

**ELABORACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA  
DE RECUPERACIÓN DE CONDENSADO PARA LAS UNIDADES TOPPING  
DEL DEPARTAMENTO DE REFINACIÓN DE CRUDOS DE LA GRB.**

**ERICK JUNIOR ALVAREZ BARAJAS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
BUCARAMANGA  
2015**

**ELABORACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA  
DE RECUPERACIÓN DE CONDENSADO PARA LAS UNIDADES TOPPING  
DEL DEPARTAMENTO DE REFINACIÓN DE CRUDOS DE LA GRB.**

**ERICK JUNIOR ALVAREZ BARAJAS**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de:**

**Ingeniero Químico**

**Director**

**FERNANDO VIEJO ABRANTE**

**Químico, Ph.D**

**Tutor**

**JUAN CARLOS ARIAS MOLINA**

**Ingeniero Químico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
BUCARAMANGA  
2015**

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
1 FUNCIONAMIENTO Y PROBLEMÁTICA DE LOS SISTEMAS “TRACING DE VAPOR DE AGUA” EN LAS UNIDADES TOPPING	17
2 OBJETIVOS	20
2.1 Objetivo general	20
2.2 Objetivos específicos	20
3 METODOLOGIA	21
3.1 RECONOCIMIENTO DE LOS SISTEMAS EXISTENTES DE RECUPERACIÓN DE CONDENSADO Y SISTEMAS DE VAPOR	22
3.2 ACTIVIDADES PARA LA TOMA DE DECISIONES	22
3.2.1 Inventario y diagnóstico de las trampas de vapor	22
3.2.2 Cálculos del flujo másico y flujo volumétrico de condensado/vapor	23
3.2.3 Ahorro estimado por la recuperación de condensado	25
3.3 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS PARA EL SISTEMA DE TUBERÍAS EN LA RECUPERACIÓN DE CONDENSADO	26
3.4 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS	26
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS	28
4.1 RECONOCIMIENTO DE LOS SISTEMAS EXISTENTES DE RECUPERACIÓN DE CONDENSADO Y SISTEMAS DE VAPOR	28
4.2 ACTIVIDADES PARA LA TOMA DE DECISION	28
4.2.1 Inventario y diagnóstico de las trampas de vapor	28

4.2.2 Cálculo del flujo másico y flujo volumétrico de condensado/vapor	31
4.2.3 Ahorro estimado por la recuperación de condensado	32
4.3 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS PARA EL SISTEMA DE TUBERÍAS EN LA RECUPERACIÓN DE CONDENSADO	33
4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS	38
5 CONCLUSIONES	43
6 RECOMENDACIONES	44
CITAS	45
BIBLIOGRAFIA	46
ANEXOS	47

## LISTA DE FIGURAS.

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Esquema de la Unidad Topping 150/130.	14
Figura 2. Esquema de la metodología utilizada para el análisis y evaluación del problema.	21
Figura 3. Identificación de trampas de vapor mediante marcador industrial	23
Figura 4. Sistema de recolección de condensados Prime G.	29
Figura 5. Inventario total de las trampas de vapor U-150/130; 200 y 2100.	30
Figura 6. Escape de vapor por válvula en la unidad U-2100.	30
Figura 7. Máxima presión calculada en las unidades topping: a) U-150/130, b) U-200 y c) U-2100 para las tres alternativas.	35
Figura 8. Representación gráfica de la velocidad del fluido (azul) versus velocidad erosional (rojo) para la alternativa 1: a) U-150/130 (Diámetro nominal 6") y b) U-2100 (Diámetro nominal 6" y 8").	36
Figura 9. Representación gráfica de la velocidad del fluido (azul) versus velocidad erosional (rojo) para la alternativa 2: a) U-150/130, b) U-200 y c) U2100 (Diámetro nominal 6").	37
Figura 10. Representación gráfica de la velocidad del fluido (azul) versus velocidad erosional (rojo) para la alternativa 3 sólo líquido: a) U-150/130 (Diámetro nominal 4"), b) U-200 (Diámetro nominal 3"), c) U-2100 (Diámetro nominal 3,5").	39
Figura 11. Representación gráfica de la velocidad del fluido (azul) versus velocidad erosional (rojo) para la alternativa 3 sólo vapor: a) U-150/130 (Diámetro nominal 4"), b) U-200 (Diámetro nominal 3"), c) U-2100 (Diámetro nominal 3,5").	40

## LISTA DE TABLAS.

**Pág.**

Tabla 1 Resultados flujos másicos y volumétricos para vapor y condensado.	31
Tabla 2. Costos por tratamiento y restitución de condensado para cada unidad topping.	32
Tabla 3. Análisis económico de las tres alternativas para la unidad 150/130.	41

## LISTA DE ANEXOS.

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. Muestra del Inventario de las Trampas de vapor y cálculos de flujo de vapor U-150/130.	47
ANEXO B. Delimitación por zonas de las Unidades Topping.	48
ANEXO C. Ubicación espacial de las trampas de vapor dentro de las unidades Topping.	51
ANEXO D. Interfaz gráfica del simulador INPLANT 4.2. de cada una de las unidades.	54
ANEXO E. Costos paramétricos de Tuberías	57
ANEXO F. Curvas de operación y especificaciones técnicas de algunas Trampas de Vapor instalas en las unidades Topping.	61

## RESUMEN

**TITULO:** ELABORACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CONDENSADO PARA LAS UNIDADES TOPPING DEL DEPARTAMENTO DE REFINACIÓN DE CRUDOS DE LA GRB.\*

**AUTOR:** ERICK JUNIOR ALVAREZ BARAJAS\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Trampas de vapor, sistema de recuperación, condensado.

### DESCRIPCION:

El trabajo de la presente práctica empresarial consistió en elaborar un diagnóstico y presentar alternativas formalizadas a través de una ingeniería conceptual, para la recuperación de los condensados generados por el uso de vapor de agua que se producen en cada una de las unidades de destilación del Departamento de Refinación de Crudos de la GRB.

El diagnóstico contempló un levantamiento en campo para identificación detallada de condiciones subestándares, soluciones propuestas y estado actual de las facilidades, que luego serán la base para la elaboración de la ingeniería conceptual mencionada. Esta ingeniería debe contener cálculos y simulaciones de los sistemas, dimensionamiento de líneas y equipos, selección de equipos (ejemplo: selección de trampas de vapor aplicables), con un trazado de cabezales sugerido, entregables propios de una ingeniería básica, de tal forma que se pueda partir de este diseño como referencia directa para la elaboración de una ingeniería detallada.

Todo el trabajo realizado durante la práctica empresarial fue sustentado y revisado ante los especialistas del Departamento de Refinación, desde la perspectiva de proceso, de recuperación de pérdidas y de salud ocupacional. Las alternativas de los sistemas en cada unidad debieron visualizarse para incorporarse a la red de recuperación de condensado existente en el área sur de la refinería.

Se encontraron 460 trampas de vapor en las tres unidades evaluadas, de las cuales un 40,4% opera en falla. Estas trampas vierten condensado caliente constantemente a las alcantarillas generando un costo de \$1'119, 269,271 COP/año. La razón principal de estas pérdidas se debe a la falta de mantenimiento, sobredimensionamiento entre otros, motivo por el cual se plantearon tres alternativas para darle solución al problema, las cuales fueron simuladas en el software INPLANT 4.2 obteniendo como resultado que en ninguna de las tres alternativas se sobrepasan los límites de contrapresión permitidos.

---

\*Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: Fernando Viejo Abrante

## ABSTRACT

**TITLE:** DEVELOPMENT OF ALTERNATIVES FOR THE DESIGN OF A SYSTEM RECOVERY UNITS FOR CONDENSED TOPPING THE DEPARTMENT OF CRUDE OIL REFINING OF GRB \*.

**AUTHOR:** ERICK JUNIOR ALVAREZ BARAJAS \*\*

**KEY WORDS:** Steam Traps, recovery system, condensate.

### DESCRIPTION:

The work of this business practice was to develop a diagnosis and present alternatives formalized through a conceptual engineering, for recovering the condensates generated by the use of steam produced in each of the distillation units Refining Crude Department of GRB.

The diagnosis contemplated a detailed field survey to identify substandard conditions, proposed solutions and current state of the facilities, which will then be the basis for the elaboration of this conceptual engineering. This should contain engineering calculations and simulations of systems, sizing of lines and equipment, equipment selection (eg selection of steam traps applicable), with a suggested layout heads, own deliverables of basic engineering, so that it can from this design as a direct reference for the development of a detailed engineering.

All work performed during business practice was supported and reviewed before Refining Department specialists from the perspective of process recovery losses and occupational health. Alternative systems must be displayed on each unit to join the network of existing condensate recovery in the southern area of the refinery.

460 steam traps were found in the three units evaluated, of which 40,4% operate in failure. These traps discharging hot condensate drains constantly generating a \$ 1'119, 269.271 COP per year. The main reason for these losses is due to lack of maintenance, oversizing among others, reason which three alternatives were proposed for solving the problem, which were simulated in software INPLANT 4.2 result being that in any of the three alternatives backpressure allowable limits are exceeded.

---

\*Grade work

\*\* Engineering Physical-Chemical Faculty, Chemical Engineering School. Director: Fernando Viejo Abrante.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente los crudos provenientes de las estaciones de Vasconia, Provincia, Payoa, Mansarovar, Casabe, Galán, Ayacucho (ACN), Cantagallo (Isla IV) y Centro, proveen de materia prima a la Gerencia Refinería de Barrancabermeja (GRB), para el posterior proceso de refinación en los que se obtienen productos valiosos como gasolinas de alto octanaje, aceite demetalizado (DMO), asfaltos y otros productos petroquímicos como bases lubricantes, parafinas, aromáticos y polietilenos, etc.

El Departamento de Planeación y Planeación de la Producción (PPG) es el encargado de programar el tipo de mezcla de crudo ya sea mezcla pesada, mezcla parafínica, cusiana o nafténica, que serán las cargas a las unidades “topping”. Con base en esto, el Departamento Casa de Bombas Número 8, recibe, contabiliza, almacena, prepara, alista y entrega los respectivos crudos al Departamento de Casa de Bombas Número 2, que es el responsable final de entregar el crudo a las unidades topping por medio de los tanques de carga K-801/802/804/805.

Las unidades topping son unidades de refinación que funcionan bajo el proceso unitario de destilación, en la cual se busca separar de la mezcla líquida inicial (crudo) los componentes livianos. Éstas se dividen generalmente en dos secciones principales: “Sección Atmosférica” y “Sección de Vacío”. En la actualidad, alrededor de 240.000 barriles por día (BPD) de petróleo son enviados a las unidades topping con el fin de obtener nafta, jet, ACPM, gasóleo que son los productos principales de la Sección Atmosférica. Los fondos resultantes de esta sección son enviados como carga a la Sección de Vacío, en la cual se extraen productos valiosos aún presentes en el crudo. En el caso de la unidad-150/130 se extraen los destilados parafínicos y nafténicos, mientras

que en las otras unidades se extraen gasóleos livianos y pesados, que son la materia prima de otras unidades del complejo industrial.

Históricamente, la primera unidad topping en instalarse fue la unidad U-150/130, en 1934, y fue la primera planta de procesamiento continuo. Luego se decide ampliar la capacidad de procesamiento de crudo, y es cuando nacen las unidades U-200, U-250, U-2000 y U-2100 para un total de 5 unidades de destilación. Como dato se debe aclarar que actualmente todas las unidades están siendo modernizadas con objeto de poder procesar los crudos cada vez más pesados y ácidos que se extraen en Colombia.

### **Funcionamiento de las unidades topping**

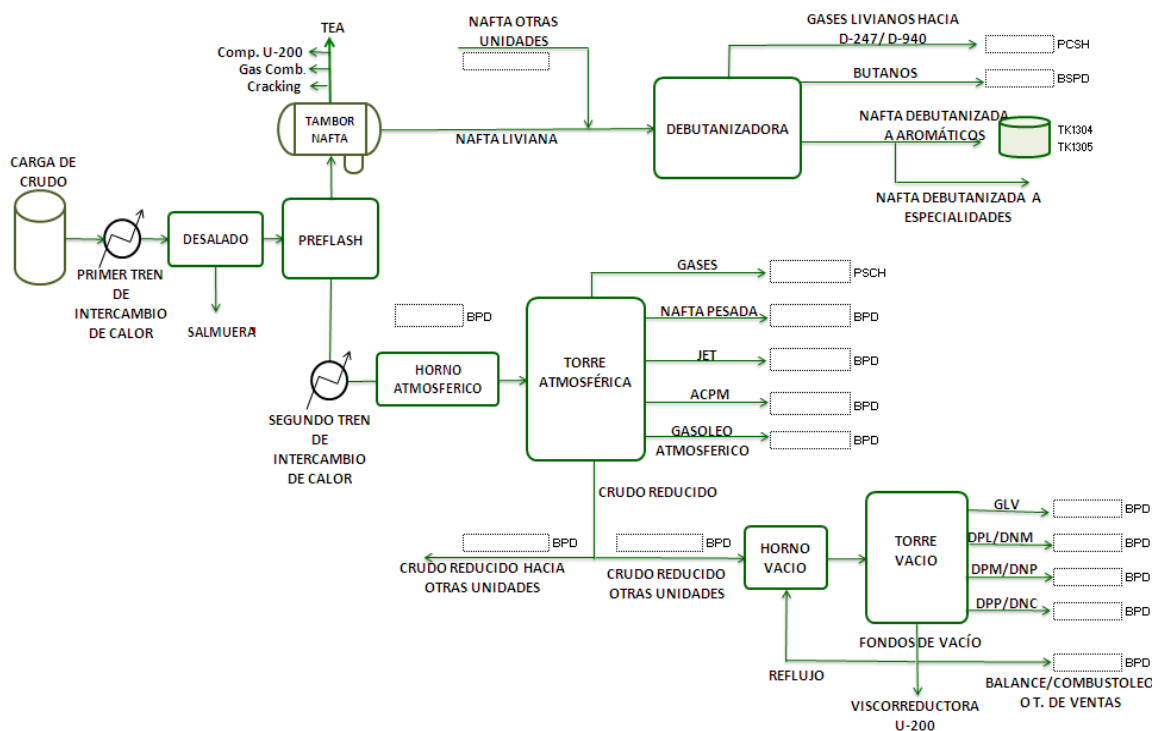
Como se ha mencionado anteriormente, las unidades topping están constituidas por dos secciones: la Sección Atmosférica y la Sección de Vacío. La Sección Atmosférica está conformada por una bomba de carga, dos trenes de intercambio de calor, un desalador, una torre preflash, un horno atmosférico y, finalmente, la torre de destilación atmosférica; mientras que la “Sección de Vacío” presenta como unidades principales un tambor de carga, un horno de vacío y la torre de destilación a vacío (Figura 1).

El proceso de refinación de crudo comienza con la carga de crudo desde los tanques de almacenamiento de la Casa de Bombas Número 2 hacia el primer tren de intercambio de calor utilizado para entregar al crudo el calor extraído de los gases, productos y reflujos de la torre atmosférica y de vacío. Esto último se realiza, además, con el fin de mantener el perfil de temperatura en las torres, y disminuir la temperatura de los productos generados en las unidades que luego serán entregados a los clientes internos. El crudo, una vez ha ganado el calor suficiente para favorecer la solubilidad, entra por la parte inferior del desalador, en donde se separa en dos fases, la fase acuosa (agua, sal, lodos, azufre), y el hidrocarburo, ahora con un porcentaje menor de impurezas. Este último sale

por la parte superior de la unidad con las características físicas necesarias para ingresar a la torre preflash.

Los vapores (gases y nafta virgen) contenidos en el crudo ascienden hasta llegar al tambor de nafta en donde se separan en dos fases: la fase gaseosa que sale por la parte superior hacia gas combustible, tea, compresor de la U-200 o unidades de ruptura catalítica (URC`s); y la fase líquida (nafta liviana), que es enviada a la desbutanizadora donde se extraen los butanos para ser utilizados en las unidades de aromáticos o especialidades. Mientras, por el fondo de la torre preflash sale la fracción líquida o crudo separado/estabilizado que pasa hacia el segundo tren de intercambio de calor que tiene la misma función que el primer tren de intercambiadores.

**Figura 1.** Esquema de la Unidad Topping 150/130.



Posteriormente, este crudo pasa al horno atmosférico que tiene como función transferir el calor necesario para facilitar la destilación en la torre atmosférica y,

de esta manera, recuperar productos valiosos. A la salida del horno atmosférico se obtiene una mezcla líquido-vapor unidas en una sola línea de transferencia que es dirigida a la altura de vaporización instantánea (zona flash) de la torre atmosférica. En dicha zona, la fracción líquida de la carga de crudo fluye hacia el fondo de la torre en contra corriente con el vapor de despojo y la fracción vaporizada asciende hacia la zona de fraccionamiento, en donde se condensan los vapores de hidrocarburo mediante los reflujos externos e internos, produciendo corrientes laterales líquidas que se recuperan en los colectores a la salida de la torre.

En la torre atmosférica se obtienen tres productos principales: JET A1, aceite combustible para motor (ACPM) y Gasóleo Atmosférico (GOA), que se dirigen hacia las torres despojadoras antes de ser entregados a los diferentes clientes. Por otro lado, el crudo reducido que sale del fondo de la torre es recibido por un tambor de carga y es enviado a su vez al horno de vacío. Este tambor también recibe crudo reducido de otras unidades.

El horno de vacío opera de forma similar al horno atmosférico y tiene como función transferir la energía necesaria al crudo reducido para facilitar la separación en la torre de destilación a vacío a la altura de la zona flash y, de esta manera, recuperar aún más productos valiosos. En el caso de la Unidad-150/130, se producen las bases lubricantes o destilados parafínicos y nafténicos (DPL/DNM, DPM/DNP, DPP/DNC) que son la materia prima para el proceso de petroquímica. En las otras unidades (200, 250, 2000 y 2100) la torre de vacío cuenta con una zona de Gasóleo Pesado de Vacío (GPV) (línea de fondo de vacío) que es dirigido como subproducto a los tanques de almacenamiento, SLOP y, en ocasiones, como diluyente a las líneas de asfalto en el Departamento de Balance. Así mismo, cuentan con otra zona de Gasóleo Liviano de Vacío (GLV) que es destinado como producto hacia los tanques de almacenamiento.

Por último, la fracción líquida que llega a la zona de vaporización de la torre se divide en tres corrientes: la primera va como asfalto caliente hacia la Planta Viscorreductora 1 en la U-200; la segunda corriente es dirigida como carga al horno de vacío en caso de arrancada de la unidad; y la tercer corriente (flujo normal) se destina como asfalto frío, dirigiendo el fluido hacia tanques de almacenamiento del Departamento de Balance, Combustóleo o Tanques de Ventas.

## **1. FUNCIONAMIENTO Y PROBLEMÁTICA DE LOS SISTEMAS “TRACING DE VAPOR DE AGUA” EN LAS UNIDADES TOPPING.**

En los procesos de Recibo, Almacenamiento, Distribución, Refinación y Petroquímica es necesario contar con algunos servicios básicos para un óptimo funcionamiento. Para ello, la GRB cuenta con el Departamento de Servicios Industriales de Refinería (SIREF) que sule esta necesidad. Uno de los servicios industriales más importante de este departamento es el suministro de vapor de agua, indispensable en los procesos anteriormente mencionados, y que es transportado en líneas de tuberías principales a lo largo de la refinería, dividiéndose en tres cabezales: “vapor de alta” (400psig), “vapor de media” (150psig) y “vapor de baja” (50psig). Estas líneas atraviesan cada una de las unidades topping que a su vez se subdividen en ramales secundarios transportando el vapor de agua hacia otras secciones como manifold (distribuidor de líneas de trazo), turbinas, y líneas de procesos (como vapor de despojo). De esta manera, se satisfacen todos los requerimientos energéticos de las unidades de la refinería.

El vapor de agua presente en los manifold es transportado por líneas aún más pequeñas conocidas como “líneas de tracing de vapor de agua”. El propósito de trabajar con estas líneas es conseguir que las tuberías que conducen el crudo, los productos y subproductos en los procesos de destilación mantengan unas condiciones de temperatura estables con el fin de garantizar un buen funcionamiento de los equipos de proceso. Particularmente, su misión es reducir la viscosidad de los fluidos, facilitando el transporte por las tuberías, además de reducir el esfuerzo de los equipos de bombeo y realizar de manera sencilla la toma de muestra por parte del personal de operaciones. Así mismo, se evita el taponamiento de líneas principales, líneas para toma de muestras y puntos de medición de flujo y presión. Por otro lado, una vez el vapor ha cedido su energía es necesario evacuarlo de las líneas de tracing a través de trampas de vapor [1].

Si bien es cierto que el beneficio obtenido por el empleo de las líneas de tracing es inmenso, estos sistemas han venido presentando problemas de elevada gravedad por falta de una adecuada disposición final de los condensados generados en dichas líneas, que impacta de forma negativa en tres aspectos: i) aspecto económico, que involucra los costos por captación, tratamiento y vertimiento de aguas al río Magdalena y el costo de implementación de un mecanismo de intercambio de calor con el fin de no verter condensado a altas temperaturas; ii) aspecto ambiental, que involucra mayor uso de agua potable en los procesos industriales, el aumento de la temperatura en las aguas de vertimientos que no deberían ser superiores a 43°C y, finalmente, un impacto grave ecológico en el punto de disposición final, sin mencionar las multas generadas por los mecanismo de control (CAS) cuando no se cumplen las condiciones mínimas de vertimiento; iii) por último, el aspecto de salud ocupacional que involucra todos y cada uno de los accidentes e incidentes laborales como deslizamiento y caída en el personal de operaciones a causa de los charcos generados por algunas de las trampas que descargan directamente al piso, quemaduras con distintos niveles de gravedad cuando la trampa descarga directamente al personal, o el despojo de gases tóxicos (H<sub>2</sub>S) debido al condensado caliente presente en las alcantarillas de aguas aceitosa causando envenenamiento al personal de operaciones [2].

Es por ello que en los diferentes departamentos han decidido ejecutar un plan de optimización de procesos centrado en el impacto económico, ambiental y social de éstos en la refinería. Los resultados de dicho plan identifican gran variedad de problemáticas, entre las cuales se encuentra el desecho inadecuado de condensados generados por las líneas de tracing de vapor de agua [3].

Basado en lo anterior, la presente práctica empresarial tuvo como propósito elaborar alternativas para el diseño de un sistema de recuperación de condensado en las unidades de refinación topping y, de esta manera, atacar la problemática generada por el empleo de las líneas de tracing de vapor desde

los tres aspectos anteriormente citados. Es de aclarar que este trabajo tomo como caso de estudio las unidades 150/130; 200; y 2100. Las unidades 250 y 2000 no fueron evaluadas; sin embargo la metodología y las recomendaciones generadas en las primeras unidades pueden trasladarse y aplicarse a estas últimas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar alternativas para el diseño de un sistemas de recuperación de condensado en las unidades Topping del Departamento de Refinación de Crudos de la GRB.

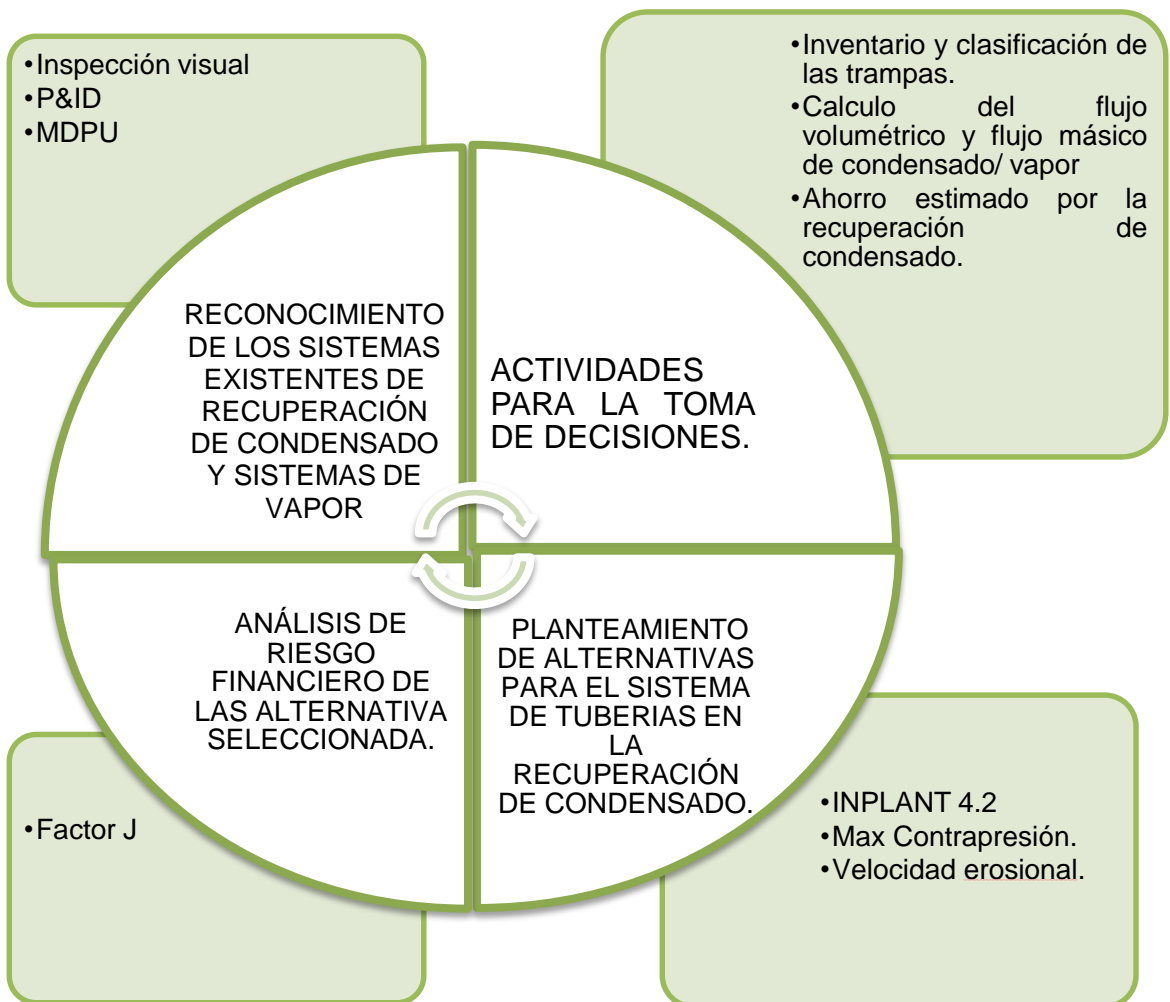
### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Elaborar alternativas para el diseño de un sistema de recuperación de condensado para la U150/130.
- Elaborar alternativas para el diseño de un sistema de recuperación de condensado para la U200.
- Elaborar alternativas para el diseño de un sistema de recuperación de condensado para la U2100.

### 3. METODOLOGIA

En la figura 2 se esquematiza la metodología empleada para el estudio, análisis y solución de la problemática del Sistema Tracing de Vapor en las unidades Topping.

**Figura 2.** Esquema de la metodología utilizada para el análisis y evaluación del problema.



### **3.1 RECONOCIMIENTO DE LOS SISTEMAS EXISTENTES DE RECUPERACIÓN DE CONDENSADO Y SISTEMAS DE VAPOR**

El primer paso consistió en la búsqueda de información necesaria como Piping and Instrumentation Diagram (P&ID) y Manuales de Procesos de la Unidad (MDPU) en los archivos electrónicos generales de la refinería como lo son: portal W o CIT, acompañado con una verificación real en campo del estado actual de los sistemas de recuperación de condensado existentes y los sistemas de vapor que comprenden sistemas de calentamiento (Tracing) y de proceso.

### **3.2 ACTIVIDADES PARA LA TOMA DE DECISIONES**

El segundo paso comprendió una serie de actividades que se realizaron con el fin de obtener el mayor número de datos necesarios para la posterior elaboración de alternativas. Las actividades realizadas fueron las siguientes:

**3.2.1 Inventario y diagnóstico de las trampas de vapor.** Se realizó el inventario de todas las trampas de vapor que descargan el condensado hacia el sistema de aguas aceitosas en las unidades U-150/130; U-200 y U-2100. El inventario consta de la discriminación por zonas en la unidad, cantidad, ubicación, modelo (marca), dimensión, servicio y estado actual de las trampas de vapor, y que se divide en dos criterios, el primero cuando es “Ok” significa que la trampa descarga normal y los elementos que conforman la línea de descarga están completos; mientras que el segundo cuando es en “Falla” significa que la trampa no descarga, la válvula está cerrada, existe paso de vapor vivo o simplemente la línea de drenaje está rota. Además, se discrimina también por el tipo de unión Tubería/Trampa de Vapor (Brida, Soldadura, Rosca), existencia de válvula antes de la trampa y la presión del servicio. Las trampas de vapor se identificaron mediante el uso de marcador industrial blanco de acuerdo al inventario realizado, lo que permite una fácil identificación en patio y el acceso a información de su estado, con el fin de optimizar el

proceso de diagnóstico y establecer acciones de mantenimiento o control de cambio (Figura 3).

**Figura 3.** Identificación de trampas de vapor mediante marcador industrial.



El inventario se puede consultar en el Anexo A y el plano con delimitación por zonas y ubicación espacial de las trampas de vapor en los Anexos B y C respectivamente.

### **3.2.2 Cálculos del flujo másico y flujo volumétrico de condensado/vapor.**

Los cálculos de flujo másico se realizaron mediante las curvas de operación de las trampas instaladas que son específicas para cada marca y modelo. Dichas curvas se generaron asumiendo que el condensado está totalmente frío y a diferentes presiones de operación, por lo tanto, la apertura de la trampa es 100% abierta y el valor obtenido del flujo másico es teórico ( $m_{teórico}$ ). En el caso real, el fluido que llega a la trampa lo hace en forma líquido/vapor haciendo que la trampa abra y cierre para sólo descargar condensado. Es por ello que, para obtener el valor real del flujo másico de condensado que la trampa de vapor descarga ( $m_{real}$ ), se ha de multiplicar el valor generado por la curva ( $m_{teórico}$ ) por un factor denominado porcentaje de apertura, %A (ver ecuación empírica (1)).

$$m_{real} = [(m_{teorico})(\%A)] \quad [Kg/h] \quad \text{Ecuación (1)}$$

Dicho factor depende del estado operacional de la trampa y es la relación  $t_m/t_e$ , donde  $t_m$  es el tiempo en el cual la trampa de vapor permanece abierta (medido en campo) y  $t_e$  es el tiempo total o tiempo estándar para la toma de datos del valor  $t_m$ .

Por otra parte, debido a la caída de presión que sufre el condensado al salir de las trampas de vapor hacia la atmósfera, una porción del condensado se evapora instantáneamente ocurriendo el proceso de vaporización flash. El porcentaje de vapor flash generado su determina de acuerdo a la ecuación (2). [4]

$$\%Vapor \ flash = \left( \frac{(hfP1)-(hgP2)}{hfgP2} \right) \quad \text{Ecuación (2)}$$

en donde:

$hfP1$ : es la entalpía específica del líquido a la presión de operación o presión inicial.

$hfP2$ : es la entalpía específica del líquido a la presión de descarga o presión final.

$hfgP2$ : es la entalpía de vaporización a la presión de descarga o presión final.

Para conocer la cantidad de vapor generado en [kg/h] basta con multiplicar las ecuaciones (1) y (2). Así mismo, la cantidad de líquido en [kg/h] se obtiene restando el flujo másico real y el flujo de vapor determinado anteriormente (ver ecuaciones (3) y (4)):

$$m_{real - vapor} = [(m_{teórico})(\%A)][\%Vapor \ flash] \quad \text{Ecuación (3)}$$

$$m_{real - liquido} = (m_{real}) - (m_{real - vapor}) \quad \text{Ecuación (4)}$$

Para facilidad de cálculos, una vez se obtienen los flujos másicos de cada una de las trampas se procede a calcular los flujos volumétricos tanto para líquidos como para vapor como lo describen las ecuaciones (5) y (6):

$$Q_{liq} = \left( \frac{m_{real-liquido}}{(\rho_{liq})(0,227098)} \right) \quad [\text{gpm}] \quad \text{Ecuación (5)}$$

$$Q_{gas} = \left( \frac{m_{real-gas}}{(\rho_{gas})(0,227098)} \right) \quad [\text{gpm}] \quad \text{Ecuación (6)}$$

en donde  $\rho_{liq}$  y  $\rho_{gas}$  son la densidad del líquido (957,77 kg/m<sup>3</sup>) y del vapor (0,597535 kg/m<sup>3</sup>), respectivamente, medidas a presión atmosférica y temperatura de saturación, mientras que el valor 0,227098 es el factor de conversión a [gpm] [5].

Finalmente, el flujo total de condensado para las trampas de vapor se determina a partir de la ecuación (7):

$$Q_{Tot,j} = \sum Q_i \quad \text{Ecuación (7)}$$

**3.2.3 Ahorro estimado por la recuperación de condensado.** El ahorro estimado en (\$COP/año) debido a la recuperación de condensado se determinó a partir de la suma de los costos de tratamiento en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), ( $C_P$ ), los costos ambientales por captación y vertimiento en el Río Magdalena ( $C_A$ ), y los costos por tratamiento y adecuación de agua a calderas ( $C_C$ ), todos ellos dados en \$/kgal, y multiplicado

por el flujo total de condensado ( $QTot,j$ ) en gpm y el factor de conversión 525,6 de gpm a kilogalon/año (ver ecuación (8)).

$$Ahorro = ((525,6)(Qtot,j))(Cp + Ca + Cc) \quad \text{Ecuación (8)}$$

### 3.3. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS PARA EL SISTEMA DE TUBERÍAS EN LA RECUPERACIÓN DE CONDENSADO

En esta etapa se plantearon diferentes alternativas para cada unidad. Cada alternativa se simuló empleando el software especializado INPLANT 4.2 [6], que permite mediante la simulación de flujo de fluidos en estado estable, conocer las características hidráulicas de un sistema de tuberías y los valores de contrapresión producidos por la cabeza estática de fluido y pérdidas por fricción en los sistemas evaluados. La simulación se realizó bajo la consideración de flujo máximo y flujo multifásico líquido/vapor dentro de la tubería, con objeto de obtener datos de la máxima contrapresión producida por la cabeza estática de fluido que pueden soportar las trampas de vapor y máximas velocidades erosionales en cada tramo del cabezal principal.

### 3.4 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS

Para determinar cuál alternativa es más favorable económicamente, se realizó un análisis de costos preliminar que incluyó los costos del sistema de tubería, en donde se consideraron precios actuales de tubería. El factor de riesgo (Factor J) del proyecto se determinó a partir de la ecuación (9). El valor de J es el principal parámetro en la evaluación de rentabilidad de un proyecto en la GRB.

$$Factor J = \left( \frac{R1-R2}{Ci} \right) \quad \text{(Ecuación (9))}$$

En donde:

$R_1$  = Costos de no implementar el proyecto (Valor de riesgo antes.)

$R_2$  = Costos del proyecto implementado (Valor del riesgo después.)

$C_i$  = Costo de la inversión.

## **4. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

### **4.1 RECONOCIMIENTO DE LOS SISTEMAS EXISTENTES DE RECUPERACIÓN DE CONDENSADO Y SISTEMAS DE VAPOR**

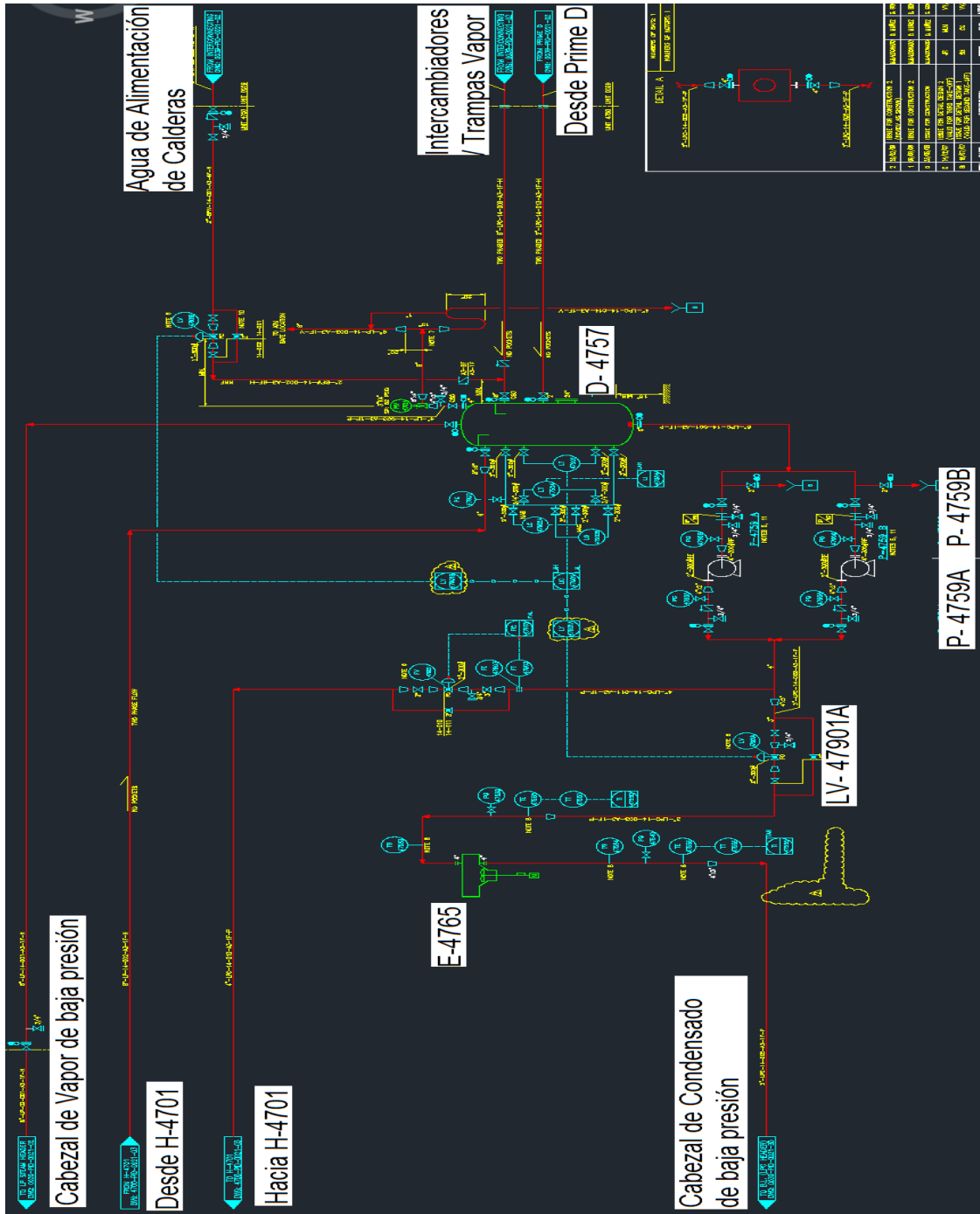
En la figura 4 se muestra el sistema de recolección de condensados tomado de la Unidad de Hidrotratamiento de gasolina prime G (HDT) que es un buen ejemplo representativo para el diseño del sistema de recuperación de condensados que se desarrolló en las unidades topping. Este sistema está compuesto por un tambor recolector (D-4757) que recibe el condensado desde la unidad de hidrotratamiento de Diesel (Prime D), interconexiones de trampas de vapor e intercambiadores, agua de alimentación de calderas y además vapor sobrecalentado del horno H-4701. Dicho sistema funciona recolectando condensado en el tambor recolector compuesto de un sistema de control de nivel de líquido conectado a un elemento final de control (válvula LV 47901A) que manipula el flujo que viene de las bombas P-4759A/B. Este flujo a su vez se divide en dos corrientes, la primera va hacia el cabezal de condensado de baja presión, pasando por el intercambiador E-4765 y la segunda se dirige hacia el H-4701 en el que se evapora el condensado aprovechando los gases de cima del horno, y a su vez es devuelto al tambor con el fin de enviarlos al cabezal principal de vapor que opera a 50 psig.

### **4.2 ACTIVIDADES PARA LA TOMA DE DECISION:**

**4.2.1 Inventario y diagnóstico de las trampas de vapor.** El inventario realizado de las unidades U-150/130, U-200 y U-2100 se resume en la figura 5. En ella se clasifican las trampas de vapor por marca, dividiéndose en tres columnas, la primera de izquierda a derecha hace referencia al total de trampas de vapor inventariadas; la segunda columna muestra el número de trampas que se encuentran en servicio; y la tercera muestra el número de trampas que

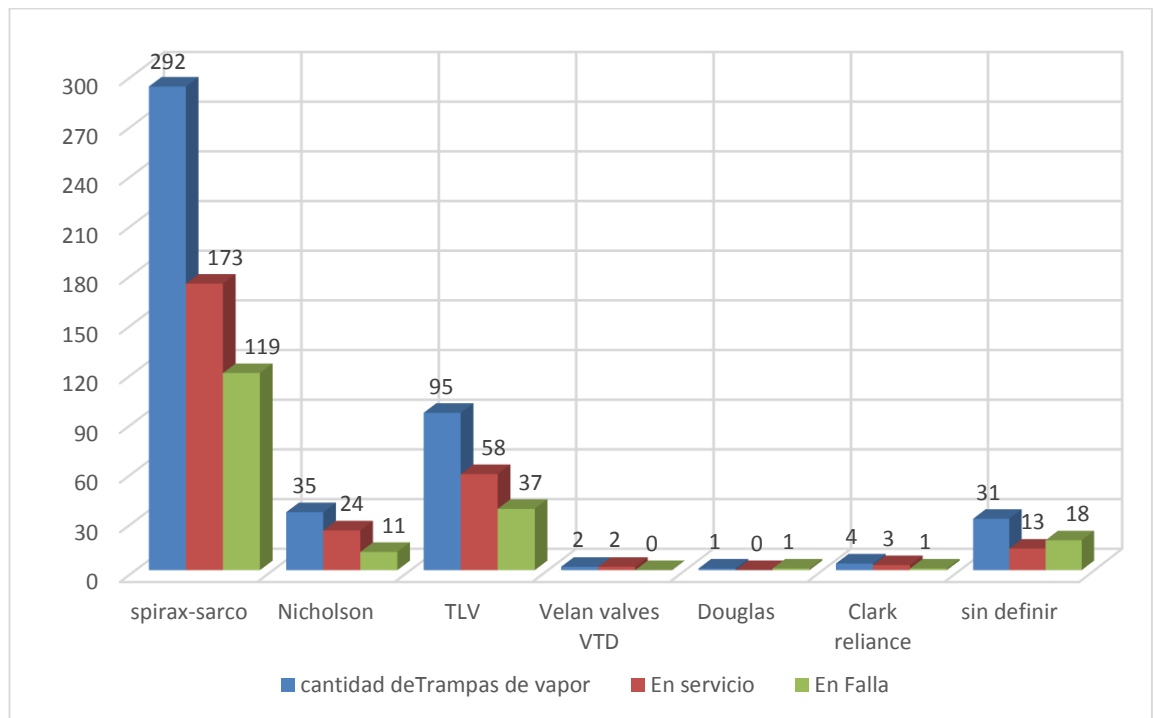
están operando en falla, entendiéndose por falla tal como se describió en la metodología (ver sección 3.2.1).

Figura 4. Sistema de recolección de condensados Prime G.



Fuente. P&ID de la Unidad Prime G (documento interno) [7].

**Figura 5.** Inventario total de las trampas de vapor U-150/130; 200 y 2100.



El inventario muestra que dentro de las tres unidades topping existe un total de 460 trampas de vapor de las cuales el 40% de ellas operan actualmente en falla. El principal problema es debido a que es la falta notable de mantenimiento preventivo que se les realiza y cuando se hace, se instalan trampas de vapor con especificaciones técnicas incorrectas para sus condiciones normales de operación.

**Figura 6.** Escape de vapor por válvula en la unidad U-2100.



Dentro del inventario también se encuentran problemáticas como escapes de vapor por bridas, válvulas e incluso trampas en la zona del cabezote. En la Figura 6 se ilustra un problema de escape de vapor en la válvula de la unidad U-2100.

#### 4.2.2 Cálculo del flujo másico y flujo volumétrico de condensado/vapor.

Una vez realizado el inventario total de las trampas y luego de haberlas discriminado por marcas y modelo, se emplearon las ecuaciones 1-7 (ver sección 3.2.2) de las cuales se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 1 para cada una de las unidades.

**Tabla 1.** Resultados flujos másicos y volumétricos para vapor y condensado.

	<b>Unidad 150/130</b>	<b>Unidad 200</b>	<b>Unidad 2100</b>
<b>Condensado [kg/h]</b>	10064,93	4094,48	6125,00
<b>Condensado [gpm]</b>	46,27	18,82	28,16
<b>Vapor flash [kg/h]</b>	2404,65	797,90	1333,13
<b>Vapor[gpm]</b>	17720,47	5879,93	9824,20

Como se puede observar, entre las tres unidades, las trampas de vapor están desechando un total de 93,25 galones por minuto (gpm) de condensado a la atmósfera, el equivalente más de 20000 kg/h. Este valor se determina bajo la condición de que todas las trampas están operando correctamente, sin contar la cantidad de vapor flash que se genera, que se puede recuperar por medio de un intercambiador para su posterior reutilización. Los cálculos se encuentran en el Anexo A junto con el inventario realizado de las trampas de vapor.

**4.2.3 Ahorro estimado por la recuperación de condensado.** En la tabla 2 se puede observar los costos en que se incurren por restitución y tratamiento del condensado relevado hacia las alcantarillas de aguas aceitosas.

**Tabla 2.** Costos por tratamiento y restitución de condensado para cada unidad topping.

<b>Costos</b>	<b>[COP\$/kgalon]</b>	<b>Unidad 150 [COP\$/año]</b>	<b>Unidad 200 [COP\$/año]</b>	<b>Unidad 2100 [COP\$/año]</b>
<b>Costo por tratamiento en PTAR</b>	\$ 270,0	\$ 8.135.696	\$ 3.192.006	\$ 4.772.602
<b>Costo por captación y vertimiento de agua del rio Magdalena</b>	\$ 900,0	\$ 27.118.987	\$ 10.640.021	\$ 15.908.672
<b>Costo por tratamiento y adecuación de agua a calderas</b>	\$ 17.600,0	\$ 530.326.856	\$ 208.071.512	\$ 311.102.920
<b>TOTAL</b>	<b>[COP\$/año]</b>	<b>\$ 565.581.539</b>	<b>\$ 221.903.539</b>	<b>\$ 331.784.193</b>

A partir de la suma (para cada unidad) de los costos de tratamiento en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), los costos ambientales por captación y vertimiento en el rio magdalena (CA), y los costos por tratamiento y adecuación de agua a calderas, y empleando la ecuación 8 (ver sección 3.2.3), se obtiene un total estimado de \$1'119.269.271 COP/año.

### **4.3 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS PARA EL SISTEMA DE TUBERÍAS EN LA RECUPERACIÓN DE CONDENSADO**

Se plantearon tres alternativas en base a sistemas anteriormente propuestos en otros departamentos de la GRB y fueron evaluadas para las unidades U-150/130 y U-2100. Para la unidad U-200 sólo se evaluaron dos de ellas (alternativas 2 y 3): la alternativa 1 no se tuvo en cuenta para esta unidad por el mismo diseño de la planta que impedía su posterior desarrollo en caso tal de que fuera seleccionada.

- **Alternativa No. 1 Sistema de tubería en cárcamos**

La primera alternativa consiste en realizar una recuperación del condensado relevado por las trampas de vapor por medio de un sistema de tubería ubicado en los cárcamos dirigida hacia un tambor recolector a presión atmosférica equipado con bombas para su posterior disposición.

- **Alternativa No. 2 Sistema de tubería a nivel de RAG**

Consistiría en recuperar el condensado relevado por las trampas de vapor hacia una línea principal ubicada a nivel de RAG de tuberías, dirigida hacia un tambor recolector a presión atmosférica equipado con bombas para su posterior disposición.

- **Alternativa No. 3 Sistema de tubería doble para vapor y líquido a nivel de RAG**

Se basaría en la construcción de dos sistemas de recolección de condensados, uno para líquido y otro para vapor, ubicados a nivel de RAG de tuberías. El condensado sería dirigido hacia un tambor recolector a presión atmosférica equipado con bombas para su posterior disposición, mientras que el vapor

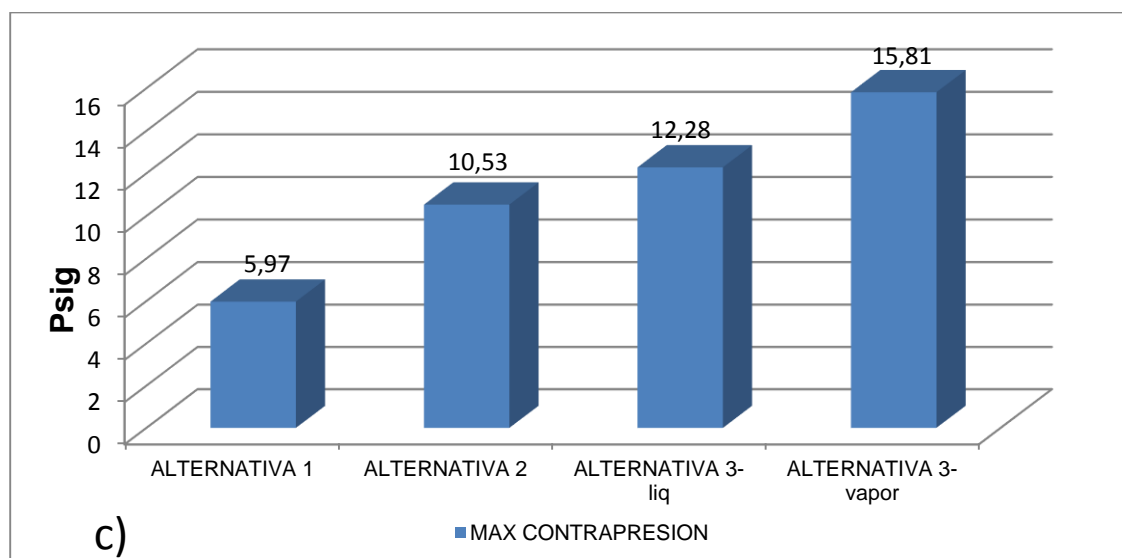
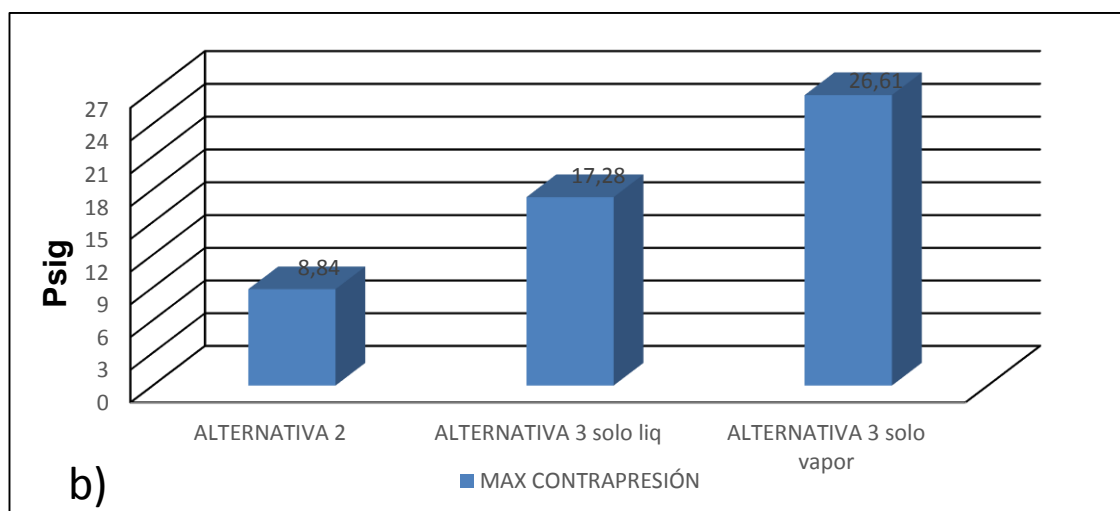
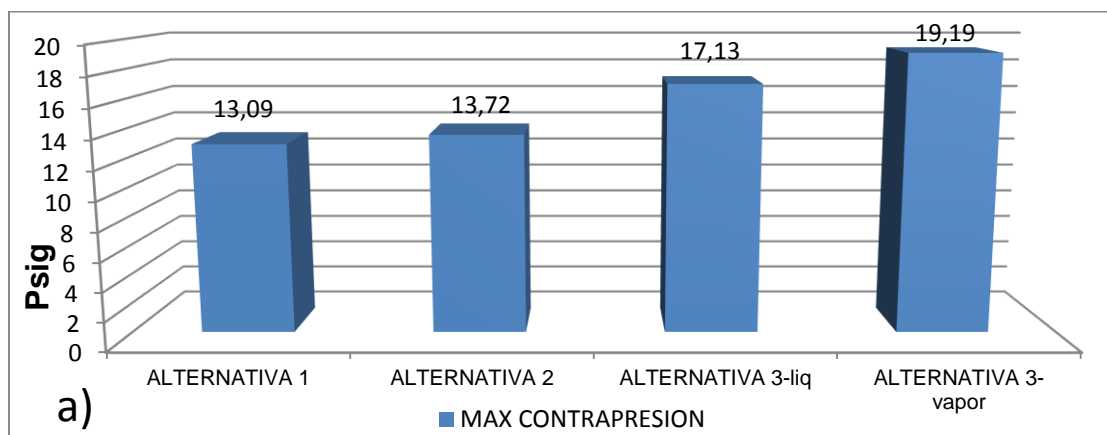
hacia un condensador de superficie para recuperar el condensado y utilizarlo como agua en los desaladores.

Como se explicó con anterioridad, cada alternativa se simuló empleando el software especializado INPLANT 4.2, que permite mediante la simulación de flujo de fluidos en estado estable, conocer las características hidráulicas de un sistema de tuberías y los valores de contrapresión producidos por la cabeza estática de fluido y pérdidas por fricción en los sistemas evaluados. La interfaz gráfica del simulador INPLANT 4.2 de cada uno de los sistemas de tuberías de cada unidad se muestra en el Anexo D.

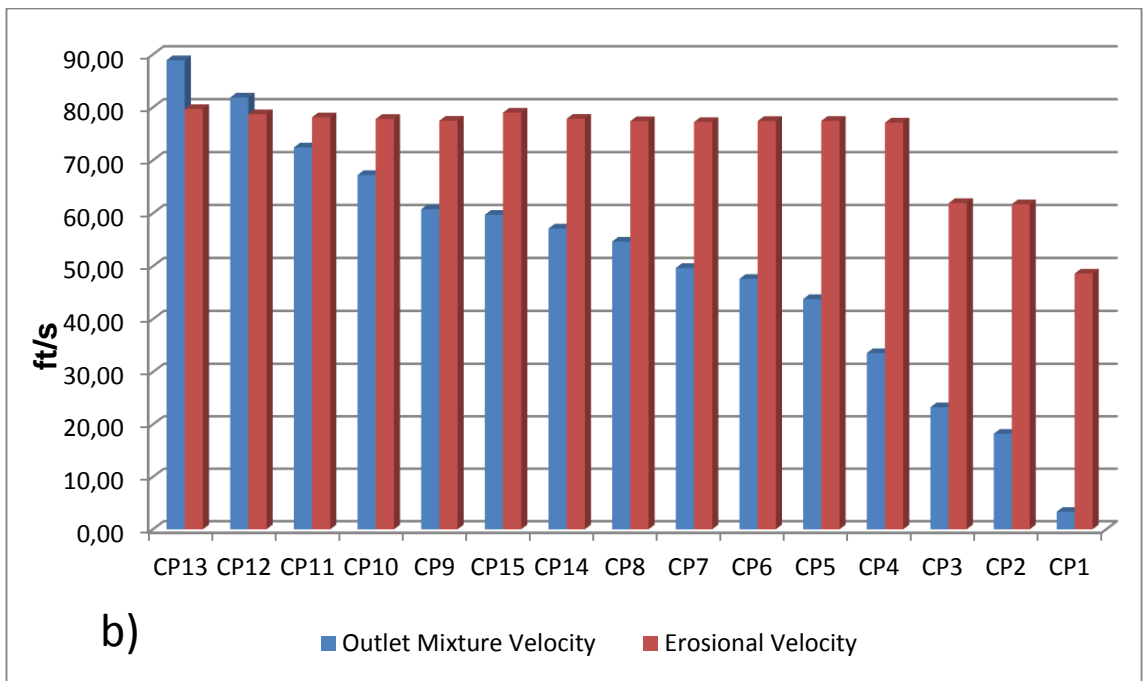
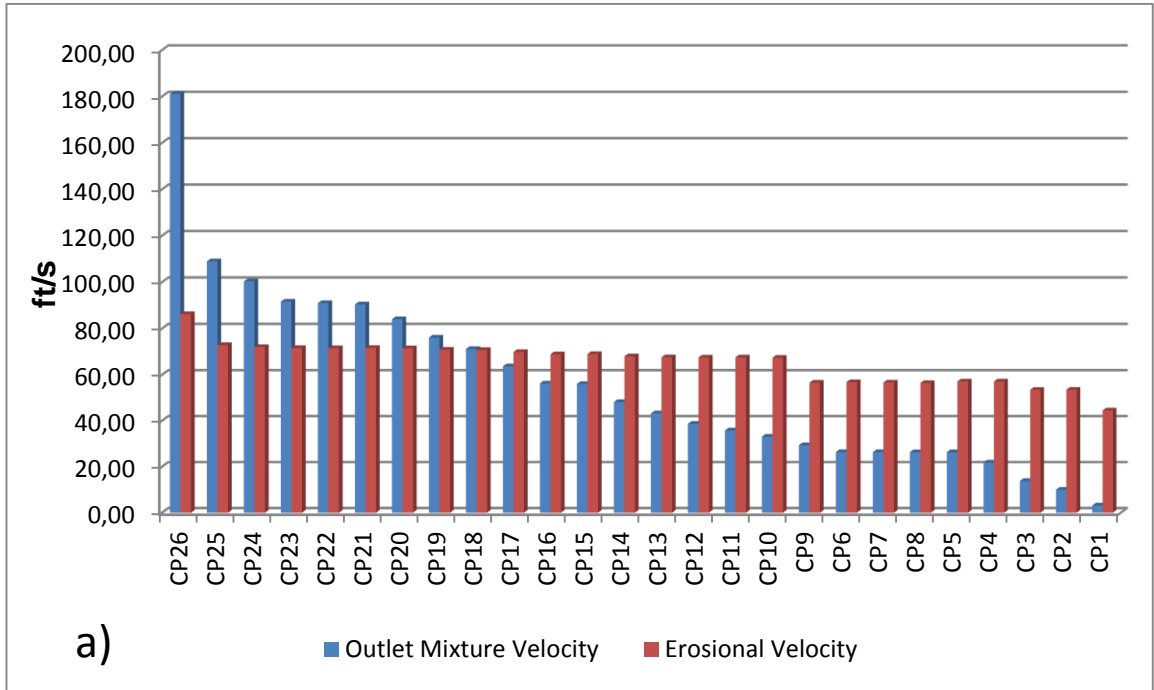
La simulación se realizó bajo la consideración de flujo máximo y flujo multifásico líquido/vapor dentro de la tubería, con objeto de obtener datos de la máxima contrapresión producida por la cabeza estática de fluido que pueden soportar las trampas de vapor y máximas velocidades erosionales en cada tramo del cabezal principal.

En la figura 7 se pueden observar los valores de máxima contrapresión generados por la cabeza estática del fluido que se obtienen como resultado de la simulación. Estos muestran que en todas las alternativas propuestas para cada unidad, no se sobrepasan los valores límites permitidos (80% contrapresión) por ejemplo para una trampa que funciona a 50 psig, la máxima contrapresión permitida es de 40psig. Por lo tanto, este criterio no interfiere en el desarrollo de las propuestas.

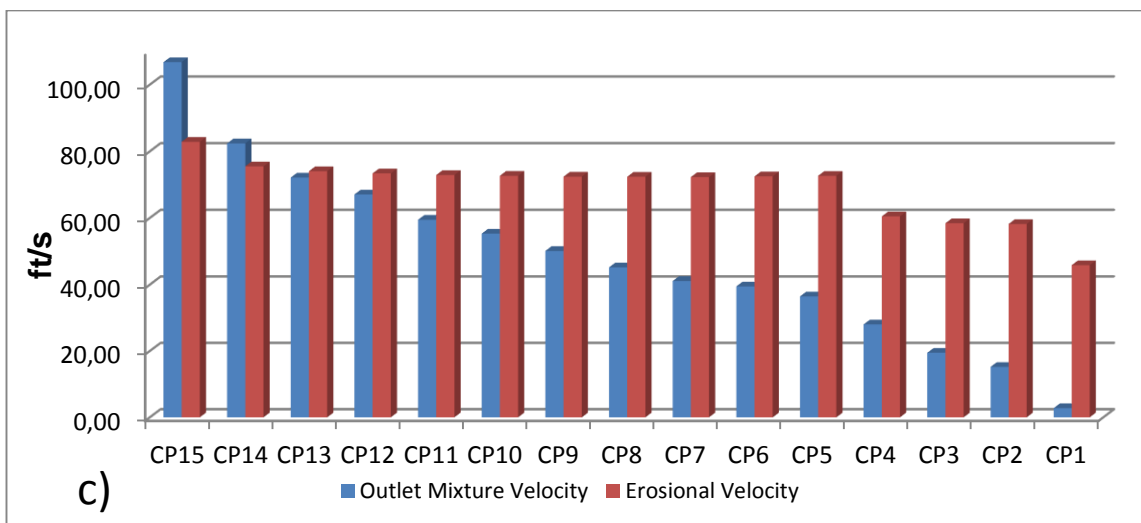
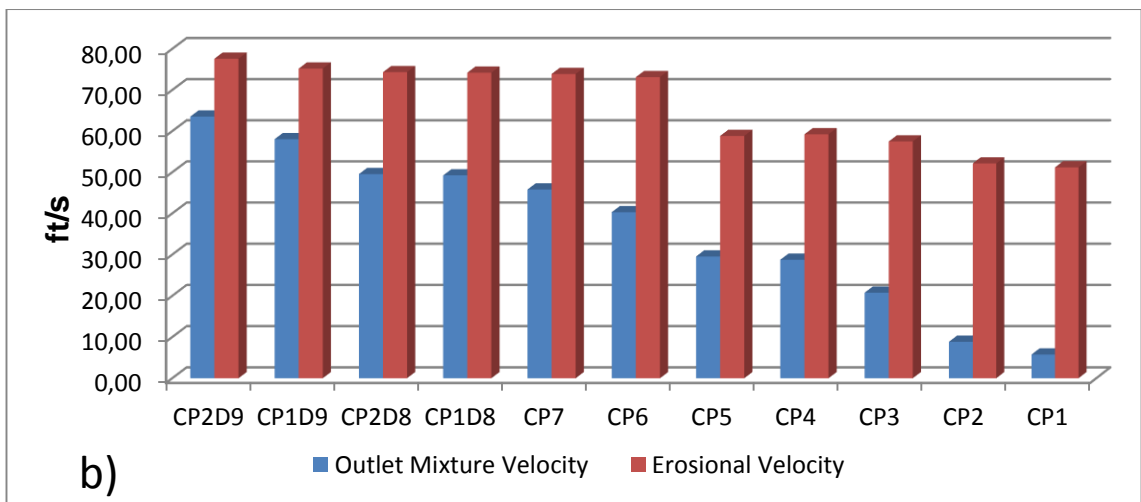
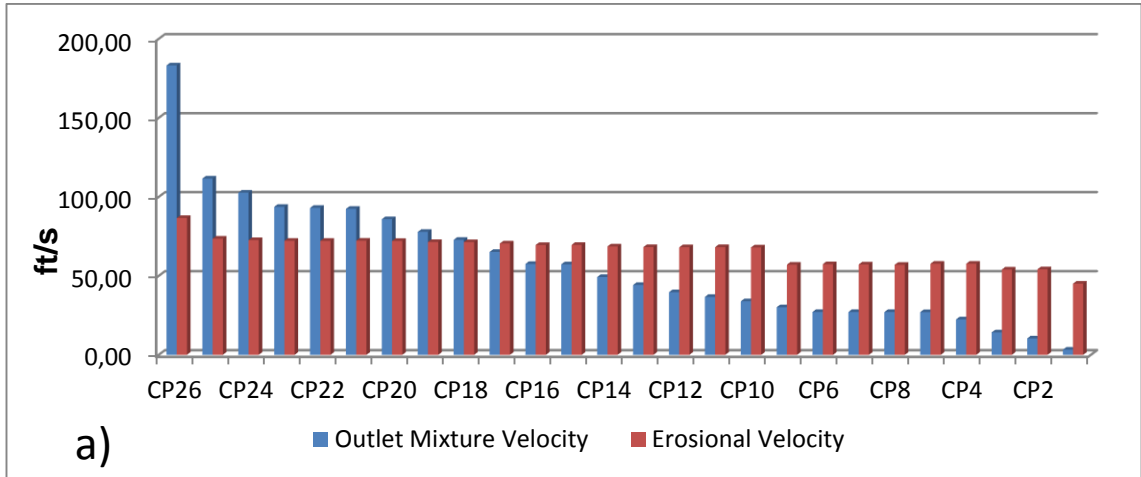
**Figura 7.** Máxima presión calculada en las unidades topping: a) U-150/130, b) U-200 y c) U-2100 para las tres alternativas.



**Figura 8.** Representación gráfica de la velocidad del fluido (azul) versus velocidad erosional (rojo) para la alternativa 1: a) U-150/130 (Diámetro nominal 6") y b) U-2100 (Diámetro nominal 6" y 8").



**Figura 9.** Representación gráfica de la velocidad del fluido (azul) versus velocidad erosional (rojo) para la alternativa 2: a) U-150/130, b) U-200 y c) U2100 (Diámetro nominal 6").



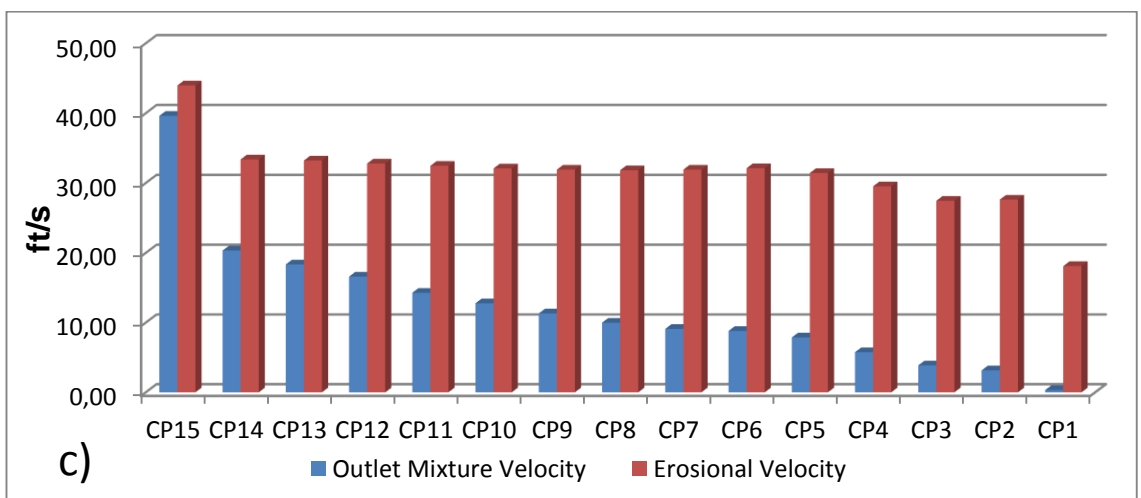
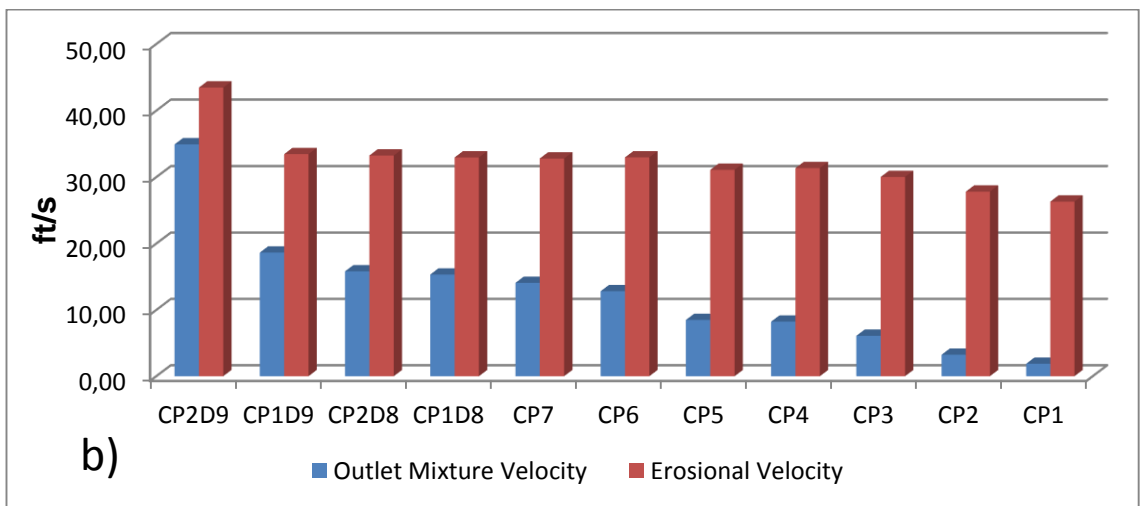
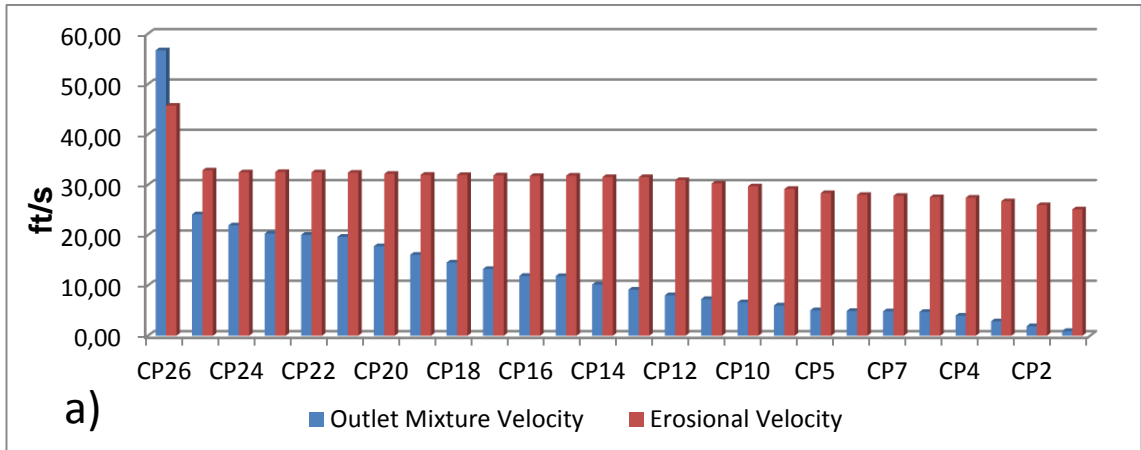
Por otro lado, en las figuras 8 y 9 (alternativas Nos. 1 y 2) se puede observar que las velocidades del fluido bifásico sobrepasan las velocidades erosionales permitidas para algunos de los tramos de la tubería descritos como “CP#”, generando a futuro rompimiento del cabezal principal. De esta manera, se descartan estas alternativas para la resolución de la problemática propuesta. Sin embargo, esta limitante se podría corregir aumentando el diámetro del cabezal principal, aunque ello implicaría un aumento enorme en los costos de tubería. La única alternativa que cumple el requerimiento técnico es la alternativa 2 para la unidad U-200 mostrado en la figura 9b donde se observa que la velocidad del fluido bifásico es menor a la velocidad erosional en todos los tramos de tubería. Sin embargo, esta alternativa fue descartada debido al gran tamaño del diámetro nominal del cabezal principal.

Por último en las figuras 10 (alternativa 3 de sólo líquido) y 11 (alternativa 3 de sólo vapor) se observa que, al plantearse los dos cabezales independientes se obtienen velocidades del fluido bifásico menores que no sobrepasan las velocidades erosionales permitidas. Además, con esta propuesta se obtienen diámetros más pequeños reduciendo costos. Desde el punto de vista técnico-operacional se decide trabajar con la alternativa 3 ya que con ella se evitan condiciones subestándares a futuro dentro de la GRB.

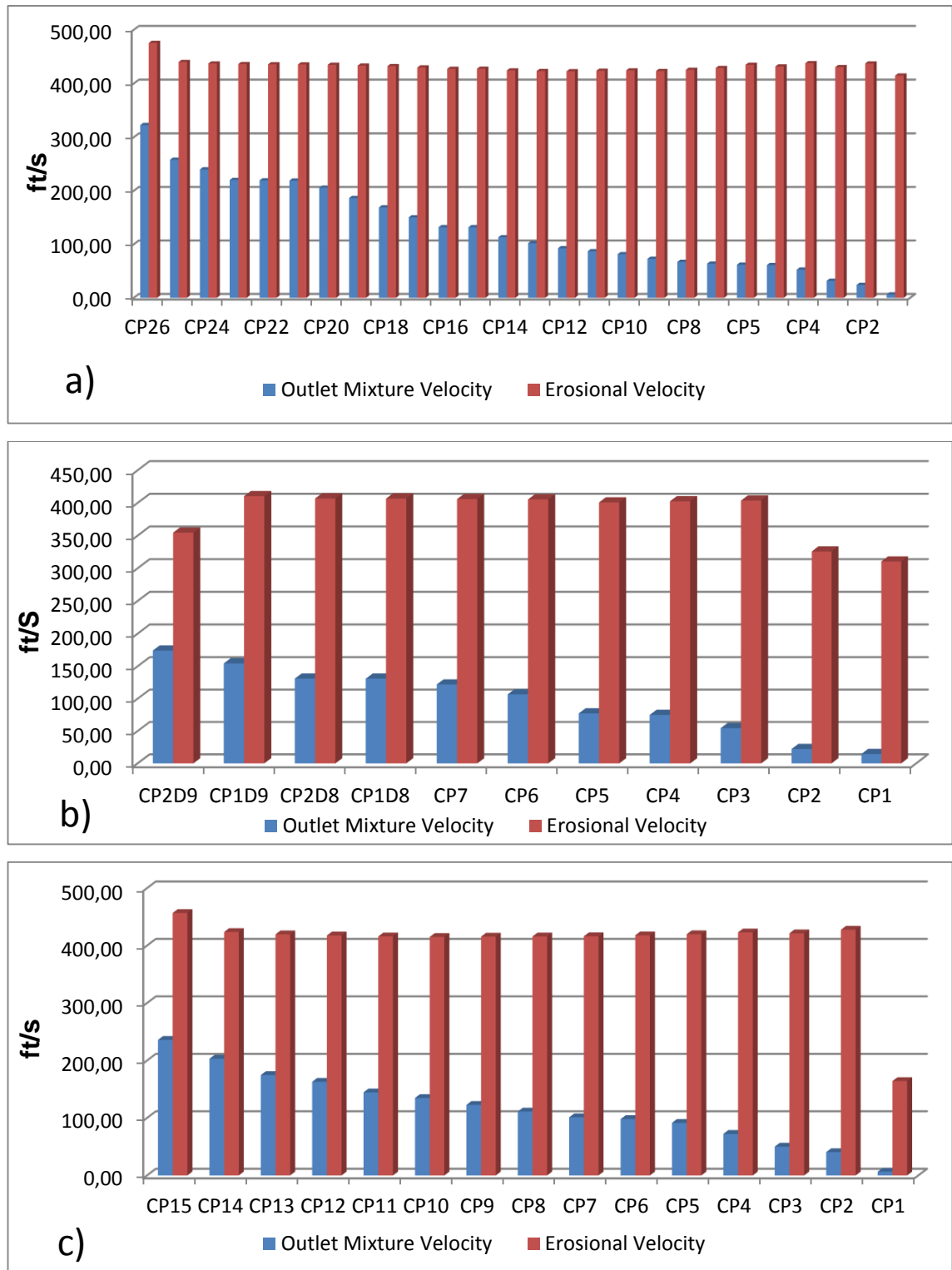
#### **4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS**

Como se describió anteriormente la mejor alternativa en cuanto a contrapresión y velocidad erosional permitidas fue la alternativa No. 3. Sin embargo, se decidió realizar el cálculo del factor de riesgo para las tres alternativas con el fin de que en la ingeniería al detalle se comparen los aspectos económicos y operacionales de las alternativas para una decisión definitiva.

**Figura 10.** Representación gráfica de la velocidad del fluido (azul) versus velocidad erosional (rojo) para la alternativa 3 sólo líquido: a) U-150/130 (Diámetro nominal 4”), b) U-200 (Diámetro nominal 3”), c) U-2100 (Diámetro nominal 3,5”).



**Figura 11.** Representación gráfica de la velocidad del fluido (azul) versus velocidad erosional (rojo) para la alternativa 3 sólo vapor: a) U-150/130 (Diámetro nominal 4”), b) U-200 (Diámetro nominal 3”), c) U-2100 (Diámetro nominal 3,5”).



El análisis presupuestal incluyó los costos por tratamiento y restitución de condensado para cada unidad topping que corresponde al valor de R1; los costos por tratamiento y restitución de condensado que se generan después que se ha realizado la inversión que corresponden al valor de R2 ( R2 toma un valor igual a 0 (cero) pues se supone que después de la inversión no se generan pérdidas de condensado es decir no se debe restituir o tratar condensado nuevo); y, por último, los costos de tuberías generados para la implementación de cada una de las alternativas que corresponden al valor de Ci. Estos costos son precios históricos de tuberías en diferentes reparaciones hechas dentro de la refinería y se pueden observar en el anexo E. Reemplazando los valores en la ecuación 9 descrita en la metodología (ver sección 3.4) se obtuvo el factor j para cada una de las alternativas evaluadas en cada unidad y que se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Análisis económico de las tres alternativas para la unidad 150/130.

UNIDAD 150/130	ALTERNATIVA 1	R1 Ci	\$ 565.581.538,78 \$ 156.882.867,00	Factor j	3,61
	ALTERNATIVA 2	R1 Ci	\$ 565.581.538,78 \$ 178.806.267,40	Factor j	3,16
	ALTERNATIVA 3	R1 Ci	\$ 565.581.538,78 \$ 201.724.990,00	Factor j	2,80
UNIDAD 200	ALTERNATIVA 1	R1 Ci	\$ 221.903.538,9 \$ 194.506.992	Factor j	1,14
	ALTERNATIVA 2	R1 Ci	\$ 221.903.538,9 \$ 178.476.192,00	Factor j	1,24
UNIDAD 2100	ALTERNATIVA 1	R1 Ci	\$ 331.784.193,4 \$ 211.320.510,50	Factor j	1,57
	ALTERNATIVA 2	R1 Ci	\$ 331.784.193,4 \$ 196.267.846,50	Factor j	1,69
	ALTERNATIVA 3	R1 Ci	\$ 331.784.193,4 \$ 206.743.092,00	Factor j	1,60

Según el factor j, la alternativa más viable económicamente para cada unidad es señalada en verde. Si bien el factor j favorece las alternativas Nos. 1 y 2 para las unidades U-150/130 y U-2100 respectivamente, se debe tener en

cuenta que estas presentan altos niveles de velocidad de erosión frente a la alternativa No 3 que potencia el uso de dos cabezales independientes.

## 5. CONCLUSIONES

- El inventario realizado en las unidades topping 150/130, 200 y 2100 muestra que existen un total de 460 trampas de vapor de las cuales el 38,26%(186 unidades) opera en falla.
- Actualmente, se vierten 93,25gpm (20284,41kg/h) de condensado y 33424,6 gpm (4535,68kg/h) de vapor flash relevado por las trampas de vapor por un costo estimado de \$1'119,269,271 COP/año.
- Entre los principales problemas encontrados en el sistema tracing de vapor se encuentra falta de mantenimiento, sobredimensionamiento y orientación errónea de la trampa de vapor, además de escapes de vapor por bridas, válvulas, roscas, etc.
- La máxima contrapresión encontrada por el simulador INPLANT 4.2 en todas las alternativas para los sistemas propuestos de tuberías son inferiores a la máxima contrapresión que soportan las trampas de vapor.
- Se establecieron tres alternativas posibles de solución al problema y se evaluaron económicamente. Si bien en alguno de los casos el factor j favorece las alternativas 1 y 2, se debe tener en cuenta que estas presentan altos niveles de velocidad de erosión frente a la alternativa # 3 que potencia el uso de dos cabezales independientes.

## 6. RECOMENDACIONES

Como recomendaciones al presente trabajo se enumeran las siguientes:

- Se debe identificar las trampas de vapor de manera apropiada con el uso de marcadores y/o placas metálicas.
- También se deben procurar evitar el uso de diversas marcas de trampas con el fin de estandarizar los procesos hacia una mejora continua.
- No se debe utilizar aislamiento para las trampas de vapor tipo termostática o termodinámica. Para ello es necesario adquirir los modelos con tapa aislante que ayudarán en los requerimientos de energía. Sólo las trampas de tipo mecánicas permiten ser aisladas.
- Es necesario verificar el estado real de las trampas de vapor por medio de dispositivos electrónicos como lo es el TRAPMAN. Las especificaciones técnicas para las trampas de vapor y el brochure del dispositivo electrónico TRAPMAN se pueden ver en el anexo F y la página web de TLV [8], respectivamente.
- La siguiente tabla muestra el tipo de trampa que puede ser instalada según la presión de vapor de trabajo.

# PRESIÓN	MARCAS Y MODELOS				
	SPIRAX-SARCO	TLV	NICHOLSON	DOUGLAS	CLARK-RELIANCE
<b>400</b>	TD-52 ; TDS-52 ; TDC	P46SR-A/N/M/W ; A46S	NTD-600; NTD600S	DC-50 A105N	
<b>150</b>	TD-52 ; TDS-52 ; TDC ; TD42S2; TD42 ; TD42L/H	P46SR-A/N/M/W ; A46S	NTD-600; NTD600S	DC-50 A105N	SHB-2
<b>50</b>	TD-52 ; TDS-52 ; TDC ; TD42S2; TD42 ; TD42L/H	P46SR-A/N/M/W ; A46S ; JH3S-X	NTD-600; NTD600S	DC-50 A105N	SHB-2
<b>25</b>	TD-52 ; TDS-52 ; TDC ; TD42S2; TD42 ; TD42L/H	P46SR-A/N/M/W ; A46S ; JH3S-X	NTD-600; NTD600S	DC-50 A105N	SHB-2

## CITAS

[1] Manual de descripción de procesos de las unidades de crudo (MDPU), Documento interno de Ecopetrol.

[2] Responsabilidad integral dirección HSE y gestión social código: ECP-DHS-F-189, Informe de investigación “Quemadura en el dorso del pie izquierdo al supervisor.” Equipo investigador: Paulino Sierra E0222300 Supervisor Operaciones; Saul Nuncira E0229102 Supervisor Operaciones; Nestor S. Figueroa E0223367 Jefe de Turno. Documento interno Ecopetrol.

[3] Portal de objetivos Departamento de refinación de crudos, Gerencia refinería Barrancabermeja (GRB). Documento interno Ecopetrol.

[4] SPIRAX-SARCO, steam engineering online tutorial, What is steam?. [Online]. [Citado agosto 20 de 2014]. Disponible en internet: <http://www.spiraxsarco.com/Resources/Pages/Steam-Engineering-Tutorials/steam-engineering-principles-and-heat-transfer/what-is-steam.aspx>

[5] SPIRAX SARCO, steam engineering online tutorial, Sizing Condensate Return Lines [Online]. [Citado agosto 20 de 2014]. Disponible en internet: <http://www.spiraxsarco.com/Resources/Pages/Steam-Engineering-Tutorials/condensate-recovery/sizing-condensate-return-lines.aspx>

[6] SMSCI. INPLANT, Simulation software Version 4.2

[7] P&ID Cabezal de condensados unidad Prime G (Documento interno de Ecopetrol S.A.)

TLV Global-Gateway [En línea] Disponible en internet: [http://www.tlv.com/global\\_pdf/tii/e-pamphlet-0708-hp.pdf](http://www.tlv.com/global_pdf/tii/e-pamphlet-0708-hp.pdf)

## BIBLIOGRAFIA

EMPRESA COLOMBIANA DE PETROLEOS – ECOPETROL. Manual de descripción de procesos de las unidades de crudo (MDPU). Barrancabermeja: ECOPETROL, 2012

EMPRESA COLOMBIANA DE PETROLEOS – ECOPETROL. Responsabilidad integral dirección HSE y gestión social código: ECP-DHS-F-189, Informe de investigación “Quemadura en el dorso del pie izquierdo al supervisor.” Barrancabermeja: ECOPETROL, 2014

SPIRAX-SARCO, steam engineering online tutorial, What is steam?. [Online]. Disponible en internet: <http://www.spiraxsarco.com/Resources/Pages/Steam-Engineering-Tutorials/steam-engineering-principles-and-heat-transfer/what-is-steam.aspx> [Citado agosto 20 de 2014].

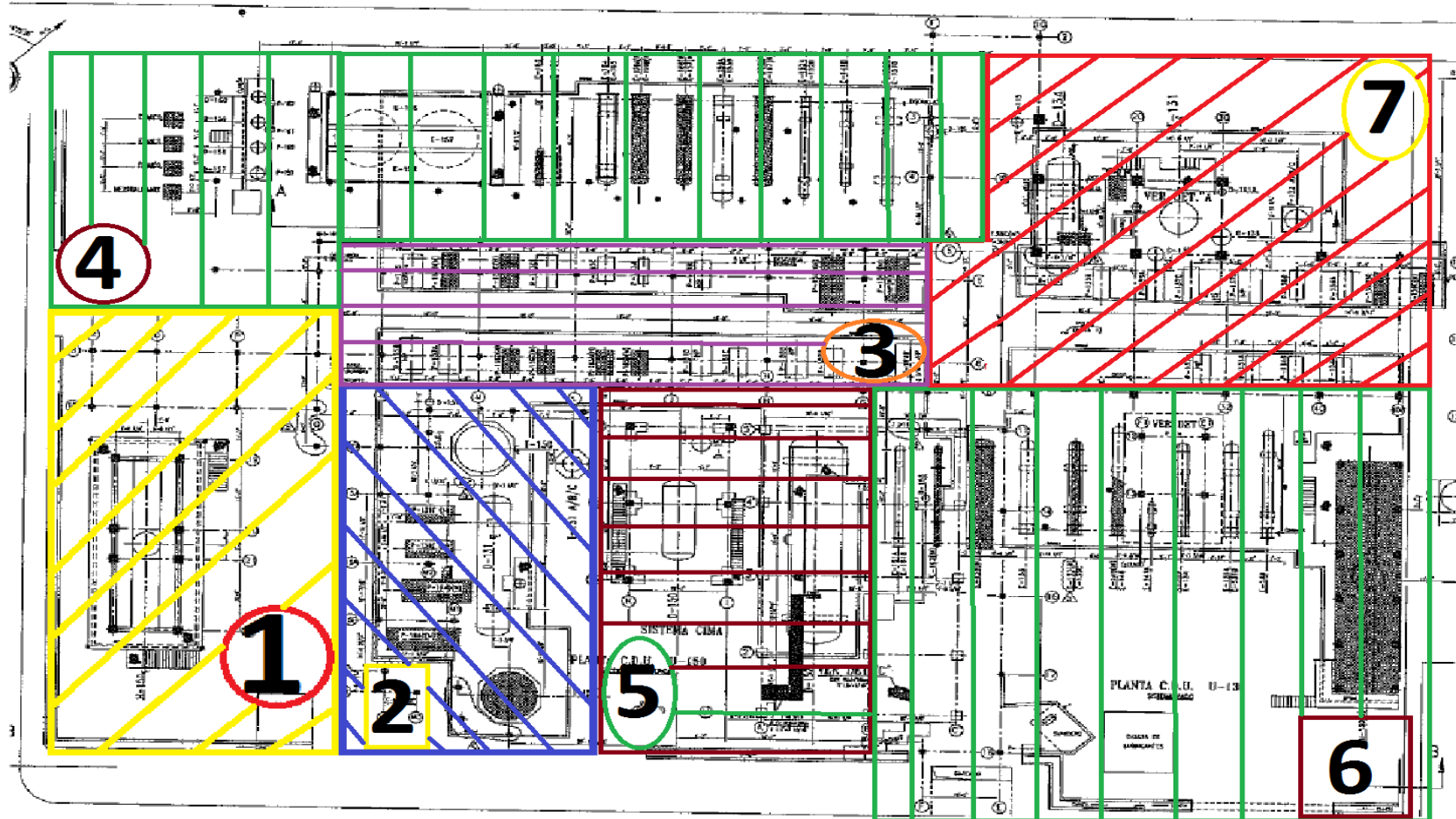
SPIRAX SARCO, steam engineering online tutorial, Sizing Condensate Return Lines [En línea]. Disponible en internet: <http://www.spiraxsarco.com/Resources/Pages/Steam-Engineering-Tutorials/condensate-recovery/sizing-condensate-return-lines.aspx> [Citado agosto 20 de 2014].

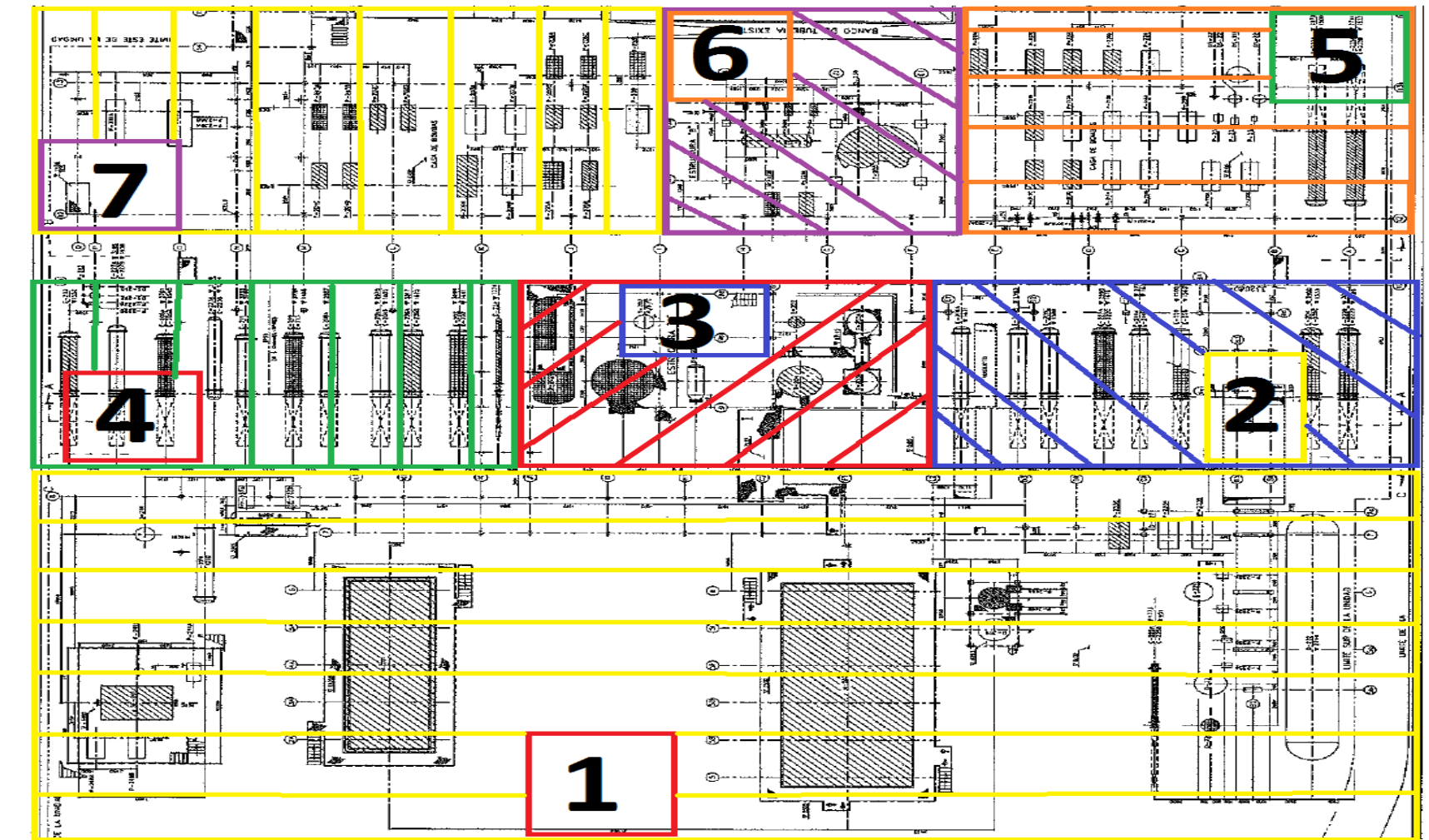
TLV Global-Gateway [En línea] Disponible en internet: [http://www.tlv.com/global\\_pdf/tii/e-pamphlet-0708-hp.pdf](http://www.tlv.com/global_pdf/tii/e-pamphlet-0708-hp.pdf) [citado agosto 25 de 2014].

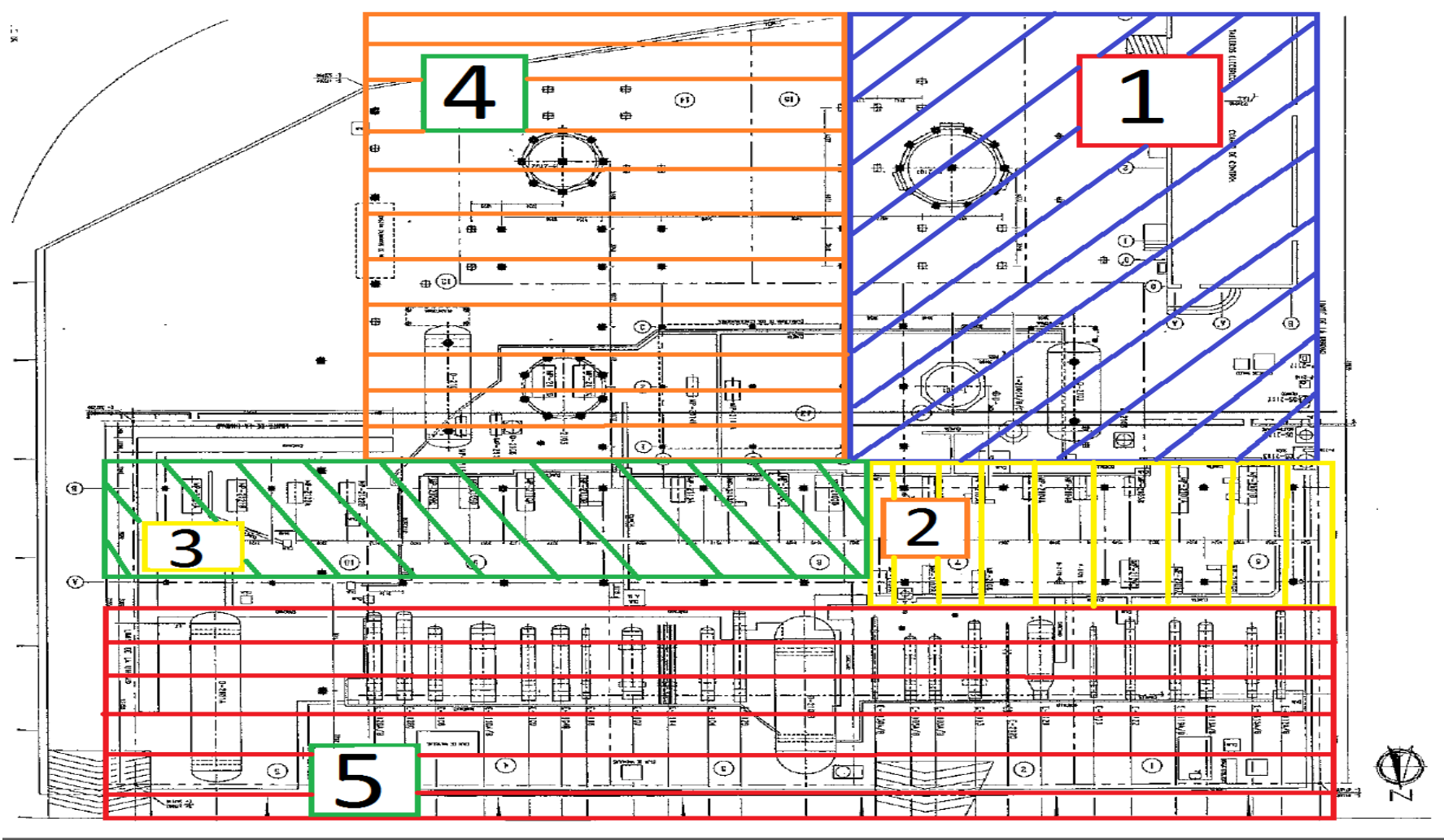
**ANEXO A. Muestra del Inventario de las Trampas de vapor y cálculos de flujo de vapor U-150/130.**

zona	TV #	ubicación	tipo de trampa			modelo	Diam	brid	sold	rosc	vapor psig	VALV		Est. De oper		cd sub.	Línea // Observaciones	Contrapresion Psig	Diferencial de presion [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Descarga de la TV [Kgl/h]	Descargas Parciales TV [Kgl/h]	Descargas parciales [Kgl/h] solo T.V. OK	vapor flash total [Kgl/h]	Flujo de condensado [Kgl/h]
			TON	TST	MEC							si	no	ok	falla									
2	15	T-150	x			spirax-sarco TD-52	1/2"	x			150	x		x	N	Caimán #1, línea sale de la 2 planta de la T-150 // línea fría	0	10,545	34,15887379			5,577217604	28,58165618	
2	16	P-131F	x			spirax-sarco TD-52	1/2"	x			400	x		x	N	Succión de bomba crudo reducido, proviene del D-131	0	28,12	83,43114712			21,3151793	62,11596782	
2	17	P-131F	x			spirax-sarco TD-52	1/2"	x			400	x		x	N	Succión crudo reducido	0	28,12	83,43114712			21,3151793	62,11596782	
2	18	P-131F				spirax-sarco TD-52	1/2"	x			400	x		x	N	Succión crudo reducido	0	28,12	83,43114712			21,3151793	62,11596782	
2	19	P-131F				spirax-sarco TD-52	1/2"	x			25	x		x	N	cabezal de vapor // TV caliente pero no se visualiza si descarga.	0	1,7575	6,679201475			0,382071799	6,297129676	
2	20	P131F	x			Douglas DC-50, A105N	1/2" \\ tiubin g		x		400	x		x	N	tracking crud. Reducido que entra al D-131 // Línea fría	0	28,12	76,0815			19,43747473	56,64402527	
2	21	P131F	x			spirax-sarco TD-52	1/2"	x			400	x		x	N	Tracing descarga de bomba // Línea caliente pero no se visualiza si la TV descarga	0	28,12	83,43114712			21,3151793	62,11596782	
2	22	P131F	x			spirax-sarco TD-52	1/2"	x			400	x		x	N	Tracing descarga de bomba // Línea caliente pero no se visualiza si la TV descarga	0	28,12	83,43114712			21,3151793	62,11596782	
2	23	P131E	x			spirax-sarco TD-52	1/2"	x			400	x		x	N	Tracing succión crudo reducido	0	28,12	83,43114712			21,3151793	62,11596782	
2	24	P131E	x			spirax-sarco TD-52	1/2"	x			400	x		x	N	Tracing succión bomba // Línea fría	0	28,12	83,43114712			21,3151793	62,11596782	
2	25	P131E	x			spirax-sarco TD-52	1/2"	x			400	x		x	N	Tracing succión bomba // Línea fría	0	28,12	83,43114712			21,3151793	62,11596782	
2	26	P131E	x			spirax-sarco TD-52	1/2"			x	25	x		x	N	Vapor de sello	0	1,7575	6,679201475	<b>791,0479537</b>	<b>430,5141386</b>	0,382071799	6,297129676	

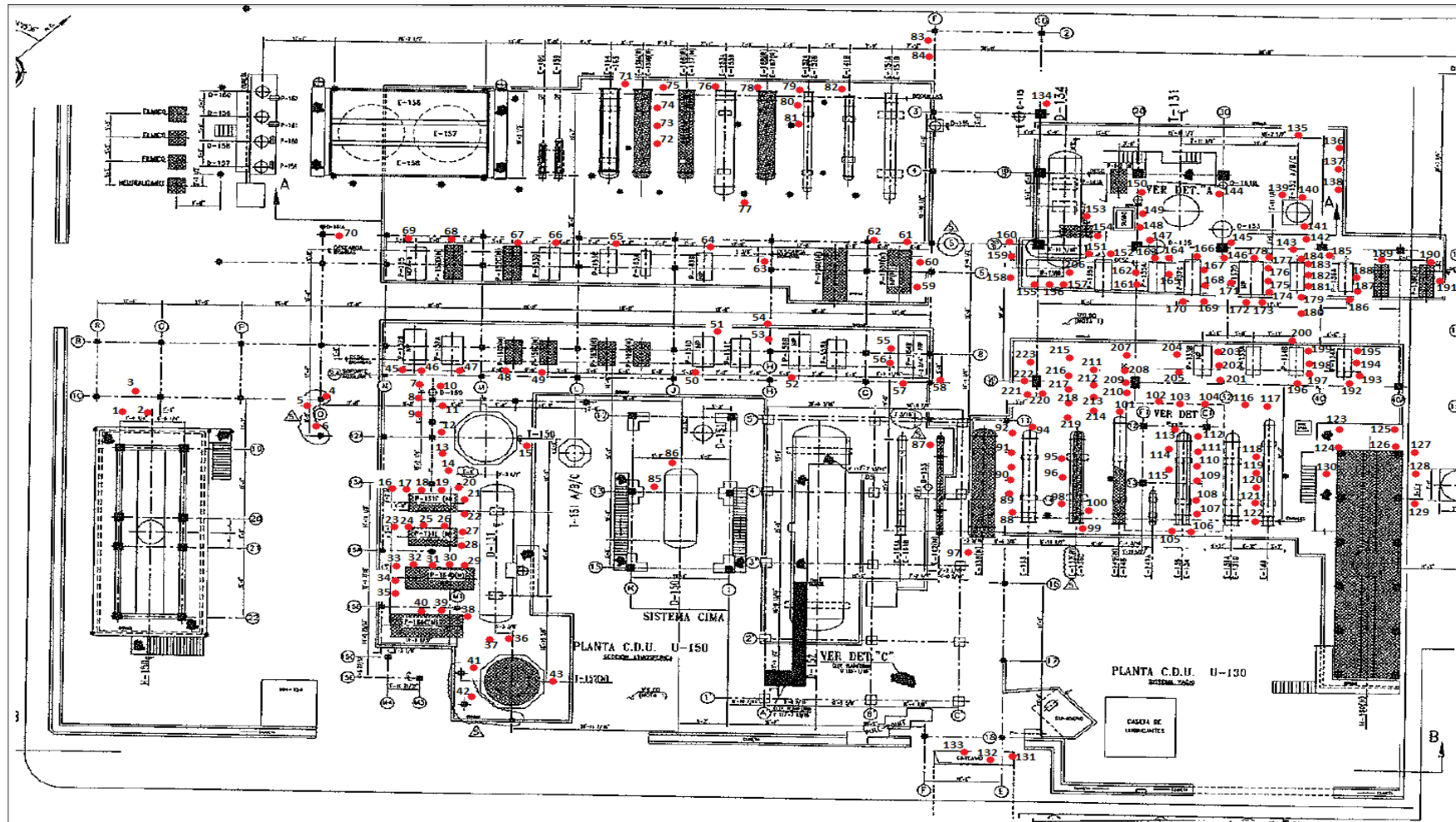
ANEXO B. Delimitación por zonas de las Unidades Topping.

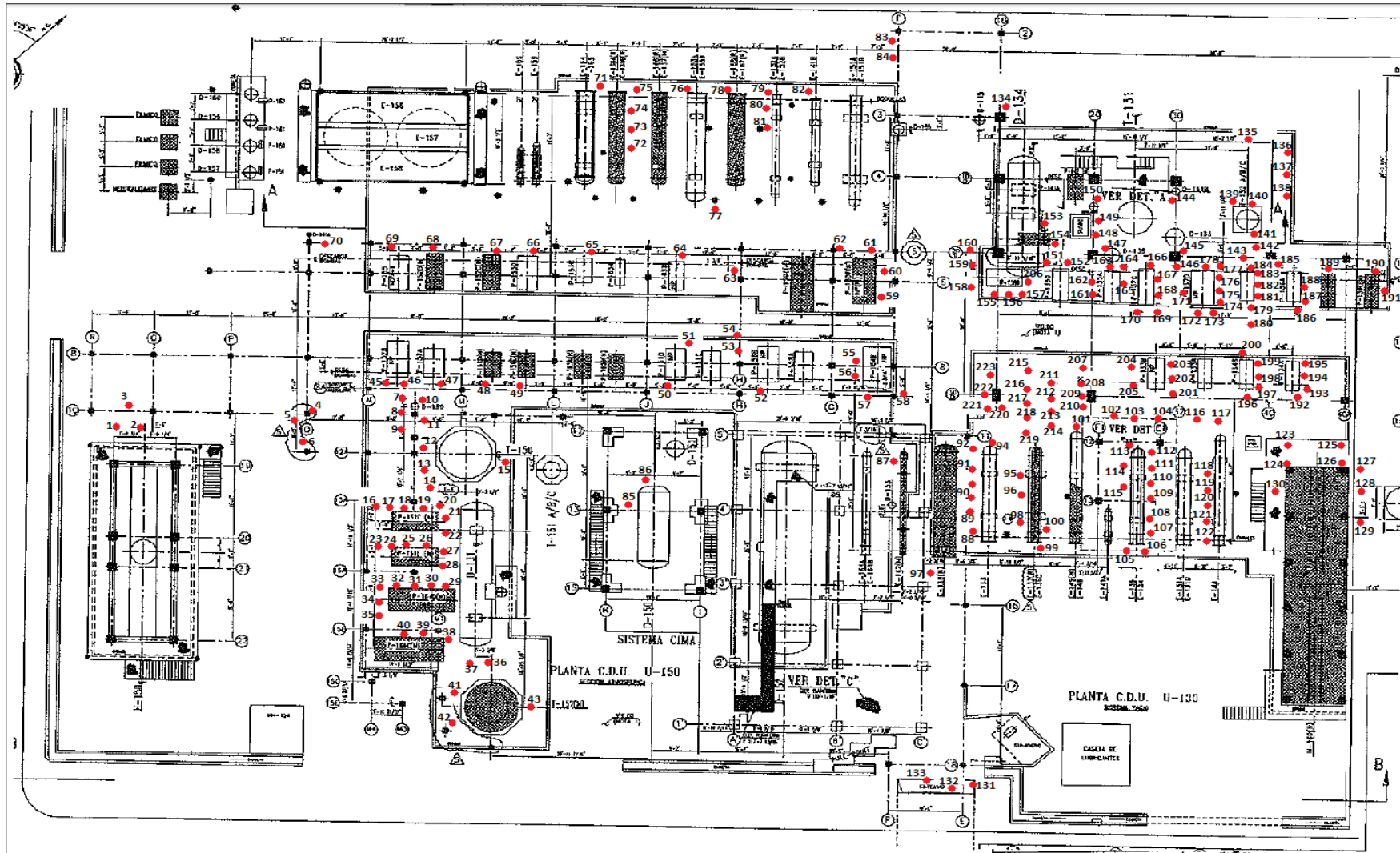


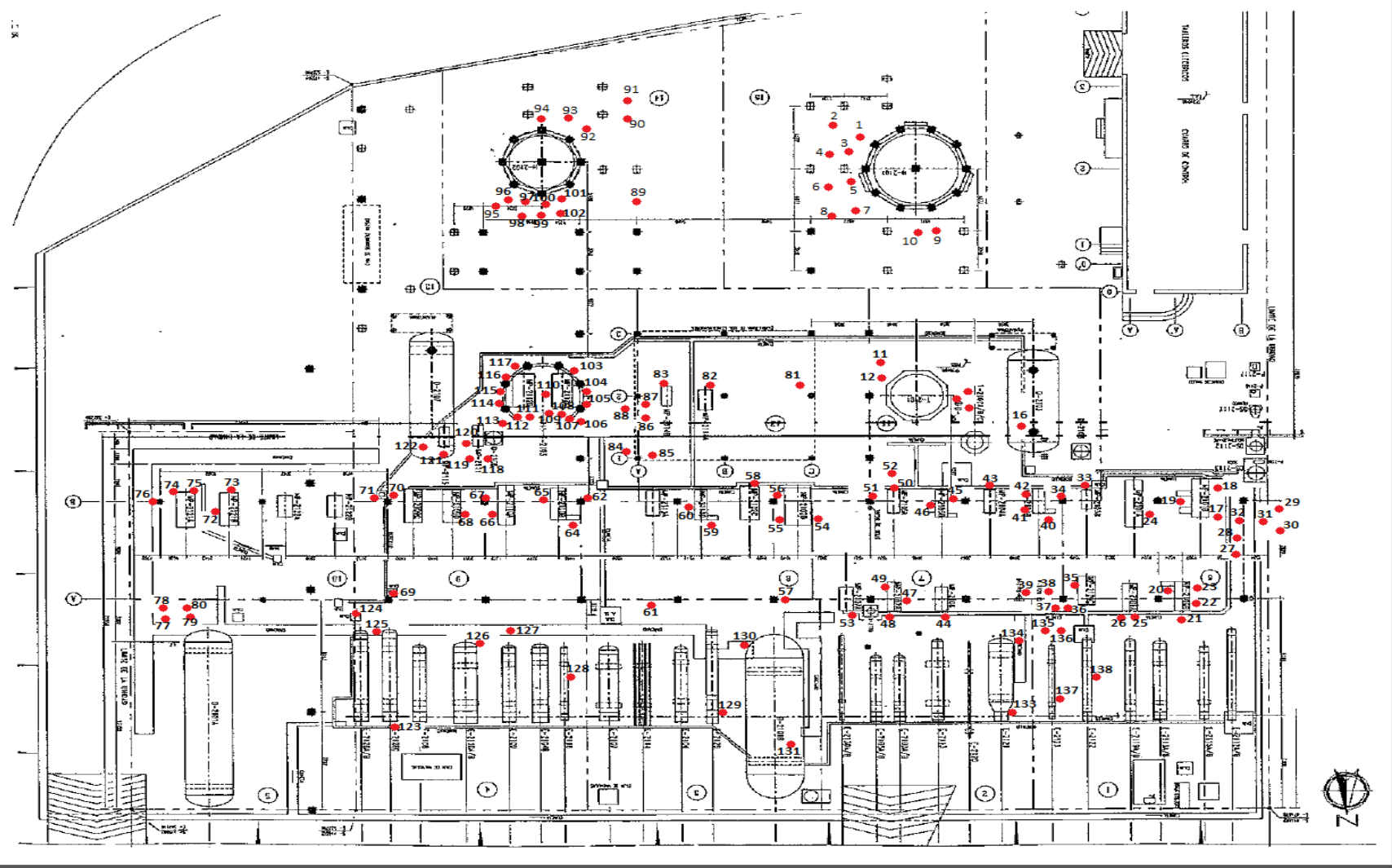




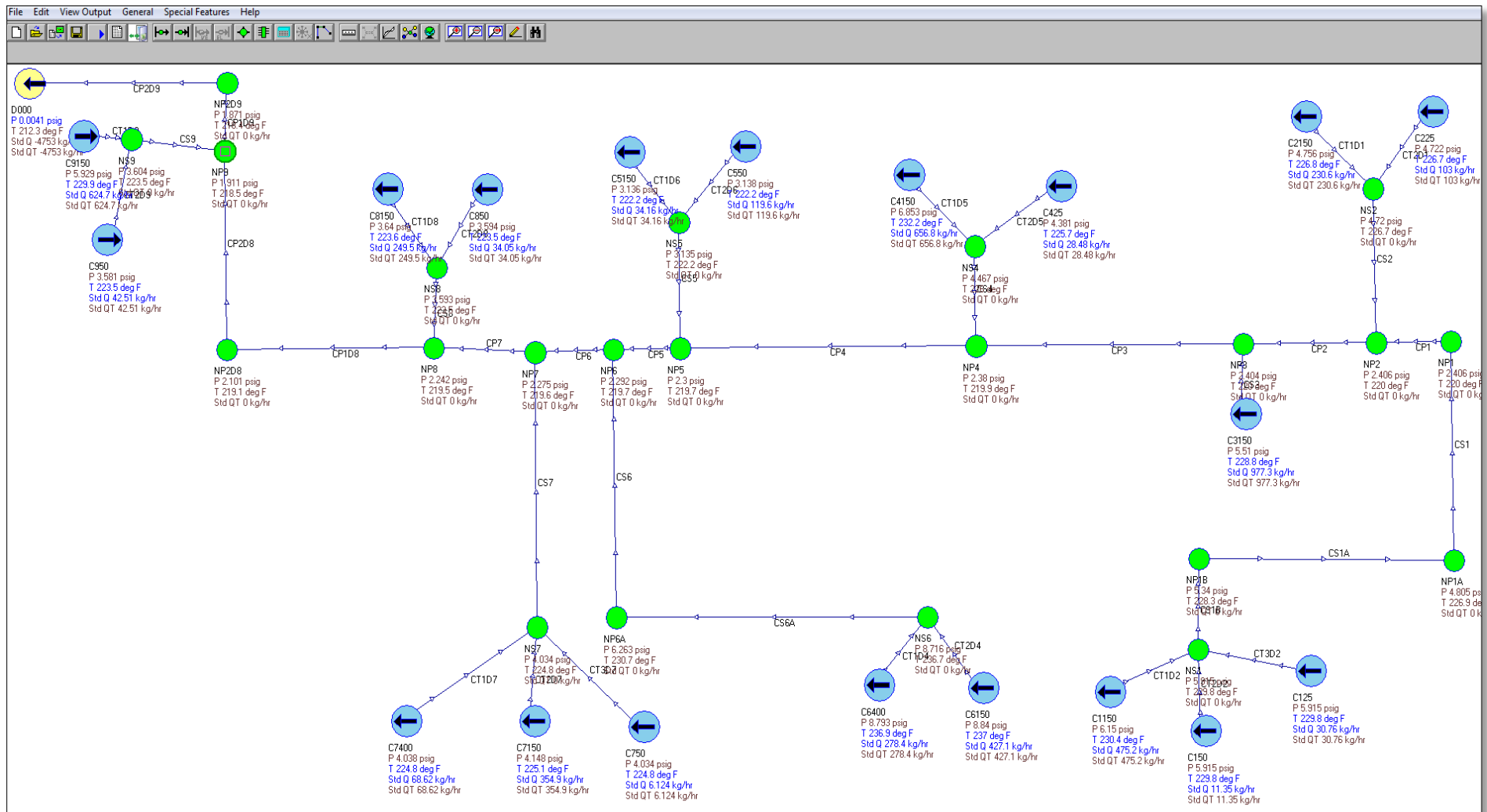
### ANEXO C. Ubicación espacial de las trampas de vapor dentro de las unidades Topping.



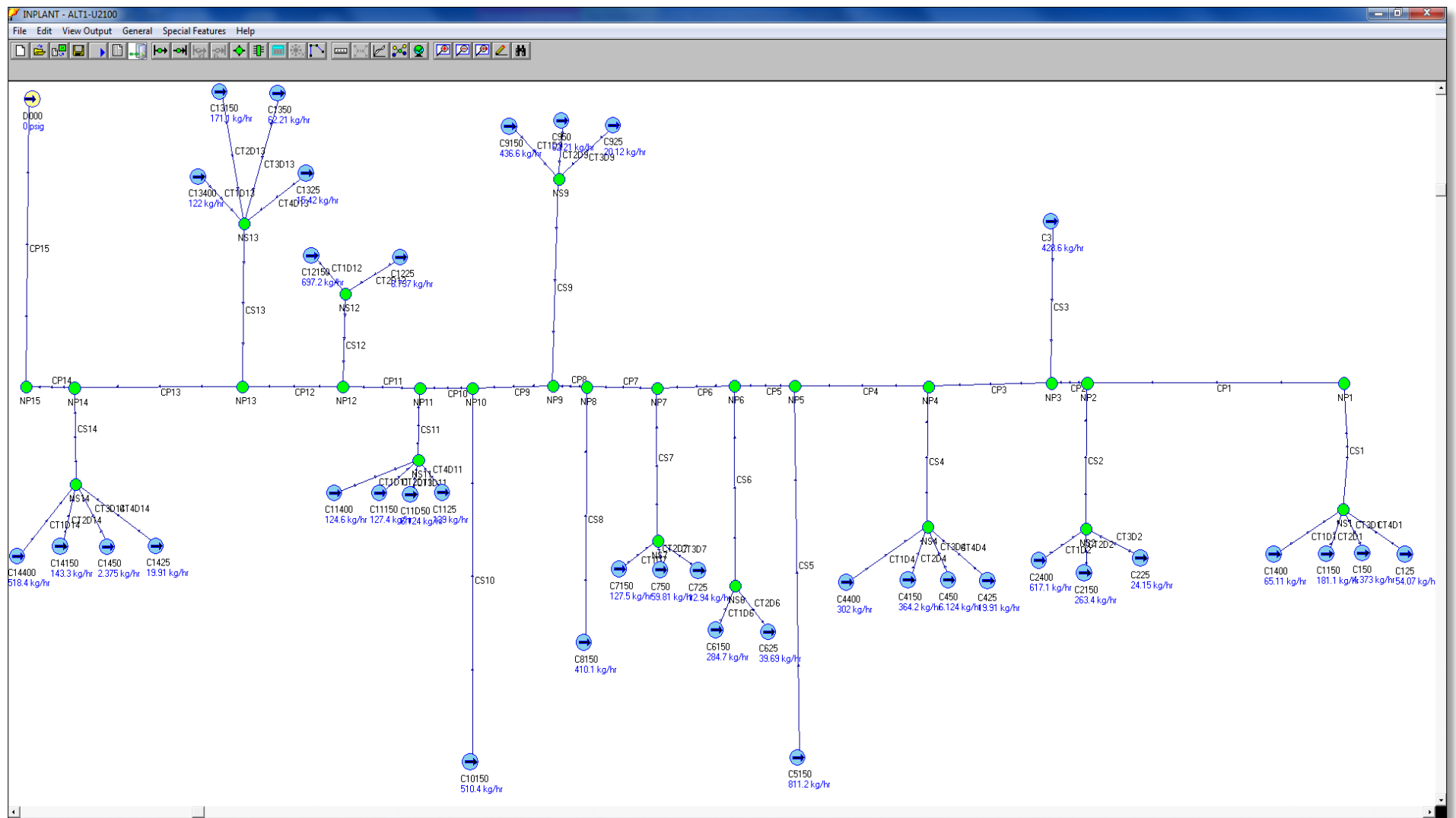








Unidad 200



Fuente. Herramienta interna Ecopetrol S.A. Unidad 2100

## ANEXO E. Costos paramétricos de Tuberías.

Ecopetrol - CGC - GRB  
Fecha: Dec 11 2012 12:55PM  
Dependencia: GERENCIA DE PROYECTOS REFINACIÓN  
Y PETROQUÍMICA  
Destino: JUAN MAURICIO LÓPEZ BARBOSA  
Original con Copias Folios: 6 Anexos: 0

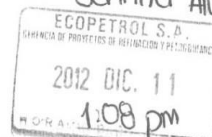


2-2012-078-40163



VICEPRESIDENCIA DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA  
GERENCIA DE PROYECTOS DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA

Jennifer Alvarado



### MEMORANDO

PIN/GPR-167-12  
Barrancabermeja, Diciembre 11 de 2012

PARA: **Ing. Juan Mauricio López;** Gerente de Proyectos de Refinación y Petroquímica.

DE: **Ing. Reynaldo Acevedo Rodríguez;** Jefe del Departamento de Ingeniería – PIN.

ASUNTO: **DIVULGACIÓN PARAMÉTRICOS DE TRANSFORMADORES Y TUBERÍA PARA LA VRP.**

El equipo de Estimación de Costos de la GRP en conjunto con la Dirección Corporativa de Proyectos (DPY), tienen el objetivo de crear métricas propias de la compañía, que fortalezcan la revisión y validación de los estimativos de costos y tiempos de los programas y proyectos.

Como resultado se han generado paramétricos de costos que permiten apoyar la toma de decisiones en fases tempranas de maduración y gestión de proyectos, obteniendo una mejor predictibilidad y control de los servicios en la Estimación de Costos en la VRP.

Los paramétricos fueron generados mediante información histórica de contratos ejecutados en la Refinería de Barrancabermeja, entre los años 2001 hasta 2011, así como también de proyectos que se maduraron durante el año 2012 dentro de la Gerencia de Proyectos.

A continuación se presentan los paramétricos mencionados:

VRP-DPY-F-045  
Versión: 01

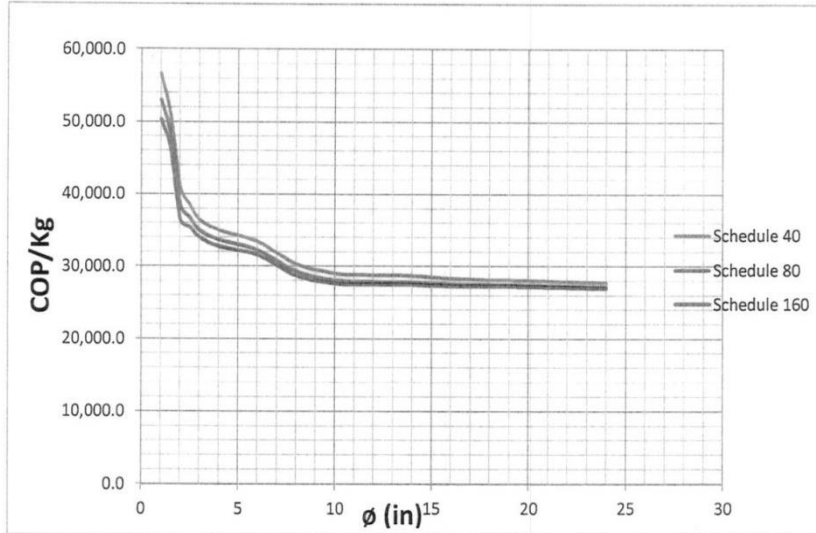
Página 1 de 6  
Carrera 3 Calle 10 y 10ª Oficinas del 25 de Agosto,  
Bloque 2, Barrancabermeja/Santander - Colombia.  
Teléfonos: (0\_7)6209301 Fax: (0\_7) 6209030

*JMB*



VICEPRESIDENCIA DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA  
GERENCIA DE PROYECTOS DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA

Paramétricos de Tubería



Peso de Tubería (kg/m)			
Calibre			
Dimensión Nominal (in)	40	80	160
1	2.5	3.24	4.24
1 1/2	4.05	5.41	7.25
2	5.44	7.48	11.11
3	11.29	15.27	21.35
4	16.07	22.32	33.54
6	28.26	42.56	67.56
8	42.55	64.64	111.27
10	60.31	96.01	172.33
12	79.73	132.08	238.76
14	94.55	158.1	281.7
16	123.3	203.53	365.35
18	155.8	254.55	459.37
20	183.42	311.17	564.81
24	255.41	442.08	808.22

VRP-DPY-F-045  
Versión: 01

Página 4 de 6  
Carrera 3 Calle 10 y 10ª Oficinas del 25 de Agosto,  
Bloque 2, Barrancabermeja/Santander - Colombia.  
Teléfonos: (0\_7)6209301 Fax: (0\_7) 6209030

*FR*

**VICEPRESIDENCIA DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA  
GERENCIA DE PROYECTOS DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA**

Consideraciones

- Los paramétricos mostrados, se generaron utilizando información histórica de proyectos ejecutados desde el año 2001 hasta el año 2011, en la Refinería de Barrancabermeja.
- Los precios se normalizaron a 2012 con la herramienta corporativa Escalation Tool.
- Los costos se expresan en COP/Kg de tubería.
- La abscisa de la gráfica ( $\emptyset$ ) representa el diámetro de la tubería en pulgadas.
- Se presentan los tres Schedule más usados dentro de la Refinería de Barrancabermeja.
- El material de la tubería es acero al carbono A106 y A53.
- Se analizaron tuberías comerciales de Schedule 40, 80 y 160 en un rango de diámetro ( $\emptyset$ ) de:  $\frac{1}{2}'' \leq \emptyset \leq 24''$ .

Inclusiones

- Suministro y montaje de tubería y accesorios menores (excepto bridas y válvulas) de acero al carbón en campo en alturas de hasta 6m.
- Alquiler, armado y desarmado de andamios.
- Prueba hidrostática y precomisionamiento.
- Suministro e instalación de soportes metálicos típicos (Incluye pintura).
- Suministro y aplicación de limpieza y pintura para tuberías aéreas bajo la especificación técnica corporativa.

Exclusiones

- Escalación y contingencia.
- AIU y demás costos indirectos.
- Costos de pasos especiales (Cruces de vía, subfluviales, viaductos etcétera), infraestructura de seccionamiento, tendido de fibra óptica en la línea y sistemas de protección catódica.
- Ensayos no destructivos en montaje (rayos X, Ultrasonido y alivios térmicos).





**VICEPRESIDENCIA DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA  
GERENCIA DE PROYECTOS DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA**

Los anteriores paramétricos han sido elaborados por el Equipo de Estimación de Costos del departamento de Ingeniería de la VRP, validados por la DPY y posteriormente divulgados para su respectiva aplicación. Estos paramétricos son objeto de mejoramiento y normalización continua en función de la información disponible.

Cordialmente,

**Reynaldo Acevedo Rodríguez**  
**Jefe Departamento de Ingeniería PIN - GRP**

C.C Dra. Lesly Castro, Coordinadora de contratación GRB  
Ing. Iván Guerrero Gomez, Jefe Departamento de Proyectos  
Ing. Cesar Luis Barco Garcia, Director Corporativo de Proyectos

## ANEXO F. Curvas de operación y especificaciones técnicas de algunas Trampas de Vapor instalas en las unidades Topping.



Cert. No. LRQ 0963008

ISO 9001

# spirax/sarco

TI-P068-07  
ST Issue 9

## Purgador termodinámico para vapor TD42S2

### Descripción

El TD 42S2 es un purgador termodinámico con cuerpo de acero forjado y conexiones SW. Disponemos de una gama completa de purgadores de baja capacidad ( $\frac{1}{2}$ " - 1"), los TD42S2LC para aplicaciones como drenaje de líneas de distribución o traceado.

**Nota:** Para aplicaciones de temperaturas bajas hasta  $-46^{\circ}\text{C}$  usar el TD42S3 (ASTM A350 LF2) - Para más información ver TI-P068-23.

### Normativas

Este producto cumple totalmente con los requisitos de la Directiva Europea de Equipos a Presión 97/23/EC.

### Certificados

Dispone de certificado EN 10204 3.1. como estándar.

**Nota:** Los certificados/requerimientos de inspección deben solicitarse con el pedido.

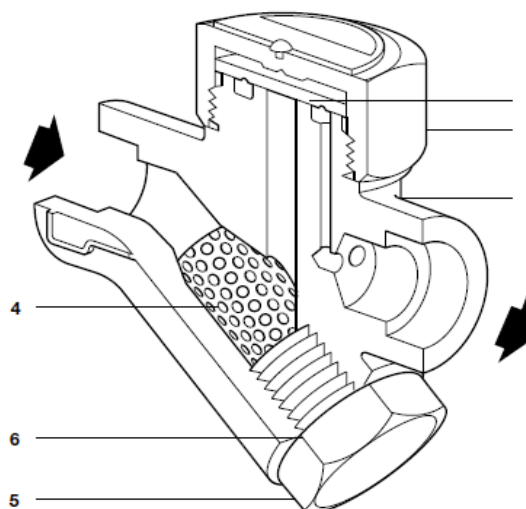
### Tamaños y conexiones

$\frac{1}{2}$ " LC,  $\frac{3}{4}$ " LC, 1" LC,  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{4}$ " y 1" Preparadas para soldar SW ASME (ANSI) B 16.11 Sch 80/BS 3799 Clase 3000 lb.

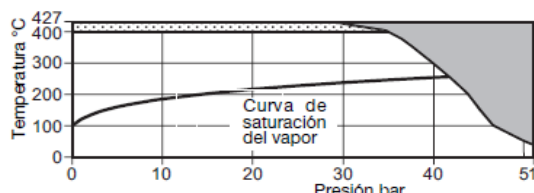
### Extras opcionales

**Tapa aislante:** para evitar que el purgador sea influido indebidamente por una pérdida excesiva de calor tal como la que tiene lugar cuando está sometido a temperaturas exteriores bajas, viento, lluvia, etc.

**Válvula de purga:** puede montar una válvula de purga BDV1 o BDV2 en la tapa del filtro, también puede ser taladrado y roscado a  $\frac{1}{8}$ " BSP or NPT para montar un tapón.



### Rango de operación (ISO 6552)



El purgador **no puede** trabajar en esta zona.

No se debe usar el purgador en esta zona.

**Nota:** Si está expuesto a temperaturas por encima de los  $425^{\circ}\text{C}$ , la fase de carburo del acero se puede convertir en grafito. Esto es aceptable pero no recomendado en uso de periodos largos por encima de  $425^{\circ}\text{C}$ .

Condiciones de diseño del cuerpo	ANSI/ASME 300
PMA Presión máxima admisible	51 bar r a $38^{\circ}\text{C}$
TMA Temperatura máxima admisible	$427^{\circ}\text{C}$ a 28 bar r
Temperatura mínima admisible	$0^{\circ}\text{C}$
PMO Presión máxima de trabajo para vapor saturado	42 bar r
TMO Temperatura máxima de trabajo	$400^{\circ}\text{C}$ a 34 bar r
Temperatura mínima de trabajo	$0^{\circ}\text{C}$
<b>Nota:</b> para temperaturas de trabajo inferiores consultar con Spirax Sarco	
$\Delta\text{PMX}$ Maximum differential pressure	42 bar
PMOB Contrapresión máxima de trabajo no debe exceder el 80% de la presión de entrada.	
Presión mínima de entrada para un funcionamiento satisfactorio	0,25 bar r
Prueba hidráulica:	76 bar r

### Materiales

No.	Parte	Material
1	Cuerpo	Acero ASTM A105N
2	Tapa	Acero inoxidable AISI 416
3	Disco	Acero inoxidable BS 1449 420 S45
4	Tamiz	Acero inoxidable AISI 316L
5	Tapón tamiz	Acero ASTM A105N
6	Junta tapón tamiz	Acero inoxidable BS 1449 304 S16
* 7	Tapa aislante (extra opcional)	Aluminio

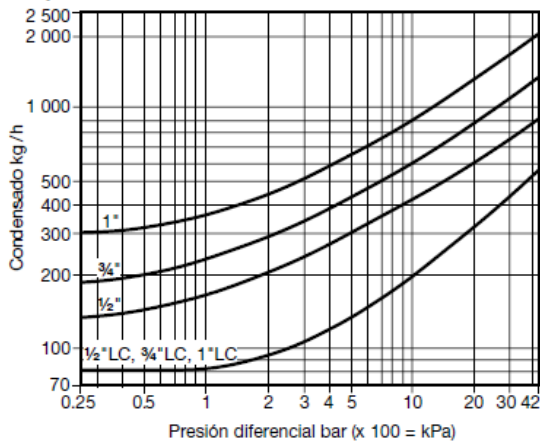
\* **Nota:** Item 7 no se muestra en el dibujo de recambios al dorso.

En beneficio del desarrollo y mejora del producto, nos reservamos el derecho de cambiar la especificación.

© Copyright 2009

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

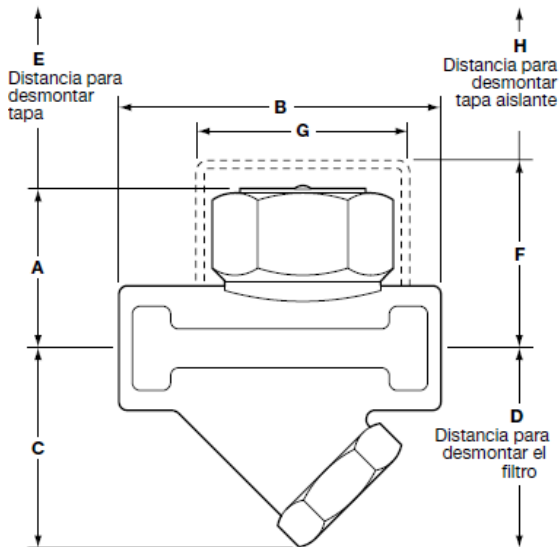
## Capacidades



Al dimensionar el TD42S2 se debe asegurar que se selecciona el modelo correcto, para asegurar un funcionamiento adecuado y máxima durabilidad. Para aplicaciones de drenaje de tuberías y traseado se debería seleccionar la versión LC independientemente del tamaño de tubería.

## Dimensiones/peso (aproximado) en mm y kg

Tamaño	A	B	C	D	E	F	G	H	Peso
1/2"	41	76	46	71	20	57	57	38	0,80
1/2" LC	40	76	46	71	20	57	57	38	0,75
3/4"	47	78	47	72	20	63	57	38	1,00
3/4" LC	44	78	47	72	20	57	57	38	1,00
1"	53	92	52	77	25	63	70	38	1,50
1" LC	48	92	52	77	20	60	57	38	1,50



## Seguridad, Instalación y Mantenimiento

Para información de seguridad, instalación y mantenimiento ver instrucciones que acompañan al equipo (IM-P068-37).

### Nota de instalación:

Instalar el TD42S2 preferentemente en horizontal y a ser posible codo, aunque puede instalarse y trabajar en otras posiciones.

### Eliminación

Este producto es totalmente reciclable. No es perjudicial con el medio ambiente si se elimina con las precauciones adecuadas.

### Como pasar pedido

**Ejemplo:** 1 Purgador termodinámico Spirax Sarco TD42S2LC de 1/2" con conexiones SW y con tapa aislante para protección del viento y lluvia.

## Recambios

Las piezas de recambio disponibles están indicadas con línea de trazo continuo. Las piezas dibujadas con línea de trazos, no se suministran como recambio.

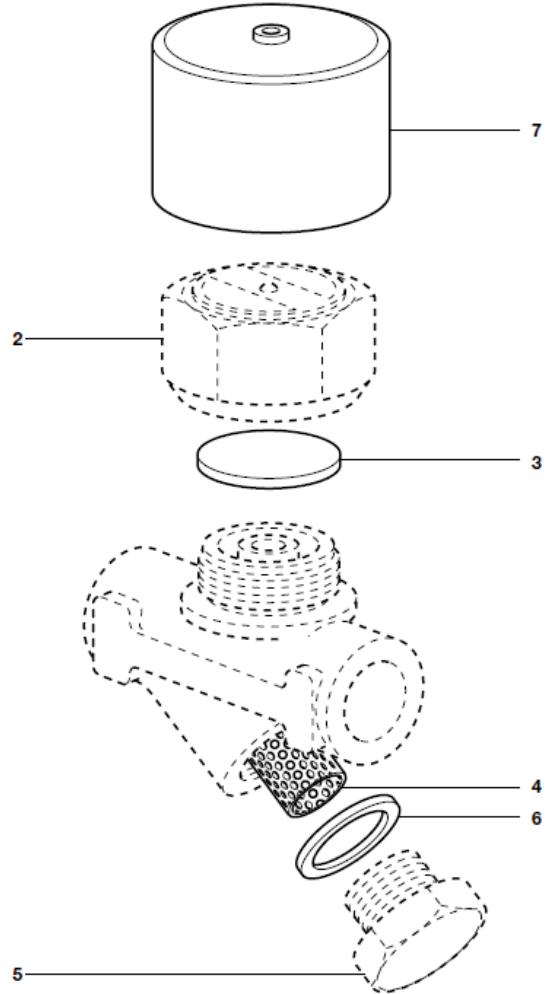
### Recambios disponibles

Disco	(3 unidades)	3
Tamiz y junta tapón tamiz		4, 6
Junta tapón tamiz	(3 unidades)	6
Tapa aislante		7

### Como pasar pedido de recambios

Al pasar pedido debe usarse la nomenclatura señalada en el cuadro anterior, indicando el tamaño y tipo de purgador

**Ejemplo:** 1 - Tamiz y junta para purgador termodinámico Spirax Sarco TD42S2 de 1/2".



### Pares de apriete recomendados

Item	mm	N m
1/2" LC	36 E/C	87 - 97
3/4" LC	36 E/C	87 - 97
1" LC	36 E/C	87 - 97
2 1/2"	41 E/C	100 - 110
3/4"	41 E/C	100 - 110
1"	55 E/C	140 - 160
5 (todos los tamaños)	27 E/C M24	120 - 135



## Trampas termodinámicas TD52, TDS52 y TDS52LC

### Descripción

Las TD52, TDS52 y TDS52 LC son trampas termodinámicas para drenaje de líneas de vapor; la TDS52LC en particular se utiliza donde los caudales de condensado son típicamente bajos. Descargan condensado a la temperatura del vapor saturado. Totalmente de acero inoxidable. Partes activas endurecidas. Son robustas y no son afectadas por golpes de ariete, vapor sobrecalentado, vibraciones ni condensado corrosivo. Responden instantáneamente y funcionan con la mayor eficiencia en todos los rangos de presión.

El filtro o canasto incorporado a las trampas TDS52 y TDS52LC reduce el espacio de instalación y garantiza la retención de suciedades antes de depositarse en el asiento, evitando el desgaste provocado por el cierre defectuoso del disco. Purgando el canasto, se mantiene siempre en excelentes condiciones de retención de partículas.

### Condiciones límite

PMO - Presión máxima de operación	42 kg/cm <sup>2</sup>
TMO - Temperatura máxima de operación	430°C
PMOB - Contrapresión máxima: no puede exceder el 80% de la presión de entrada	
Presión diferencial admisible mínima para trabajar satisfactoriamente	0,250 kg/cm <sup>2</sup>

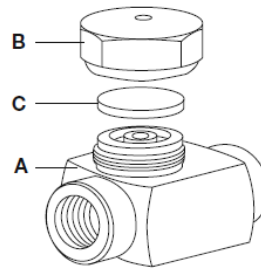
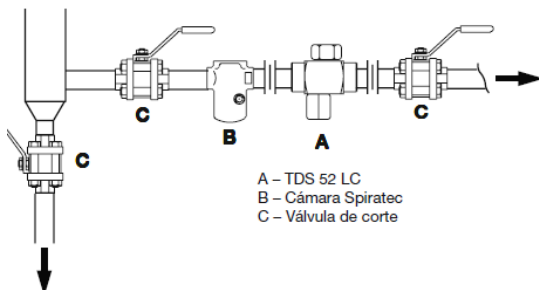
### Materiales

Parte	Material
A	Cuerpo AISI 420 F
B	Tapa AISI 416
C	Disco AISI 420 F
D	Tapón para canasto AISI 416
E	Junta AISI 304
F	Malla AISI 304 Mesh 25

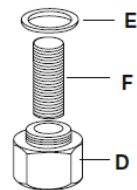
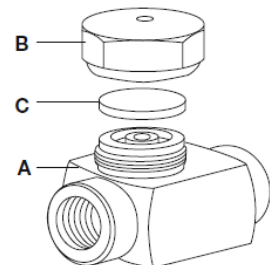
### Repuestos

Disco	C
Canasto	F
Canasto arrado	D, E, F

### Instalación recomendada



TD52



TDS52 / TDS52LC

### Cómo especificar

Ejemplo: 1 - Trampa termodinámica Spirax Sarco TD52 construida totalmente en acero inoxidable, conexiones ¼" BSPT.

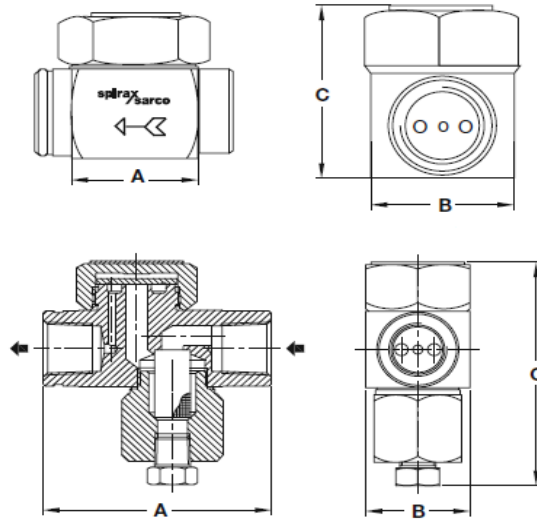
En beneficio del desarrollo y mejora del producto, nos reservamos el derecho de cambiar la especificación.

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

## Trampas para vapor

### Dimensiones (aproximadas) en mm y kg TD52

Tamaño	A	B	C	Peso
DN10 - 3/8"	51	35	43	0,34
DN15 - 1/2"	68	38	50	0,57
DN20 - 3/4"	72	44	60	0,90
DN25 - 1"	84	54	72	1,36



### TDS52

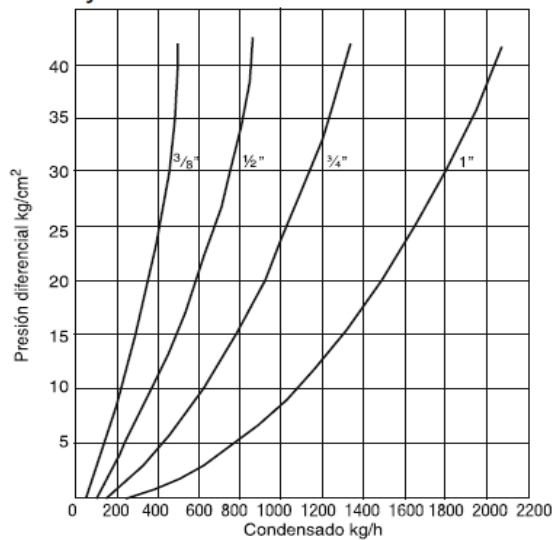
Tamaño	A	B	C	Peso
DN10 - 3/8"	69	35	84	0,55
DN15 - 1/2"	83	38	92	0,80
DN20 - 3/4"	86	44	102	1,25

### TDS52LC

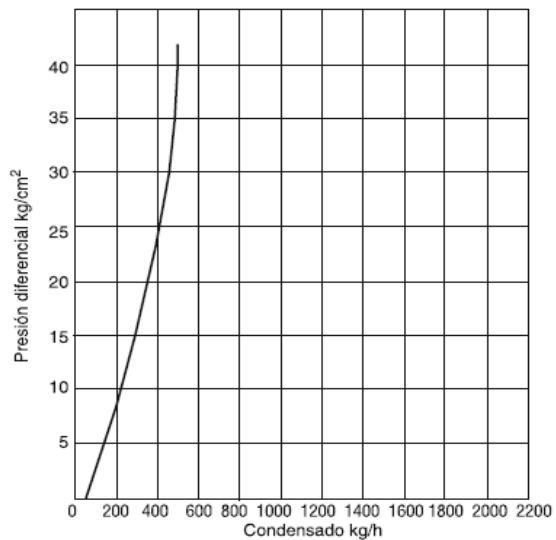
Tamaño	A	B	C	Peso
DN15 - 1/2"	83	38	82	0,78

### Capacidad de descarga a temperatura de vapor saturado

#### TD52 y TDS52



#### TDS52LC





Cert. No. LRQ 0963008

ISO 9001

# spirax/sarco

TI-S01-03  
ST Issue 9

## TD42L and TD42H Thermodynamic Steam Traps

### Description

The TD42L and TD42H are maintainable thermodynamic steam traps. The TD42L is specifically designed for relatively small condensate loads and therefore is ideal for mains drainage applications. For process type loads the TD42H is available. For those applications where the release of air is a concern, an anti-air-binding disc is available i.e. TD42LA and TD42HA. All external body surfaces have an electroless nickel preparation (ENP) which is both energy saving and oxidation resistant.

### Standards

These products fully comply with the requirements of the European Pressure Equipment Directive 97/23/EC.

### Certification

This product is available with a manufacturer's Typical Test Report. **Note:** All certification/inspection requirements must be stated at time of order placement.

### Sizes and pipe connections

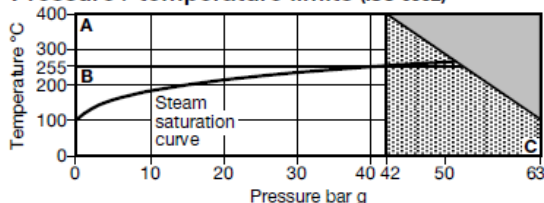
<b>TD42L</b>	3/8", 1/2", 3/4" and 1"	screwed BSP or NPT
<b>TD42H</b>	1/2", 3/4" and 1"	screwed BSP or NPT
<b>TD42LA</b>	3/8", 1/2", 3/4" and 1"	screwed BSP or NPT
<b>TD42HA</b>	1/2" and 3/4"	screwed BSP or NPT

### Optional extras

**Insulating cover:** to prevent the trap being unduly influenced by excessive heat loss such as when subjected to low outside temperatures, wind, rain etc.

**Integral blowdown valve:** a BDV1 or BDV2 can be fitted to the strainer cap, alternatively the strainer cap can be drilled, tapped and plugged 3/8" BSP or NPT.

### Pressure / temperature limits (iso 6552)

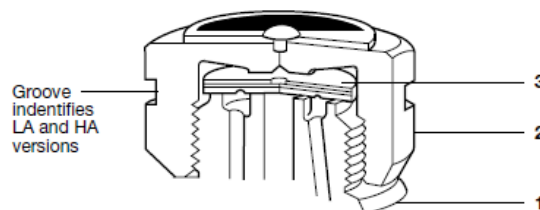
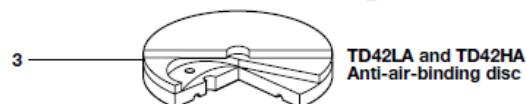
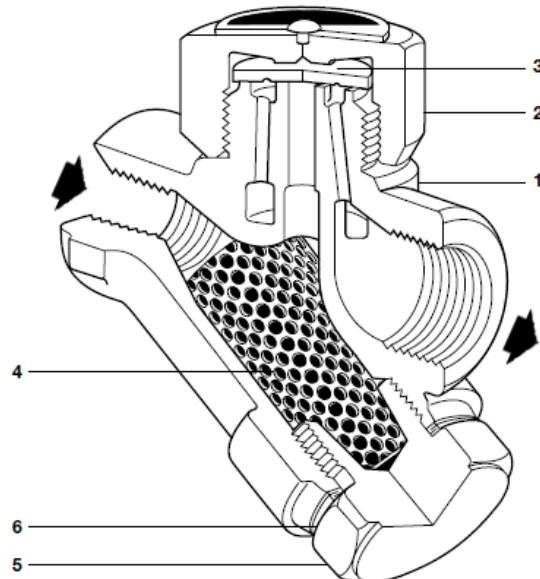


The product **must not** be used in this region.

For optimum product performance the PMO should not exceed 42 bar g.

**A - C** TD42L and TD42H  
**B - C** TD42LA and TD42HA

Body design conditions		PN63
PMA	Maximum allowable pressure	63 bar g @ 100°C
TMA	Maximum allowable temperature	400°C @ 42 bar g
Minimum allowable temperature		0°C
PMO	Maximum operating pressure	42 bar g
TMO	Maximum operating TD42L and TD42H	400°C @ 42 bar g
	temperature TD42LA and TD42HA	255°C @ 42 bar g
Minimum operating temperature		0°C
Minimum inlet pressure for satisfactory operation	TD42L and TD42H	0.25 bar g
	TD42LA and TD42HA	0.80 bar g
PMOB	Maximum operating backpressure should not exceed 80% of the upstream pressure	
Designed for a maximum cold hydraulic test pressure of 95 bar g		



### Materials

No.	Part	Material
1	Body	Stainless steel (with ENP finish) ASTM A743 Gr. CA 40 F
2	Cap	Stainless steel AISI 416
3	Disc	Stainless steel BS 1449 420 S45
4	Strainer screen	Stainless steel BS 1449 304 S16
5	Strainer cap	Stainless steel AISI 416
6	Strainer cap gasket	Stainless steel BS 1449 304 S16
7	Insulating cover (optional extra)	Aluminium

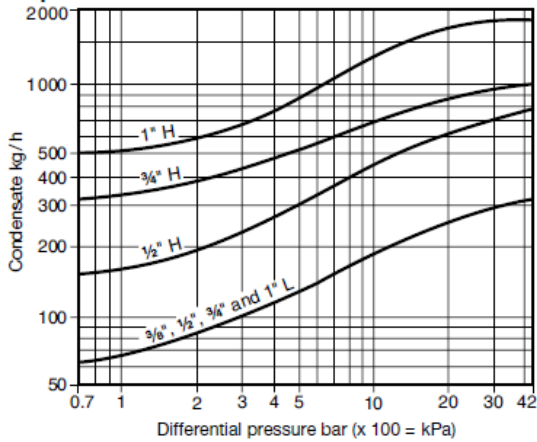
Local regulations may restrict the use of this product to below the conditions quoted.

In the interests of development and improvement of the product, we reserve the right to change the specification without notice.

© Copyright 2007

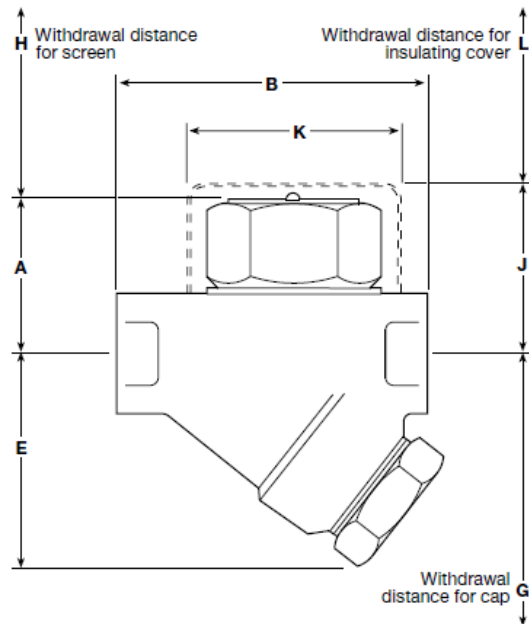
Fuente: Spirax Sarco [En línea] <http://www.spiraxsarco.com>

## Capacities



## Dimensions / weights (approximate) in mm and kg

Size	A	B	E	G	H	J	K	L	Weight
3/8" L	41	78	55	85	20	52	57	38	0.80
1/2" L	41	78	55	85	20	52	57	38	0.75
3/4" L	44	85	60	100	20	52	57	38	0.95
1" L	48	95	65	100	20	58	57	38	1.50
1/2" H	41	78	55	85	41	57	57	38	0.80
3/4" H	47	90	60	100	41	63	57	38	1.00
1" H	53	96	66	100	41	-	-	-	1.50



## Safety information, installation and maintenance

For full details see the Installation and Maintenance Instructions (IM-P068-24) supplied with the product.

### Installation note:

The TD42L and TD42H should be installed in the horizontal plane, with a small drop leg proceeding them.

### Disposal:

This product is recyclable. No ecological hazard is anticipated with the disposal of this product providing due care is taken.

### How to order

**Example:** 1 off Spirax Sarco 1/2" TD42L thermodynamic steam trap having screwed BSP connections.

## Spare parts

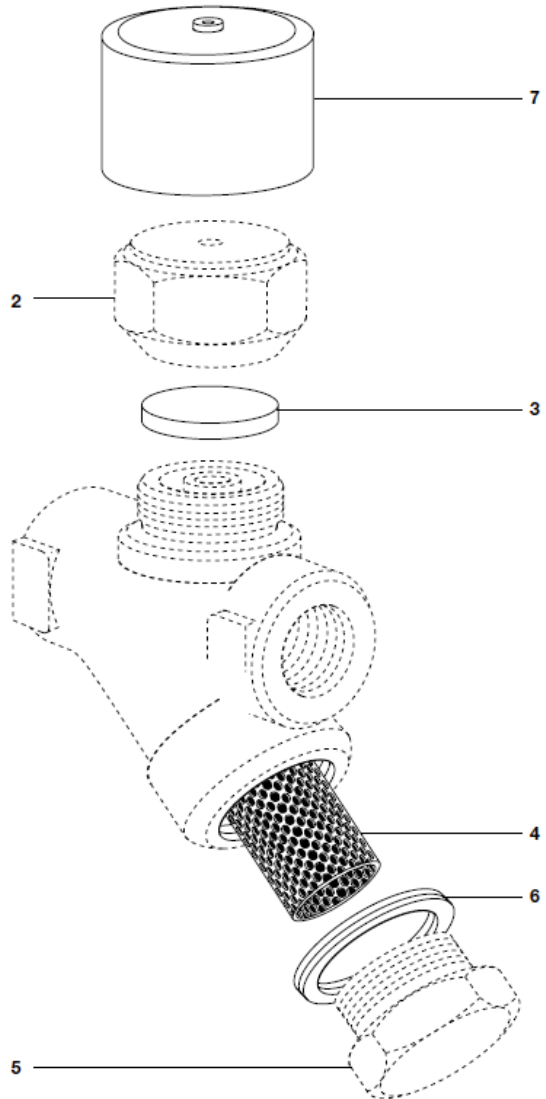
The spare parts available are shown in solid outline. Parts drawn in broken line are not supplied as spares.

### Available spares

Disc (packet of 3)	(TD42L or TD42H)	3
Disc and strainer screen	(TD42LA or TD42HA)	3, 4, 6
Strainer screen and gasket	(TD42L or TD42H)	4, 6
Insulating cover		7
Strainer cap gasket (packet of 3)		6

### How to order spares

Always order spares by using the description given in the column headed 'Available spares' and state the size and type of trap.  
**Example:** 1 - Strainer screen and gasket for a Spirax Sarco 1/2" TD42L thermodynamic steam trap.



### Recommended tightening torques

Item	or mm	N m
(TD42L - all sizes)	36 A/F	135 - 150
2 (TD42H - 1/2", 3/4")	41 A/F	180 - 200
(TD42H - 1")	55 A/F	250 - 275
5	32 A/F M28	170 - 190

**spirax sarco**

TD42L and TD42H Thermodynamic Steam Traps

TI-S01-03 ST Issue 9

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