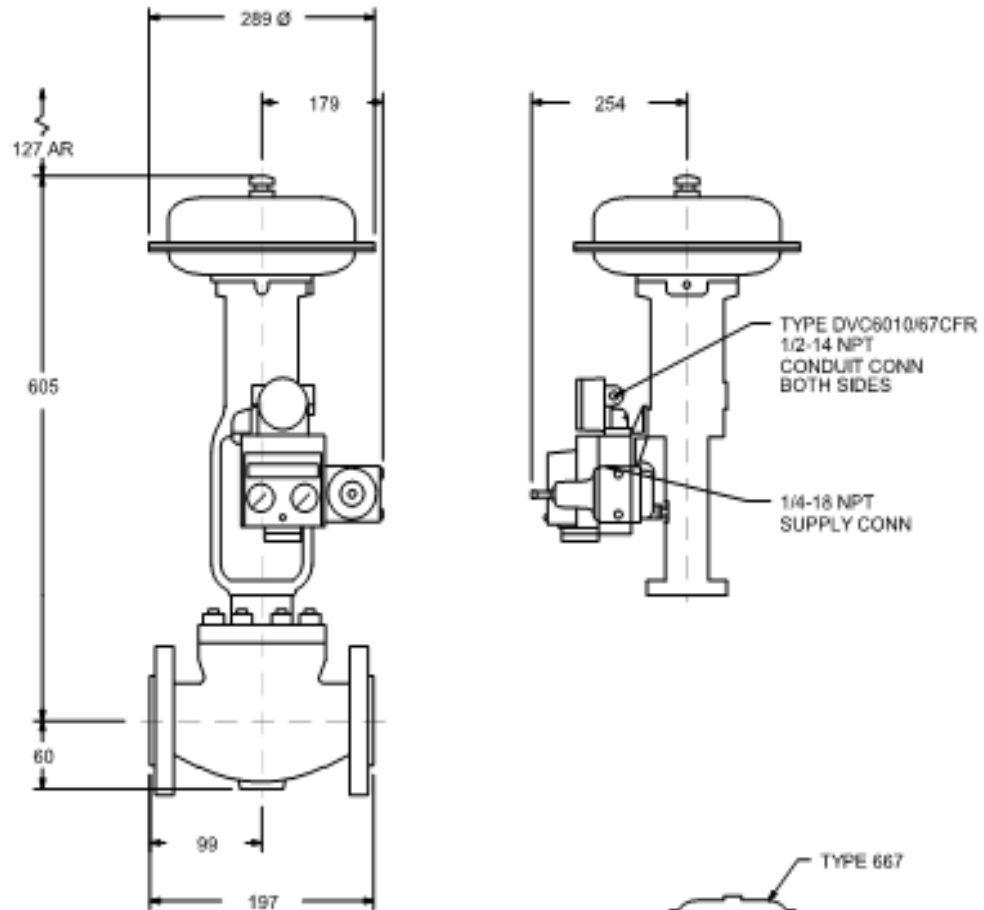
1234-1.2.39-ffxpu4

11 FEB 10 01:41:39 pm

Fisher Controls

Purpose of drawing is for dimensional reference only.

Total Calculated Assembly Weight: 34 kg



Unit of Measure = mm, scale=none. Envelope Dimensions are +/- 6. Face to Face Tolerance per ANSI.

2/11/10 DIMENSIONS CERTIFIED CORRECT BY

© 2010 Fisher Controls Intl. Inc. [FISHER-ROSEMOUNT](#)

EZ 1 IN 300 RF
667 SZ 30

CUSTOMER:
CUST REF #:
TAG NO:

AR = Actuator Removal Clearance

FISHER REF #: LPECOP55-01
ITEM NO: 001 REV:

1234-1.2.39-1.184-725-17307

ANEXO G. Intercambiador de calor E-315



Fuente: El autor

Anexo H. Válvula PRSV-304



Fuente: El autor

Anexo I. Nueva ubicación de la PRSV-304 en cercanías de los E-309



Fuente: El autor

Anexo J. Tramo de tubería en donde se instalará la atemperadora



Fuente: El autor

Anexo K. Disposición de la termocupla



Fuente: El autor

Anexo L. Caja de paso JE 322



Fuente: El autor