

**SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CONDENSADO DESCARGADO POR  
TRAMPAS DE VAPOR EN LOS BLOQUES I Y II DEL DEPARTAMENTO DE  
REFINACIÓN DE FONDOS, UNIDAD DE BALANCE (ECOPETROL S.A.)**

**NEIL EUGENIO DURÁN ORTIZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
2010**

**SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CONDENSADO DESCARGADO POR  
TRAMPAS DE VAPOR EN LOS BLOQUES I Y II DEL DEPARTAMENTO DE  
REFINACIÓN DE FONDOS, UNIDAD DE BALANCE (ECOPETROL S.A.)**

**NEIL EUGENIO DURÁN ORTIZ**

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

**Director**

**Prof. CRISÓSTOMO BARAJAS FERREIRA**

**Tutor**

**Ing. CARLOS ENRIQUE GIRALDO MARTINEZ**

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

**2010**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Industrial de Santander, especialmente a la Escuela de Ingeniería Química, por brindarme una formación integral en conocimiento y valores que me permitirán un alto desempeño como profesional.

A Ecopetrol S.A., por permitirme ser parte de esta gran empresa mediante mi práctica empresarial, contribuyendo a mi crecimiento como profesional y preparándome para afrontar retos en el futuro.

A Oscar Durán, por brindarme su apoyo día a día y trasmitirme su fortaleza, sencillez y amor por el trabajo.

Al Departamento de Refinación de Fondos, y su personal, por toda su amabilidad, calidez y sentido de colaboración que fueron cimientos fuertes para el pleno desarrollo de mi práctica.

A Carlos Enrique Giraldo Martínez, Samuel Valderrama, Hermes Márquez, Nelson Plata y a todos aquellos compañeros de trabajo que me trasmitieron su fuerza y valores para responder cada día a los desafíos que se presentaron durante mi práctica empresarial.

*Dedico este trabajo a Dios y a la Santísima Virgen, a mis padres Eugenio y Gladys, que siempre me inculcaron responsabilidad y respeto por todas las cosas que hago, mis hermanas Decci y Lorena por todo su cariño, a mi abuelita Hermencia y tíos Flor y Pedro, por acogerme en su hogar, y a todos mis amigos que sin su presencia hubiese alcanzado esta meta y hubiera disfrutado al máximo mi carrera.*

*Neil Eugenio Duran Ortiz.*

# CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN .....	16
1. CONCEPTOS TEÓRICOS .....	18
1.1 Recuperación de Condensado. ....	18
1.1.1 Condensado.....	18
1.1.2 Efectos del Condensado en los Sistemas de Vapor.....	18
1.1.3 Trampas de Vapor.....	20
1.1.4 Dimensionamiento de Líneas de Condensado.....	20
2 METODOLOGÍA.....	22
2.1. Reconocimiento de los Sistemas Existentes de Recuperación de Condensado y Sistemas de Vapor.....	22
2.2. Actividades Para la Toma de Decisiones.....	23
2.2.1. Inventario e Identificación de Trampas de Vapor. ....	23
2.2.2. Caracterización de Muestras de Condensado. ....	23
2.2.3. Cálculo de Flujo Volumétrico de Condensado y Flujo Másico de Vapor. ....	24
2.2.4. Ahorro Estimado por La Recuperación de Condensado y Corrección de Escapes de Vapor. ....	26
2.2.5. Beneficios Obtenidos por Cambio y Mantenimiento de Trampas de Vapor. ....	26
2.3. Planteamiento de Alternativas para el Sistema de Recuperación de Condensado.....	26
2.3.1. Sistema de Tubería.....	27

2.3.2.	Tambor de Recuperación.....	27
2.3.3.	Sistemas de Bombeo. ....	29
2.4.	Análisis de Riesgo de la Alternativa Seleccionada. ....	29
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	30
3.1.	Reconocimiento de los Sistemas Existentes de Recuperación de Condensado y Sistemas de Vapor. ....	30
3.2.	Actividades Para la Toma de Decisiones.....	30
3.2.1.	Inventario e Identificación de Trampas de Vapor. ....	30
3.2.2.	Caracterización de Muestras de Condensado. ....	32
3.2.3.	Cálculo de Flujo Volumétrico de Condensado y Flujo Másico de Vapor. ....	34
3.2.4.	Ahorro Estimado por La Recuperación de Condensado. ....	35
3.2.5.	Beneficios Obtenidos por Cambio y Mantenimiento de Trampas de Vapor. ....	36
3.3.	Planteamiento de Alternativas para el Sistema de Recuperación de Condensado.....	36
3.3.1.	Sistema de Tubería.....	36
3.3.2.	Tambor de Recuperación.....	38
3.3.3.	Sistemas de Bombeo. ....	39
3.4.	Análisis de Riesgo de la Alternativa Seleccionada. ....	40
4.	CONCLUSIONES.....	42
5.	RECOMENDACIONES.....	43
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	44
7.	ANEXOS.....	48

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Formación de ondas de condensado por causa del flujo de vapor. ....	19
Figura 2. Daños en tuberías por la presencia de gases no condensables. ....	20
Figura 3. Configuración típica de un sistema de recuperación de condensado. ....	21
Figura 4. Diagrama de Bloques de Actividades Desarrolladas. ....	22
Figura 5. Resultados obtenidos del inventario realizado en los bloques I y II. ....	31
Figura 6. Identificación de trampas de vapor mediante placas metálicas. ....	32
Figura 7. Ensuciamiento Interno de Una Trampa de Vapor (TV 03-135). ....	33
Figura 8. Valores Máximos de Contrapresión Obtenidos en la Simulación de los Sistemas de Tubería. ....	37
Figura 9. Costos de Tambores al Aplicar el Método Modular de Guthrie. ....	38
Figura 10. Comportamiento Financiero del Proyecto. ....	41
Figura 11. Trampa de vapor ubicada en E-2515 C. ....	63
Figura 12. Descarga de vapor Trampa E-2515C. ....	63
Figura 13. Descarga de vapor constante de trampa ubicada en E-2515C. ....	64
Figura 14. Nueva trampa de vapor ubicada en E-2515C. ....	64
Figura 15. La disminución de vapor es evidente en la descarga de la trampa. ....	65

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Valores Establecidos Factor de Tipo de Falla FT. ....	25
Tabla 2. Valores Establecidos Factor de Servicio FS. ....	25
Tabla 3. Resultados Caracterización de Muestras de Condensado. ....	33
Tabla 4. Cálculo de Flujo Volumétrico de Condensado de las Trampas de Vapor Inventariadas. ....	34
Tabla 5. Costos de Servicios Usados para el Cálculo Ahorro.....	35

## LISTADO DE ANEXOS.

Pág.

ANEXO A. Carta de Dimensionamiento de Tuberías para Condensado. ....	48
ANEXO B. Muestra del inventario de Trampas de Vapor Bloque I y II Departamento de Refinación de Fondos. ....	49
ANEXO C. Parámetros de Control SIBA.....	49
ANEXO D. Curvas de Operación y especificaciones de Trampas de Vapor Instaladas en el Departamento de Refinación de Fondos. ....	51
ANEXO E. Valores del Índice de Costo de Planta para Ingeniería Química CEPCI. .....	60
ANEXO F. Delimitación por Zonas de los Bloques I y II del Departamento de Refinación de Fondos y Valores Máximos de Contrapresión. ....	61
ANEXO G. Hoja de Cálculo Utilizada para Estimar las Pérdidas de Vapor. ....	62
ANEXO H. Beneficios que se obtienen al reemplazar una trampa de vapor. ....	63
ANEXO I. Especificaciones y Curvas de Operación de las Bombas Cotizadas.....	66
ANEXO J. Interfaz de la Hoja de Cálculo Usada para el Análisis Financiero del Trabajo Realizado.....	77
ANEXO K. Interfaz Gráfica del Simulador INPLANT 4.5.....	78
ANEXO L. Planos de los Sistemas de Tubería Planteados. ....	79

## NOMENCLATURA

$Q$ = flujo volumétrico (gpm).

$T$  = tiempo apertura de una trampa de vapor.

$y$  = periodo de tiempo para el análisis de la descarga de condensado de una trampa de vapor, correspondiente a 5 min.

$T'$ = relación entre el tiempo de descarga de una trampa de vapor y el periodo de tiempo  $y$ .

$K_i(\Delta P)$ = capacidad de descarga de cada trampa de vapor medida en lb/h, función de  $\Delta P$  que corresponde a la caída de presión en la trampa de vapor.

$L_{t,y}$ = es la pérdida de vapor de la trampa  $t$  durante el periodo  $y$  en kg de vapor.

$FT_{t,y}$ = es el factor de tipo de falla de la trampa de vapor  $t$  durante el periodo  $y$ .

$FS_{t,y}$ = es el factor de servicio de la trampa de vapor  $t$  durante el periodo  $y$ .

$CV_{t,y}$ = es el coeficiente de flujo de la trampa de vapor  $t$  durante el periodo  $y$ .

$h_{t,y}$ = son las horas que la trampa de vapor  $t$  opera durante el periodo  $y$  en horas.

$P_{in,t}$ = es la presión del vapor en la entrada de la trampa de vapor  $t$  en psia.

$P_{out,t}$ = es la presión del condensado a la salida de la trampa  $t$  en psia.

*UBMC*: valor estimado del tanque.

*UF*: factor de actualización que se depende del índice de Costo de Planta para Ingeniería Química *CEPCI* (ANEXO E).

*BC*: costo Base.

*MPF*: factor de corrección en función al material y presión de operación del tambor a estimar.

*MF*: factor de corrección que depende del costo base calculado.

$C_{ps}$ = costos del proyecto sin implementar.

$C_{pi}$ = costos del proyecto implementado, que incluye los costos de inversión y mantenimiento.

$C_i$ = costos de inversión.

**Título: SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CONDENSADO DESCARGADO POR TRAMPAS DE VAPOR EN LOS BLOQUES I Y II DEL DEPARTAMENTO DE REFINACIÓN DE FONDOS, UNIDAD DE BALANCE (ECOPETROL S.A.)\***

**Autor:** NEIL EUGENIO DURAN ORTIZ\*\*.

**Palabras claves:** condensado, trampas de vapor, sistema de recuperación.

## **RESUMEN**

Se planteó el diseño preliminar de un sistema de recuperación de condensado descargado por trampas de vapor instaladas en los bloques I y II del Departamento de Refinación de Fondos, con el propósito de evaluar los beneficios obtenidos por la recuperación de un subproducto valioso, buscar la disminución de impactos ambientales y riesgos operacionales que se presentan en las instalaciones del departamento, y así cumplir con los desafíos que plantea la Gerencia Refinería de Barrancabermeja de Ecopetrol S.A., en el manejo racional de la energía, amabilidad de los procesos con el medio ambiente y seguridad de las personas.

Se realizaron actividades de reconocimiento y evaluación del estado actual de los sistemas de trapeo de los servicios de calentamiento con vapor mostrando que estos sistemas se encuentran deteriorados por falta de mantenimiento, generando pérdidas por escapes de vapor y focos de contaminación por emanación de vapores de hidrocarburo. Se mostraron los beneficios de la recuperación de 32,11 galones por minuto de condensado, que pueden generar un ahorro aproximado de \$ 169 474 000 por año, al disminuir los costos de captación y tratamiento de agua de caldera y vertimientos de aguas residuales. Además los resultados de la evaluación financiera muestran que la inversión necesaria para la implementación de un sistema de estas características, es recuperada en un periodo inferior a cuatro (4) años, mostrando una rentabilidad atractiva, permitiendo el desarrollo de las siguientes etapas de evaluación de este proyecto.

---

\* Trabajo de grado.

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: Crisóstomo Barajas Ferreira

**Title: CONDENSATE RECOVERY SYSTEM OF STEAM TRAPS IN THE BLOCKS I AND II OF THE REFINING FUNDS DEPARTMENT BALANCE UNIT (ECOPETROL S.A.)\***

**Author:** NEIL EUGENIO DURAN ORTIZ\*\*.

**Key words:** condensate, steam traps, recovery system.

**ABSTRACT**

A preliminary design of a condensate recovery system of steam traps installed in blocks I and II of the Refining Funds Department was planted, in order to assess the benefits to the recovery of a valuable byproduct and decreasing environmental impacts and operational risks that arise in the department's facilities and thus meet the challenges of Gerencia Refinería de Barrancabermeja of Ecopetrol S.A., in the rational management of energy, friendliness of the processes with the environment and safety people.

Provided recognize and evaluate the current state of the trapping systems of steam heating services, showing that these systems are impaired by lack of maintenance, generating steam leakage losses and sources of pollution by emission of hydrocarbon vapors . It showed the benefits of recovery of 32,11 gallons per minute of condensate, which can generate savings of approximately \$ 169 474 000 per year by reducing the costs of collection and treatment of boiler water and wastewater discharges. Besides the financial assessment results show that the investment required to implement a system of this kind, is recovered in a period of less than four (4) years, showing an attractive return, allowing developing the next stages of assessment this project.

---

\*Grade work.

\*\* Engineering Physical-Chemical Faculty, Chemical Engineering School. Director: Crisóstomo Barajas Ferreira

## INTRODUCCIÓN

Actualmente el uso eficiente de la energía y la implementación de políticas y prácticas ambientalmente responsables son objetivos prioritarios en la industria, por lo tanto, la identificación de aquellas actividades y procesos que producen impactos negativos en el ambiente, en las personas y en el consumo de energía deben ser centro de atención con el fin de encontrar soluciones económicamente viables y que generen beneficios en todos los ámbitos.

En la Gerencia Refinería de Barrancabermeja (GRB) de Ecopetrol S.A. se ha impulsado, en los últimos años, el desarrollo de prácticas que minimicen impactos al ambiente y tengan beneficios económicos, sin descuidar la seguridad de los procesos. Entre los que se encuentra la corrección de escapes, recuperación de condensados, disminución de vertimientos y emisiones a la atmósfera.

El Departamento de Refinación de Fondos, acatando estos objetivos ha venido trabajando en la identificación y mejoramiento de aquellos procesos que generen cualquier tipo de impacto negativo. Enfocándose principalmente en la recuperación de condensados y la disminución de vertimientos hacia la planta de tratamiento de aguas residuales de la refinería (PTAR).

El presente trabajo pertenece a la fase 1 del proyecto “Recuperación de Condensado de Trampas de Vapor del Departamento de Refinación de Fondos”, en donde se plantean y evalúan alternativas para la implementación de un sistema de recuperación, con el fin de mitigar impactos ambientales, de seguridad y

económicos que se generan por la descarga de condensado al sistema de drenaje de aguas aceitosas.

Al implementar un sistema de recuperación de condensado en el departamento de refinación de fondos se reduce la carga a tratar en la PTAR y el posterior vertimiento de efluentes al río Magdalena, se obtiene una disminución en la emanación de vapores contaminados con hidrocarburo, y además se generan beneficios económicos al reducir costos en el tratamiento de aguas residuales y en la adecuación de agua para el sistema de generación de vapor.

## 1. CONCEPTOS TEÓRICOS

En este capítulo se tratan conceptos y definiciones que muestran los efectos del condensado en los sistemas de vapor, la importancia de su recuperación y consideraciones básicas cuando se trata de diseñar de forma preliminar un sistema de este tipo.

### 1.1 Recuperación de Condensado.

#### 1.1.1 Condensado.

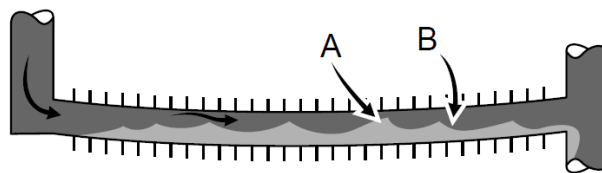
El condensado es el subproducto de la transferencia de calor en un sistema de vapor. Este se forma en los sistemas de distribución por causa de pérdidas energéticas por radiación y conducción, también en sistemas de calentamiento y equipos de proceso, como resultado de la transferencia de calor desde el vapor a la sustancia o material que se va a calentar. El condensado que se forma en los sistemas de vapor debe ser removido inmediatamente y usado en la alimentación de las calderas, ya que este conserva aproximadamente el 25% de la energía que proporciona la caldera en la producción de vapor y es un subproducto de alto valor al tratarse de agua destilada [1].

#### 1.1.2 Efectos del Condensado en los Sistemas de Vapor.

La presencia de condensado en un sistema de vapor trae consecuencias desfavorables. En el caso de las líneas de distribución, el condensado se acumula en el fondo de ellas y puede ser causante de golpes de ariete. En la Figura 1, el vapor a altas velocidades, transporta el condensado a lo largo de la tubería formando una peligrosa onda que va creciendo hasta bloquear el flujo de vapor **A**.

El condensado en el área **B** causa un diferencial de presión que permite que el vapor empuje esta masa de condensado a lo largo de la tubería como un ariete, cualquier cambio de dirección del flujo como reducciones, válvulas, té, codos o ciegos pueden ser afectados gravemente al recibir el impacto de este volumen de agua, al mismo tiempo la circulación de líquido a alta velocidad genera problemas de erosión en las tuberías [2].

**Figura 1.** Formación de ondas de condensado por causa del flujo de vapor.

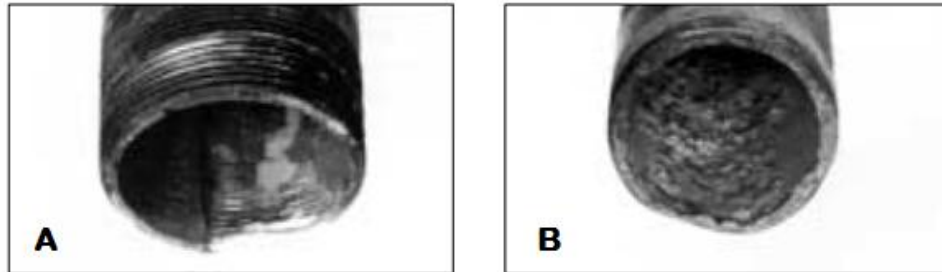


Fuente: Armstrong, Steam...Basic Concepts [2].

Cuando el vapor entra en contacto con el condensado que se encuentra por debajo de la temperatura del vapor, puede producir otro tipo de golpe de ariete denominado “choque térmico”, como el vapor ocupa un mayor volumen que el condensado, las burbujas de vapor generan implosiones dentro de la fase líquida, produciendo peligrosas ondas de choque que pueden producir severos daños al sistema de tubería y accesorios.

Otros efectos negativos del condensado en sistemas de vapor son la corrosión que se produce por la presencia de gases no condensables, como el  $\text{CO}_2$  que cuando se combina con condensado que se encuentra a una temperatura más baja que el vapor forma ácido carbónico, que corroe las tuberías y unidades de transferencia de calor (Figura 2, **A**) y  $\text{O}_2$ , que acelera la oxidación del sistema, causando picaduras en las tuberías (Figura 2, **B**) [2, 3].

**Figura 2.** Daños en tuberías por la presencia de gases no condensables.



Fuente: Armstrong, Steam...Basic Concepts [2].

### **1.1.3 Trampas de Vapor.**

Conociendo los inconvenientes que genera la acumulación de condensado, en la industria se usan trampas de vapor cuya función es descargar el condensado sin permitir que escape vapor vivo, también se encarga de remover el aire y gases no condensables presentes en el vapor permitiendo que este haga su trabajo más eficientemente [4, 5, 6, 7]. El rango de presión al que operan estos dispositivos es muy amplio, desde el vacío hasta los 100 bar [8, 9], y por lo tanto existen diferentes clases, dependiendo de la aplicación y de la función que vayan a desempeñar en el proceso [1, 2, 5].

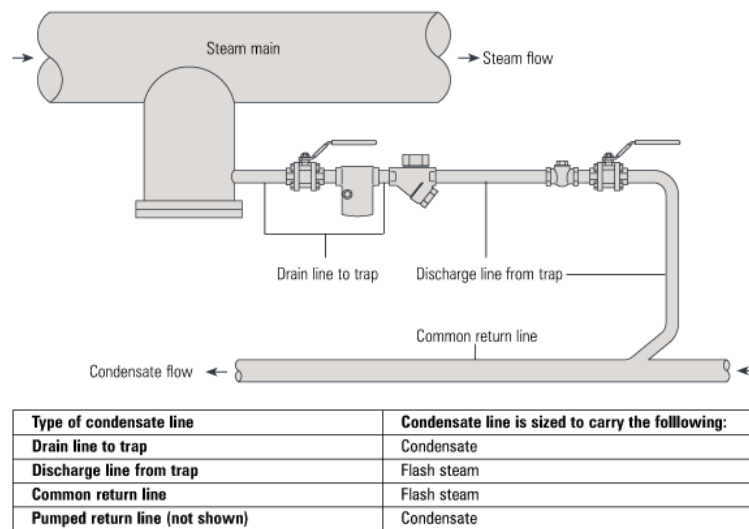
### **1.1.4 Dimensionamiento de Líneas de Condensado.**

Cuando el condensado es descargado por una trampa de vapor ocurre una caída de presión considerable, que se manifiesta en la formación de vapor conocido como vapor flash, la cantidad de vapor flash que se forma depende de la caída de presión, aunque es típico que un 10-15% de la masa del condensado descargado cambie a la fase vapor, por lo tanto el dimensionamiento de líneas de condensado

requiere mucha planeación para controlar la velocidad de los gases ya que se trata de un flujo de dos fases [1].

El cabezal que comprende un sistema de recuperación de condensado se puede dividir en cuatro secciones, en donde se deben considerar diferentes características para su respectivo diseño (Figura 3).

**Figura 3.** Configuración típica de un sistema de recuperación de condensado.



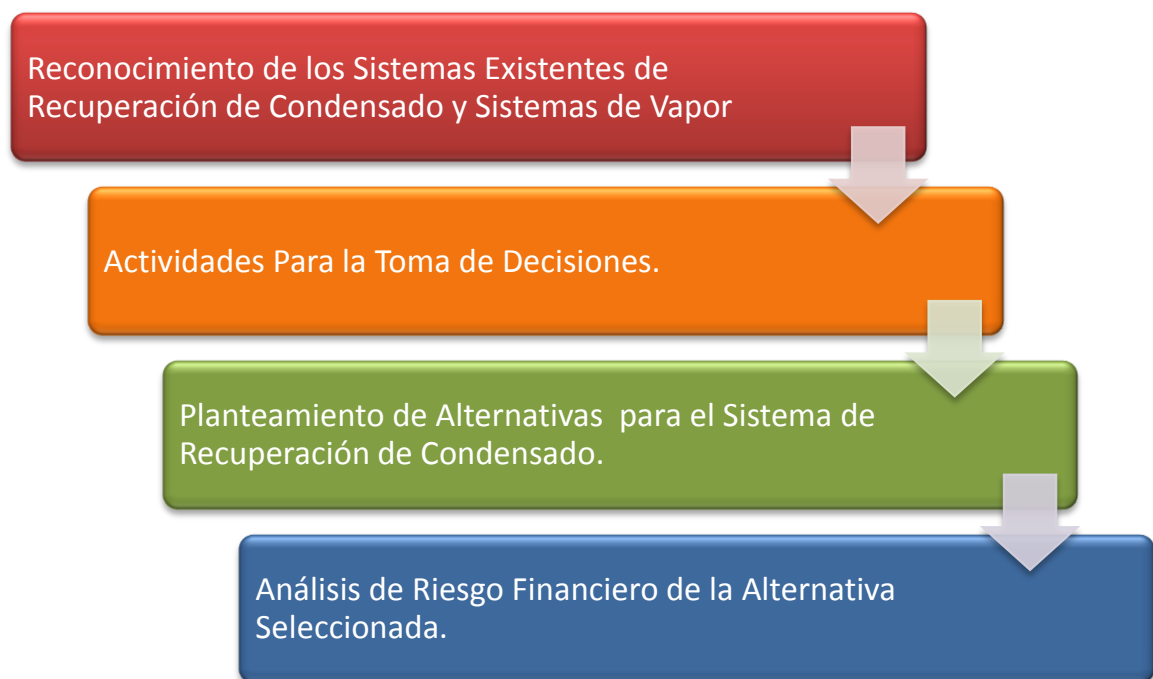
Fuente: Spirax-Sarco, On-line Tutorials [8].

La primera sección pertenece a la línea que va desde el drenaje o la tubería de vapor hacia la trampa de vapor, se considera que solo hay flujo de condensado y gases no condensables, así que se puede diseñar para flujo de condensado. En las secciones de descarga de la trampa y líneas comunes de recolección hay que considerar flujo de dos fases, la velocidad del vapor no debe superar los 15 m/s para evitar daños por erosión de las tuberías [3,8]. Para ello una herramienta de gran utilidad en el diseño de estas líneas es la carta de dimensionamiento de tuberías para condensado (ANEXO A), en donde se tiene en cuenta la caída de presión y carga de condensado y así se define el tamaño de tubería a usar.

## 2. METODOLOGÍA

El siguiente diagrama de bloques muestra el proceso planteado para el desarrollo del presente trabajo.

**Figura 4.** Diagrama de Bloques de Actividades Desarrolladas.



Fuente: El Autor.

### 2.1. Reconocimiento de los Sistemas Existentes de Recuperación de Condensado y Sistemas de Vapor.

En esta etapa se realizaron inspecciones en las cuatro plantas pertenecientes al departamento, con el propósito de revisar el estado actual de los sistemas de recuperación de condensado existentes y los sistemas de vapor que comprenden sistemas de calentamiento y de proceso.

## **2.2. Actividades Para la Toma de Decisiones.**

Esta etapa abarcó una serie de actividades que se realizaron para obtener la mayor cantidad de datos necesarios para la generación de alternativas. Las actividades realizadas fueron las siguientes:

### **2.2.1. Inventario e Identificación de Trampas de Vapor.**

Se realizó el inventario de todas las trampas de vapor que descargan el condensado hacia el sistema de aguas aceitosas en los bloques I y II (U-2500, U-2800, U-2600 y U-2650) (ANEXO B.). Este inventario incluye la cantidad y el estado actual de estas trampas, las dimensiones, ubicación, servicio, tipo de unión, si posee válvula antes de la trampa, marca y modelo según la marca.

Las trampas de vapor se identificaron mediante el uso de placas metálicas numeradas de acuerdo al inventario realizado.

### **2.2.2. Caracterización de Muestras de Condensado.**

Con el fin de conocer la calidad del condensado descargado por las trampas de vapor, se realizaron análisis de caracterización de muestras aleatorias de 4 trampas de vapor en diferentes sectores del Departamento. Los análisis realizados comprendieron:

- Análisis de pH en donde es permitido un pH entre 8,3 y 9,5.
- Alcalinidad con valores aceptables menores a 10 ppm.
- Dureza, medida en mg de  $\text{CaCO}_3/\text{l}$ , debe ser cero en una muestra de condensado.
- Hierro, los valores permitidos para este elemento no debe superar valores de 0,1 ppm.
- Sílice, el sílice presente en el condensado debe ser menor a 0,5 ppm.
- Conductividad, medida en  $\mu\text{Siemens}$ .

Estos parámetros de calidad son establecidos por **NALCO**, empresa contratista encargada del control de calidad de los servicios proporcionados por Servicios Industriales Balance SIBA. (ANEXO C).

### 2.2.3. Cálculo de Flujo Volumétrico de Condensado y Flujo Másico de Vapor.

La cantidad de flujo de condensado fue calculada de acuerdo a la curva de operación\* de las trampas instaladas en los bloques I y II, y sus condiciones actuales de operación.

Para ello, durante una inspección en campo se midió el tiempo  $T$  que una trampa de vapor permanece abierta en un periodo de tiempo  $y$  que corresponde a un valor de 0,083 horas (5 min). La relación entre el tiempo de apertura ( $T$ ) y el tiempo asignado ( $y$ ), permite mediante la ecuación empírica EC.1 calcular el flujo de condensado que la trampa de vapor  $i$  descarga.

$$Q_i = 0,002 * T' * L_i(\Delta P) \quad \text{(EC.1)}$$

$$\text{Donde, } T' = \frac{T}{y}$$

Entonces el flujo total para las trampas de vapor de modelo  $i$  está dado por:

$$Q_{Tot,j} = \sum Q_i \quad \text{(EC.2)}$$

Y el flujo total descargado por las trampas de vapor se obtiene mediante:

---

\* Las curvas de operación están disponibles en el ANEXO D.

$$Q_{Tot} = \sum Q_{Tot,j} \quad (\text{EC.3})$$

El flujo másico de vapor  $F_{vap}$ , se calcula mediante la siguiente expresión empírica:

$$F_{vap} = \sum L_{t,y} \quad (\text{EC.4})$$

Donde  $L_{t,y}$  es la pérdida de vapor en una trampa  $t$  y se obtiene usando la siguiente ecuación.

$$L_{t,y} = \frac{1 \text{ kg}}{2.2046 \text{ lbs}} FT_{t,y} \cdot FS_{t,y} \cdot CV_{t,y} \cdot h_{t,y} \cdot \sqrt{(P_{in,t} - P_{out,t}) \cdot (P_{in,t} + P_{out,t})} \quad (\text{EC.5})$$

Fuente: UNFCCC/CCNUCC. [10].

Las siguientes tablas muestran los valores de los factores que se aplican en la ecuación EC.5.

**Tabla 1.** Valores Establecidos Factor de Tipo de Falla **FT**.

TIPO DE FALLA	FT
Escape directo	1,00
Escape en la descarga	0,25
Clico rápido con escape	0,20

Fuente: UNFCCC/CCNUCC [10].

**Tabla 2.** Valores Establecidos Factor de Servicio **FS**.

APLICACIÓN	Factor de Servicio FS
Trampas de vapor de proceso.	0,9
Trampas de vapor de botas y calentamiento.	1,4
Flujo de vapor ( sin condensado)	2,1

Fuente: UNFCCC/CCNUCC [10].

El factor  $CV$  es función del diámetro de la trampa  $D$ .

$$CV = 22,1 * D^2 \quad (\text{EC.6})$$

#### **2.2.4. Ahorro Estimado por La Recuperación de Condensado y Corrección de Escapes de Vapor.**

El ahorro se calculó mediante la suma de los costos de tratamiento en PTAR ( $C_T$ ), costos ambientales por captación y vertimiento en cuencas hidrográficas ( $C_A$ ), y los costos de tratamiento y adecuación de agua de calderas ( $C_C$ ) dados en \$/ kgal, multiplicado por el flujo total de condensado en kgal en un año, más el ahorro producto de la corrección de escapes de vapor al cambiar e instalar trampas de vapor que corresponde a el flujo de vapor  $F_{vap}$  en  $lb/h$  multiplicado por el costo de la  $klb$  de vapor ( $C_{vap}$ ).

$$Ahorro = 525,6 Q_T [C_C + C_T + C_A] + 0,876 F_{vap} C_{vap} \quad (\text{EC.7})$$

#### **2.2.5. Beneficios Obtenidos por Cambio y Mantenimiento de Trampas de Vapor.**

En el departamento durante la cuarta semana del mes de junio y primera semana del mes de julio del 2010 se realizó una jornada de corrección de escapes en el bloque I en donde se evaluaron los beneficios ambientales y de seguridad que se obtienen cuando una trampa de vapor se cambia, y además se verificó el estado de aquellas que se retiraron con el propósito de mostrar el estado actual del sistema.

### **2.3. Planteamiento de Alternativas para el Sistema de Recuperación de Condensado.**

### **2.3.1. Sistema de Tubería.**

En esta etapa se plantearon dos alternativas para el sistema de tubería encargado de transportar el condensado, analizando en cada una sus ventajas y desventajas. Cada alternativa se simuló en el software especializado INPLANT 4.5 [11], estas simulaciones se realizaron bajo la consideración que el sistema estuviera completamente inundado y así obtener datos de la máxima contrapresión producida por la cabeza estática de fluido y pérdidas por fricción en cada trampa [12].

### **2.3.2. Tambor de Recuperación.**

Para la elección del tambor de recuperación se evaluaron las siguientes opciones:

- Utilizar recursos existentes en el departamento de Refinación de Fondos.

Se hizo un recorrido por las cuatro plantas que componen el departamento teniendo como principal criterio de selección el volumen del tambor, su posibilidad de traslado y la existencia de facilidades para la instalación de válvulas y tubería.

- Tambor de almacenamiento nuevo.

Para realizar el diseño preliminar del tanque de almacenamiento de condensado de este sistema se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

*Flujo estimado de condensado.* éste valor se usa en el cálculo del volumen para el tambor de almacenamiento.

*Tiempo de residencia.* Es el tiempo que una diferencial de volumen tarda en ser bombeado una vez ingresa al tambor de recolección, se tiene que considerar un tiempo prudente con el objetivo de proteger los sistemas de bombeo en este trabajo se asignó un tiempo de 20 minutos.

*Relación Altura/Diámetro.* Se consideró una relación de  $H/D = 1,5$ .

*Nivel de condensado.* El nivel máximo de condensado para que el sistema de bombeo entre en funcionamiento para desocupar el tambor es del 50% del volumen total.

Usando el método modular de Guthrie [13] en donde mediante las siguientes expresiones y un conjunto de datos empíricos se obtiene el costo aproximado del tambor.

El costo base se calcula mediante la siguiente expresión:

$$BC = C_0 \left(\frac{L}{L_0}\right)^\alpha \left(\frac{D}{D_0}\right)^\beta \quad \text{(EC.8)}$$

Fuente: BIEGLER, Lorenz T. GROSSMANN, Ignacio E. WESTERBERG, Arthur W. [13].

En donde los valores  $L_0$ ,  $C_0$ ,  $D_0$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ . Son valores empíricos que varían según la configuración y tipo de equipo a diseñar.

Luego se usa una serie de factores de corrección para calcular el precio estimado del tambor.

$$UBMC = UF(BC)(MPF + MF - 1) \quad \text{(EC.9)}$$

Fuente: BIEGLER, Lorenz T. GROSSMANN, Ignacio E. WESTERBERG, Arthur W. [13].

Para realizar el cálculo de costos se tuvo en cuenta el tambor opera a presión atmosférica y que el material es acero al carbón, ya que es el material de construcción de los recursos existentes en el departamento.

### 2.3.3. Sistemas de Bombeo.

Se plantearon y analizaron alternativas para la elección del sistema de bombeo que se encargaría de bombear el condensado que se deposita en el tambor de recuperación hacia los potenciales sistemas de recepción de condensado, en ellas se revisaron equipos que no están en uso en el departamento y también se cotizaron equipos nuevos.

Los sistemas de recepción de condensado son tuberías ya existentes que no superan los 60 psig, siendo este valor el principal parámetro en la elección del sistema de bombeo.

### 2.4. Análisis de Riesgo de la Alternativa Seleccionada.

Una vez evaluadas y seleccionadas las alternativas más viables, de cada sistema, se realizó un análisis de costos preliminar que incluyó:

- Costos del sistema de tubería, en donde se consideraron precios actuales de tubería, accesorios y equipos necesarios para la realización del proyecto, así como costos de montaje.
- Costos por mantenimiento y uso de equipo rotativo y mantenimiento de tuberías.

El factor de riesgo (Factor J) del proyecto se calculo mediante la siguiente expresión:

$$Factor J = \frac{C_{PS}-C_{pi}}{C_i} \quad (EC.10)$$

Fuente : Ecopetrol S.A.

El valor que se obtiene mediante esta expresión es el principal parámetro en la evaluación de rentabilidad de un proyecto en la GCB.

### **3. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

#### **3.1. Reconocimiento de los Sistemas Existentes de Recuperación de Condensado y Sistemas de Vapor.**

El Departamento de Refinación de Fondos, cuenta con dos sistemas de recuperación de condensado, el sistema de recuperación de condensado de la planta DEMEX en donde se recupera el condensado utilizando el D- 2526 y D- 2515, en este sistema se produce vapor de 150 y 50 psig por separación flash y el condensado es enviado a planta eléctrica por la línea 16"-LPC-3201 AA2A<sup>†</sup>. El segundo denominado sistema de alta, colecta el condensado descargado por trampas de (600, 150 y 50 psig), principalmente drenajes de manifolds de vapor de proceso y calentamiento de instrumentos en la línea 3"-CND-5001-305 y es enviado a planta eléctrica [14].

En las cuatro plantas, se usa como servicio de calentamiento a líneas de proceso, vapor de 50 psig, estas líneas de calentamiento tienen instaladas en sus extremos trampas de vapor. El condensado que descargan estas trampas de vapor es vertido a los sistemas de cajas y drenajes de aguas aceitosas, generando focos de contaminación e incrementando la carga de efluente a la PTAR.

#### **3.2. Actividades Para la Toma de Decisiones.**

##### **3.2.1. Inventario e Identificación de Trampas de Vapor.**

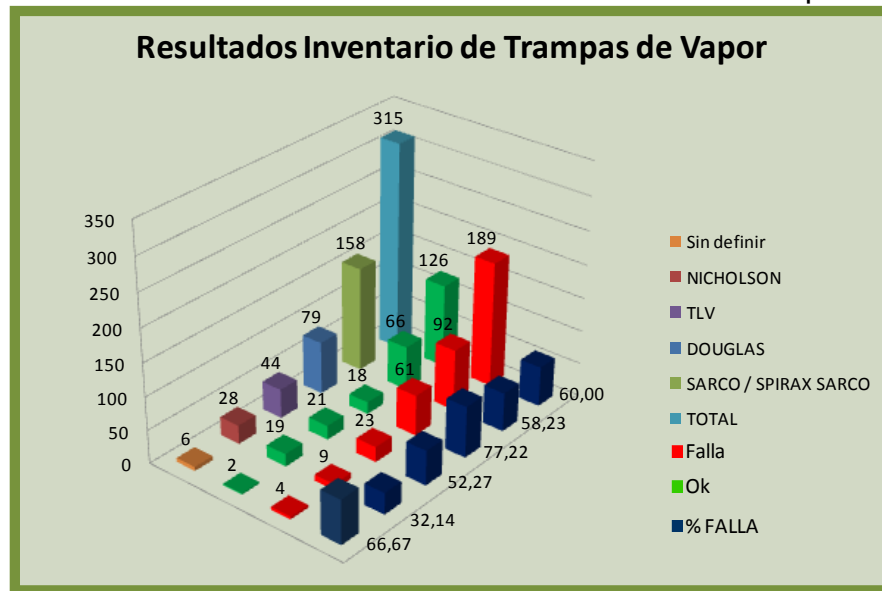
El inventario realizado en los bloques I y II, se resume en la figura 5, en ella se clasifican las trampas por marca, la primera columna de izquierda a derecha muestra el total de trampas inventariadas, la segunda columna aquellas que operan de forma normal, la tercera, la cantidad que están fuera de servicio o que

---

<sup>†</sup> Notación para la identificación de líneas en el P&D consultado P&ID 01-AS-0020-05 1 de 1.

tienen alguna falla operativa, y la cuarta, el porcentaje de falla de las trampas inventariadas.

**Figura 5.** Resultados obtenidos del inventario realizado en los bloques I y II.



Fuente: El Autor.

Estos resultados indican que el 60% de las trampas de vapor inventariadas se encuentran en estado de falla, consecuencia de la carencia de una política de revisión y mantenimiento, también se trata de equipos de una vida útil de aproximadamente 8 años [15, 16], y por lo tanto luego de un uso prolongado, aproximadamente de 20 años, su mal funcionamiento es esperado.

La siguiente es la notación para cada trampa de vapor inventariada **TV XX-YYY**, TV indica que es una trampa de vapor, XX corresponde a la zona en donde se ubica la trampa, YYY el número asignado durante el inventario. El inventario se puede consultar en el ANEXO C y el plano con la delimitación por zonas en el ANEXO F.

Las trampas de vapor se identificaron mediante el uso de placas metálicas numeradas de acuerdo al inventario realizado, lo que permite una fácil identificación en patio de las mismas, acceso a información de su estado, con el propósito de agilizar el proceso de diagnóstico y ordenar acciones de mantenimiento o cambio, (Figura 6).

**Figura 6.** Identificación de trampas de vapor mediante placas metálicas.



Fuente: El Autor. Fotografía tomada el 27 de Junio de 2010.

### **3.2.2. Caracterización de Muestras de Condensado.**

La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos de la caracterización de las muestras de condensado, en ella se observan valores en rojo, que indican que la calidad del condensado en dureza y sílice supera los valores permitidos para agua de calderas, la principal causa de estos valores es el estado de las líneas y de las trampas, ya que presentan ensuciamiento por falta de mantenimiento y por contaminación que se presenta cuando hay emergencias y labores de mantenimiento en las plantas (Figura 7).

**Tabla 3.** Resultados Caracterización de Muestras de Condensado.

Parámetro	Equipo	E 2810C	E 2810 A	D 2660	D 2806	Unidades
	Fecha	(TV 08-150)	(TV 08-148)	(TV 15-308)	(TV 08-155)	
pH	04/06/2010	9,20	9,20	9,20	9,10	
	07/06/2010	9,10	9,20	9,10	9,10	
	10/06/2010			9,40		
Fe	04/06/2010	0,02	0,02	0,03	0,03	ppm
	07/06/2010	0,04	0,07	0,03	0,07	
	10/06/2010			0,07		
Alcalinidad	04/06/2010	4,00	6,00	4,00	4,00	ppm
	07/06/2010	8,00	6,00	6,00	6,00	
	10/06/2010			4,00		
Dureza	04/06/2010	<b>0,30</b>	<b>0,50</b>	<b>0,30</b>	<b>0,50</b>	mg CaCO <sub>3</sub> /L
	07/06/2010	<b>0,10</b>	<b>0,70</b>	0,00	<b>0,20</b>	
	10/06/2010			<b>0,40</b>		
Conductividad	04/06/2010	8,60	11,6	10,0	9,30	μSiemens
	07/06/2010	7,70	9,6	9,60	8,90	
	10/06/2010			22,0		
Sílice	04/06/2010	0,19	<b>0,51</b>	<b>2,90</b>	<b>0,67</b>	ppm
	07/06/2010	0,27	0,41	<b>2,50</b>	<b>0,61</b>	
	10/06/2010			<b>3,20</b>		

Fuente: *Laboratorios NALCO-SIBA.*

**Figura 7.** Ensuciamiento Interno de Una Trampa de Vapor (TV 03-135).



Fuente: El Autor. Fotografía tomada el 22 de junio de 2010.

### 3.2.3. Cálculo de Flujo Volumétrico de Condensado y Flujo Másico de Vapor.

#### 3.2.3.1. Cálculo de Flujo de Condensado.

Al clasificar por modelo la totalidad de las trampas inventariadas, se aplicaron las ecuaciones EC.1, EC.2 y EC.3, los cálculos se resumen en la siguiente tabla.

**Tabla 4.** Cálculo de Flujo Volumétrico de Condensado de las Trampas de Vapor Inventariadas.

CÁLCULO FLUJO VOLUMÉTRICO						
MODELO	DIÁMETRO	$\Delta P$ (psig)	CAPACIDAD (lb/hr)	CANTIDAD	$Q_i$ (gpm)	$Q_j$ (gpm)
TD 52	1/2" Y 3/4"	50	310	103	0,07	7,41
TD 42S2	1/2" Y 3/4"	50	230	49	0,05	2,61
TD 42H	1/2"	50	600	5	0,14	0,70
TD 42H	3/4"	50	1100	1	0,26	0,26
NICHOLSON NTD 600	1/2"	50	575	28	0,13	3,74
TLV A46 -P46 SERIES	1/2"-3/4"	50	1100	43	0,26	10,97
TLVJH3S-X-5	1/2"-3/4"	50	506	1	0,12	0,12
CUBETA INVERTIDA	3/4"	50	770	6	0,18	1,07
DOUGLAS	1/2" y 3/4"	50	286	79	0,07	5,24
TOTAL $Q_c$						32,11

Fuente: El Autor.

Para un total de 32,11 galones por minuto (gpm) que pueden recuperarse, este valor corresponde a una correcta operación de todas las trampas de vapor del departamento, actualmente las trampas descargan un flujo aproximado de 13 gpm correspondiente al 40% del flujo total, ya que el restante 60% pertenece a trampas fuera de operación o que presentan escapes de vapor que reducen significativamente la cantidad de condensado en su descarga.

### 3.2.3.2. Cálculo de Flujo de Vapor.

De acuerdo al inventario realizado, un total de 27 trampas presentan escapes de vapor, al realizar el cálculo aplicando la ecuación EC.5 a cada trampa, y luego con la ecuación EC.4 se obtuvo un total de 523,68 lb/h de vapor, (ANEXO G.) generando además de pérdidas energéticas, riesgos por quemaduras e inhalación de vapores de hidrocarburos en los sectores donde se ubican estos escapes.

### 3.2.4. Ahorro Estimado por La Recuperación de Condensado.

Consultando los costos de cada servicio (Tabla 5), y reemplazando los valores obtenidos de flujo de condensado y de vapor se tiene un ahorro de:

*Ahorro = \$169 474 000/Año.*

Siendo una cantidad considerable de dinero que puede reinvertirse en obras de mantenimiento y de mejora de las plantas.

**Tabla 5.** Costos de Servicios Usados para el Cálculo Ahorro.

Costos Consultados de Servicios		
Costo Agua Caldera (PC\$/kgal) Periodo 2010	\$ 9 200	Precio Tomado de Tarifas SSI 2009 + IPC 3% suministradas por la Ingeniera Ruth Maritza Salcedo Silva
Costo Agua en PTAR (PC\$/kgal)	\$ 323	Precio Tomado de Tarifas SSI 2009 + IPC 3% y validado por el Ingeniero Yeferson Ardila Jiménez PTAR
Costo de Vapor de 50 psig (PC\$/10 klb)	\$2 000	Precio Tomado de Tarifas SSI 2009 + IPC 3% suministradas por la Ingeniera Ruth Maritza Salcedo Silva
Costo de tasa de Uso (PC\$/kgal)	Tasa variable	Decreto 155 del 2004 (Por el cual se reglamentan las tasas de uso recurso hídrico) Adoptado para la captación de agua del Río Magdalena.[17]
Costo de Tasa Retributiva (PC\$/kgal)	Tasa variable	Decreto 3100 del 2003 (Por el cual se reglamentan las tasas retributivas) adoptado para el vertimiento de la PTAR en el Río Magdalena).[18]

Fuente: El Autor. Recopilación de tarifas internas de Ecopetrol. S.A.

### **3.2.5. Beneficios Obtenidos por Cambio y Mantenimiento de Trampas de Vapor.**

Un claro ejemplo de los beneficios ambientales y operacionales que se obtienen puede verse en el ANEXO H. en donde el cambio de una trampa de vapor que presentaba un escape directo, redujo significativamente la emisión de vapores en esa zona.

### **3.3. Planteamiento de Alternativas para el Sistema de Recuperación de Condensado.**

#### **3.3.1. Sistema de Tubería.**

Se plantearon dos alternativas y se analizó en cada una las ventajas y desventajas, se trazaron las rutas en planos consultados<sup>‡</sup> para dar exactitud a las simulaciones realizadas.

##### **3.3.1.1. Alternativa 1.**

Recuperar el condensado descargado por las trampas de vapor hacia el sistema de aguas aceitosas por medio de un sistema de tubería ubicado en cárcamos, aprovechando los existentes en el departamento y construyéndolos en las áreas que lo requieran, este sistema de tubería está compuesto por un cabezal principal que colecta el condensado de líneas secundarias provenientes de las trampas.

##### **3.3.1.2. Alternativa 2.**

Sistema de recolección de condensado usando un cabezal principal ubicado en el primer nivel del sistema de tubería elevado al cual descargan cabezales secundarios provenientes de grupos de trampas de vapor organizadas en manifolds.

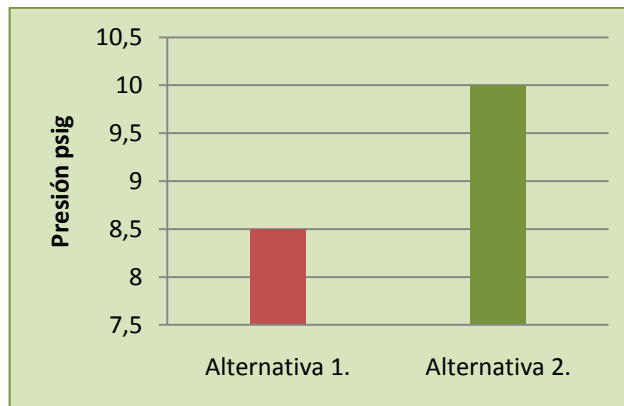
---

<sup>‡</sup> TPL, PLOT PLAN BLOCK 1 DEMEX & VISBREAKING, DRG. N°. E-26-002.  
TPL, BLOCK 2 PLOT PLAN. 2R-A2-F-001.

Cada alternativa se simuló usando el software especializado INPLANT 4.5 [12], que permite mediante la simulación de flujo de fluidos en estado estable, conocer las características hidráulicas de un sistema de tuberías, y con esta herramienta se pueden conocer los valores de contrapresión producidos por la cabeza estática de fluido y pérdidas por fricción en los sistemas evaluados.

La Figura 8, muestra los máximos de contrapresión obtenidos de cada sistema de tubería, los valores obtenidos por zonas se pueden revisar en el ANEXO F.

**Figura 8.** Valores Máximos de Contrapresión Obtenidos en la Simulación de los Sistemas de Tubería.



Fuente: El Autor.

Luego de analizar las dos alternativas se eligió la segunda alternativa. Tomando como una clara ventaja que ésta no necesita trabajos de excavación los que pueden ser afectados por la existencia de líneas subterráneas, además al estar ubicado en cárcamos, puede tener contacto directo con agua y fluidos de proceso vertidos por causa de escapes o labores de mantenimiento los que acelerarían el deterioro del sistema de tubería.

### 3.3.2. Tambor de Recuperación.

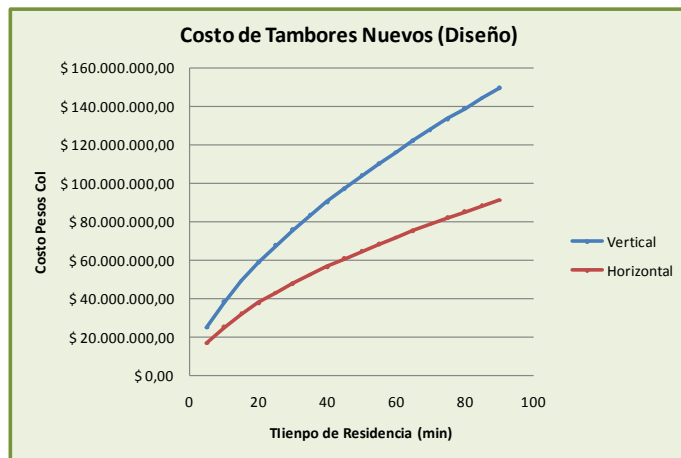
- Uso de los Recursos Existentes en el Departamento.

Realizando un seguimiento en campo se identificaron cinco tambores que no están siendo utilizados en el departamento, de los cuales se seleccionó por tamaño y configuración el D-2673 C utilizado para lavado en la parada del mes de Abril del 2010 de la planta DEMEX.

- Tambor de Almacenamiento nuevo.

En la Figura 9 se muestra los resultados obtenidos al aplicar el método modular de Guthrie para el cálculo de costos del tambor, en esta gráfica se muestra la variación de costo en función de la orientación horizontal o vertical y del tiempo de residencia en el tambor.

**Figura 9.** Costos de Tambores al Aplicar el Método Modular de Guthrie.



Fuente: El Autor.

Comparando las dos alternativas se eligió usar el tambor existente en el departamento ya que su capacidad supera los 600 galones y su uso contribuiría en la reducción de costos mediante el uso de los recursos del departamento.

### 3.3.3. Sistemas de Bombeo.

Las alternativas propuestas para este sistema fueron:

- Usar los recursos existentes en el departamento.

Se realizó una inspección visual en el departamento para verificar el equipo rotativo que se encuentra fuera de servicio y que puede ser utilizado para el sistema de bombeo del tanque de almacenamiento.

Los equipos que se encuentran disponibles en el Departamento son los siguientes.

*MP-2606 A/B, MP-2602 A/B, MP-2812 A/B, MP-2814, y MP-2816 A/B.*

Estos equipos llevan muchos años fuera de servicio y en algunos casos como en las bombas MP-2812 y MP-2814 no poseen placas de especificaciones, y por lo tanto no se pueden conocer sus características de diseño, aunque este tipo de bomba es muy similar a las MP-2606 A/B, de la cual se obtuvieron datos de capacidad (2,2 gpm), siendo esta insuficiente para soportar el flujo de descarga que requiere el sistema planteado (35 gpm).

En el caso de las bombas MP-2602 A/B su capacidad es mayor que la de las anteriores (16 gpm), necesitándose así que estas bombas actuaran en paralelo para garantizar la operación del sistema, reduciendo la confiabilidad del sistema, incrementando el consumo de energía y volumen instalado de equipos.

Las bombas MP-2816 A/B tienen una capacidad de 350 gpm, lo que supera en gran proporción al estimado en el diseño preliminar del sistema propuesto.

- Compra de una Bomba nueva.

Se cotizaron dos bombas con las siguientes características:

- Bomba centrífuga horizontal con motor eléctrico, La bomba tiene un costo de **\$ 35 960 000.**
- Bomba centrífuga multietapas vertical, Esta bomba tiene un costo de **\$ 6 377 680.**

Luego de revisar las opciones se eligió la bomba centrífuga horizontal, ya que este tipo de bombas tienen una mayor confiabilidad operativa, su mantenimiento es sencillo y poco costoso comparado con la vertical multietapas.

Las curvas de operación de las bombas están disponibles en el ANEXO I.

#### **3.4. Análisis de Riesgo de la Alternativa Seleccionada.**

Una vez seleccionadas las alternativas de solución propuestas, se planteó la siguiente solución para el sistema de recuperación de condensado:

Recuperar el condensado mediante un sistema de tubería, compuesto por un cabezal principal, ubicado en el primer nivel de tubería elevada del pasillo central de los bloques I y II, el cual recibe el condensado de líneas secundarias que transportan el condensado proveniente de manifolds de trampas de vapor ubicados en diferentes áreas del departamento. El condensado se recolecta en el D-2673C en donde tendrá un tiempo de residencia de aproximadamente 20 minutos y luego será bombeado por una bomba centrífuga horizontal.

El análisis presupuestal para el sistema propuesto incluyó: Costos por estudios necesarios e interventoría, compra de tubería, accesorios, instalación, adquisición de equipos y obras civiles básicas para la adecuación del proyecto con un total de **\$ 453 674 000.** Utilizando los valores obtenidos de ahorro, y considerando los gastos por mantenimiento y consumo de energía del equipo rotativo se realizó una

proyección a 15 años (periodo de prueba habitual para un proyecto) obteniéndose el valor presente neto para cada variable a evaluar en el análisis de riesgo, aplicando la ecuación EC.10 se tiene:

$$C_{ps} = \$ 1\,194\,332\,000.$$

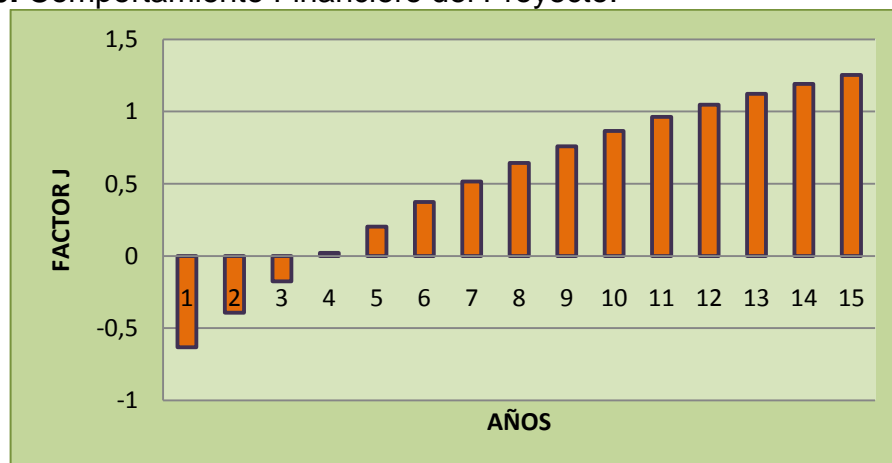
$$C_{pi} = \$ 625\,504\,000.$$

$$C_i = \$ 453\,674\,000.$$

$$Factor\ J = \frac{C_{ps} - C_{pi}}{C_i} = 1,25$$

Este valor muestra que en el periodo de evaluación de 15 años se recupera la inversión en un factor de 1,25 es decir un ahorro aproximado de \$ 568 828 000 una cifra significativa, que posibilita el uso de estos recursos en el mejoramiento de otros procesos.

**Figura 10.** Comportamiento Financiero del Proyecto.



Fuente: El Autor.

La Figura 10 muestra que el proyecto a partir del cuarto año recuperará en ahorros el total de la inversión realizada. Dando a este además de las ventajas ambientales una rentabilidad evidente.

#### **4. CONCLUSIONES**

Se muestra la importancia del mantenimiento y cuidado de trampas de vapor, ya que su correcto funcionamiento permite el ahorro de energía, al prevenir escapes de vapor con alto valor energético.

La recuperación de 32,11 gpm de condensado, podría reflejar una disminución en los costos de tratamiento de aguas residuales, por que se evita que este flujo de agua sea tratado en la PTAR. Y al ser retornados al sistema de generación de vapor se reducirían los costos de adecuación de agua para este sistema.

Se platearon y eligieron alternativas que priorizaran el aprovechamiento de recursos existentes en el departamento, buscando con esto la reducción de costos al prescindir de la adquisición de nuevos equipos.

La inversión necesaria para el montaje de un sistema de recuperación de condensado para el Bloque I y II del departamento de Refinación de Fondos a pesar de su alto costo, es rápidamente recuperada en términos económicos, lo que suma un atractivo para el desarrollo pleno de este proyecto, no obstante los beneficios ambientales y de seguridad son suficiente justificación para la realización de un proyecto de este tipo.

## 5. RECOMENDACIONES

Incluir en el inventario de trampas de vapor realizado, las trampas que pertenecen al sistema de recuperación de condensado de alta, con el fin de realizar un diagnóstico total de los sistemas de trampeo, conocer su estado actual y de este modo evaluar la posibilidad de realizar modificaciones que garanticen su confiabilidad operativa.

Integrar al sistema de rondas del personal de operaciones, la inspección visual de trampas de vapor, y así facilitar la identificación de aquellos instrumentos que requieran mantenimiento o cambio.

Realizar estudios hidráulicos del sistema de recuperación de condensado existente, y considerar la integración de este sistema con el planteado en este trabajo, con el fin de optimizar el uso del espacio y disminuir la complejidad estructural que se presenta al construir un nuevo sistema de tubería para condensado.

## 6. BIBLIOGRAFÍA.

1. SPIRAX/SARCO. Design of fluid systems-Steam Utilization. [Versión Electrónica], 2000. [Citado en mayo 24 de 2010]. Disponible en internet: <http://www.spiraxsarco.com/us/pdfs/training/Steam-utilization.pdf>
2. ARMSTRONG. Steam...Basic Concepts. [Versión Electrónica]. [Citado en mayo 24 de 2010]. Disponible en internet: [http://www.energysolutionscenter.org/boilerburner/Eff\\_Improve/Steam\\_Distribution/Steam\\_Basics\\_Armstrong.pdf](http://www.energysolutionscenter.org/boilerburner/Eff_Improve/Steam_Distribution/Steam_Basics_Armstrong.pdf)
3. CAST IRON SOIL PIPE INSTITUTE. Cast Iron Soil Pipe and Fittings Handbook. Chapter XI. ESKOM. [Versión Electrónica], 2006. [Citado en 22 de Junio de 2010]. Disponible en internet: <http://www.cispi.org/pdf/2006-Handbook.pdf>
4. PAREDES, Salvador. Mantenimiento predictivo en purgadores de vapor. Caso práctico. [Versión Electrónica]. [Citado en mayo 24 de 2010]. Disponible en internet: [http://www.aloj.us.es/notas\\_tecnicas/Mto\\_Pred\\_Purgadores\\_Vapor.pdf](http://www.aloj.us.es/notas_tecnicas/Mto_Pred_Purgadores_Vapor.pdf)
5. ESKOM. Steam trap performance and process plant efficiency. Energy Management News. [Versión Electrónica], March 2004 Volume 10, Number

- 1, p 1. [Citado en Junio 24 de 2010]. Disponible en internet:  
<http://www.plantsupport.com/download/emn.pdf>
6. HOFFMAN SPECIALTY. Steam Traps Engineering Data Manual. [Versión Electrónica]. [Citado en 6 de Julio de 2010]. Disponible en internet:  
<http://www.hoffmanspecialty.com/pdf/submittals/hs-203c.pdf>
7. KREMERS, John. Principles of steam Trap Operation. [Versión Electrónica], Technical Publishing. Reprinted from Plant Engineering. 1981. [Citado en 8 Julio de 2010]. Disponible en internet:  
<http://www.armstronginternational.com/files/armlink/tools/reprints/principlesofsteamtrapoperation2-81.pdf>
8. SPIRAX/SARCO. On line tutorials, introduction to condensate recovery [en línea]. [Citado en mayo 27 de 2010]. Disponible en internet:  
<http://www.spiraxsarco.com/resources/steam-engineering-tutorials/condensate-recovery/introduction-to-condensate-recovery.asp>
9. PAFFEL, Kelly. Proper Methods for Steam Trap Sizing. [Versión Electrónica], Canadian process equipment & control news, December 2009. [Citado en 26 de Mayo de 2010]. Disponible en internet:  
[http://news.cpecn.com/Stories/Dec09/swagelok\\_Dec09\\_P24.pdf](http://news.cpecn.com/Stories/Dec09/swagelok_Dec09_P24.pdf)
10. UNFCCC/CCNUCC. Revision to approved baseline methodology AM0017  
“Steam system efficiency improvements by replacing steam traps and

returning condensate” [Versión Electrónica], 2005. [Citado en Junio 8 de 2010]. Disponible en internet <http://cdm.unfccc.int/EB/017/eb17repan1.pdf>

11. SMSCI. INPLANT, Simulation Software Version 4.5 (2006).

12. CRANE CO Engineering Division. Flow of Fluids through Valves, Fittings, and Pipe, Mc GRAW-HILL, 1980.

13. BIEGLER, Lorenz T. GROSSMANN, Ignacio E. WESTERBERG, Arthur W. Systematic Methods of Chemical Process Design. Prentice Hall PTR, 1997. p. 110-138.

14. RWD. Manual de Descripción de Procesos de la Unidad Demex. Versión B. 2010.

15. CONAE. Tipos de trampas de vapor I. [Versión Electrónica], 2007. [Citado en 16 de Junio de 2010]. Disponible en internet: [http://www.cnpml.org.sv/ucatee/ee/docs/trampas\\_de\\_vapor\\_1\\_1.pdf](http://www.cnpml.org.sv/ucatee/ee/docs/trampas_de_vapor_1_1.pdf)

16. CONAE. Guía de Vapor para la Industria. [Versión Electrónica], 2002. [Citado en 28 de Junio de 2010]. Disponible en internet: <http://www.docstoc.com/docs/3245911/COMISION-NACIONAL-PARA-EL-AHORRO-DE-ENERGIA-GU%C3%8DA-DE-VAPOR>

17. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL.

Decreto Número 3100 de 2003 (30 de Octubre de 2003). Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones. [Versión Electrónica]. [Citado en Junio 29 de 2010].

Disponible en internet:

[http://www.presidencia.gov.co/prensa\\_new/decretoslinea/2003/octubre/30/decreto3100301003.pdf](http://www.presidencia.gov.co/prensa_new/decretoslinea/2003/octubre/30/decreto3100301003.pdf)

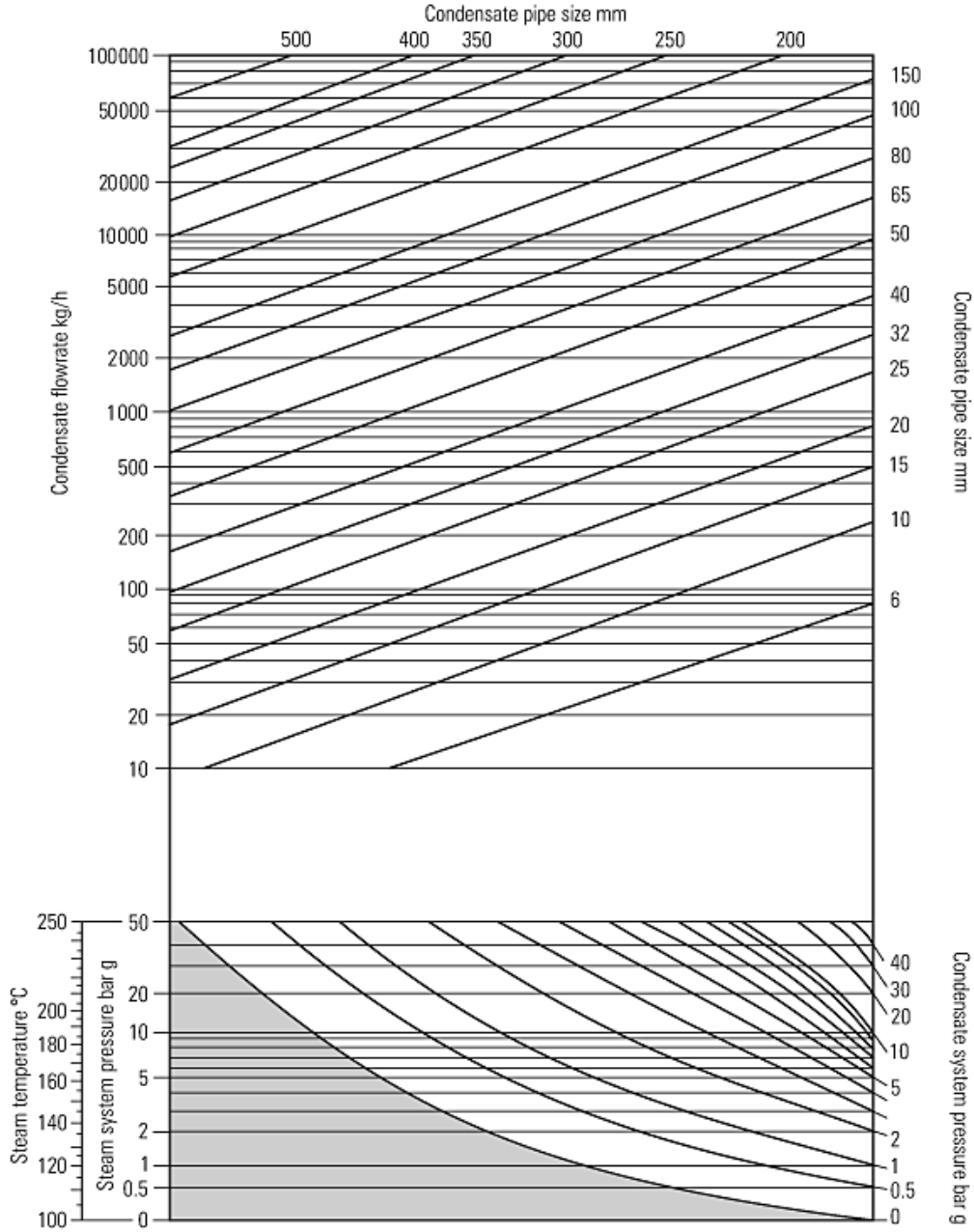
18. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL.

Decreto Número 155 de 2004 (22 de Enero). Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre las tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones. [Versión Electrónica]. [Citado en 29 de Junio de 2010]. Disponible en internet:

[http://www.google.com.co/url?sa=t&source=web&cd=1&ved=0CBQQFjAA&url=http%3A%2F%2Finstitucional.ideam.gov.co%2Fdescargas%3Fcom%3Dinstitucional%26name%3DpubFile481%26downloadname%3DC%3A%255CUsers%255CJGomez%255CDocuments%255Cdecreto%2520155%2520de%25202004.pdf&rct=j&q=Decreto%20N%C3%BAmero%20155%20de%202004&ei=mO20TLmvBoKCIAe5\\_4nWCg&usq=AFQjCNHJppZSCu8I8DUO-YF93\\_j8tvo0LA](http://www.google.com.co/url?sa=t&source=web&cd=1&ved=0CBQQFjAA&url=http%3A%2F%2Finstitucional.ideam.gov.co%2Fdescargas%3Fcom%3Dinstitucional%26name%3DpubFile481%26downloadname%3DC%3A%255CUsers%255CJGomez%255CDocuments%255Cdecreto%2520155%2520de%25202004.pdf&rct=j&q=Decreto%20N%C3%BAmero%20155%20de%202004&ei=mO20TLmvBoKCIAe5_4nWCg&usq=AFQjCNHJppZSCu8I8DUO-YF93_j8tvo0LA)

## 7. ANEXOS.

### ANEXO A. Carta de Dimensionamiento de Tuberías para Condensado.



Fuente: Spirax-Sarco On-line Tutorials [7].

**ANEXO B. Muestra del inventario de Trampas de Vapor Bloque I y II**  
Departamento de Refinación de Fondos.

INVENTARIO TRAMPAS DE VAPOR DEPARTAMENTO DE REFINACION DE FONDOS															
ZON A	TV	UBICACIÓN	TIPO DE TRAMPA		MODELO	DIAM	BRID	SOLD	ROSC	VAPOR (PSIG)	VALV.			EST. OPER. TRAMPA	LINEA // OBSERVACIONES
			TDN	TST							MEC	No	SI		
	07	1 Manifold limite sur 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SPIRAX SARCO TD 552	1/2"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Drenajes lineas de vapor
	07	2 Manifold limite sur 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SPIRAX SARCO TD 552	3/4"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Drenajes lineas de vapor
	07	3 Manifold limite sur 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SPIRAX SARCO TD 552	3/4"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Drenajes lineas de vapor
	07	4 P-2809B	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SPIRAX SARCO TD 552	1/2"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Válv. Control de degradación de vapor 150-50 psig limite sur
	07	5 P-2809B	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	TLV JH35-X-5	3/4"	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Salida PIC 25007
	07	6 P-2809B	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	DOUGLAS	1/2"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Drenaje Turbina
	07	7 P-2809B	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SPIRAX SARCO TD 552	1/2"	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	170	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Limite sur bola cab 170 psig
	07	8 P-2809A	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SPIRAX SARCO TD 552	1/2"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	decomentar
	01	9 C-2501	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SARCO TD 52	3/4"	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	600	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Antes de valv bloque admisión, // vertical
	01	10 C-2501	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TLV A465/A	1/2"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Drenaje
	01	11 C-2501	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SARCO TD 52	1/2"	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	150	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Parte inferior tambor de condensado de eyectores
	01	12 T-2506	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TLV P465RN	1/2"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Serpentín de calentamiento // Válvula cerrada.
	01	13 P-2502B	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TLV A465/A	1/2"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Drenaje turbina // Válvula con escape
	02	14 T-2502	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TLV A465/A	1/2"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	150	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tracing salida DNO a P-2520 // Goteo en la descarga y en válvula
	02	15 T-2502	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TLV A465/A	1/2"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Calentamiento L7 25009

TDN: TERMODINAMICA    TST: TERMOESTATICA    MEC: MECANICA  
SOLD: SOLDADA    BRID: BRIDADA    ROSC: ROSCADA

**ANEXO C. Parámetros de Control SIBA.**

## U 2950

### 1. Agua de alimentación

Sistema	Ph	Silice	Fe	Alcalinidad	Conductividad	OD con secuestrante
K - 2903	< 9,5	< 0,2	<0,1	≤ 8	≤ 15	---
DH - 2951						0
K - 2905		< 3,0		20-25	≤ 150	---
DH-2953						0

### 2. Condensado

	PH	Fe	Silice	K	Alcalinidad	CORR mpy
Alta	8,3 – 9,0	<0,1	<0,5	<20	<10	AC=2,0
Media						AD=0,20
Baja						
AFF						
D-2951						

### 3. Agua de Calderas

Alcalinidad	150-200 ppm
Silice	Máx 30
Sulfito	15-20
Fe	Máx 2.0 ppm
TDS, ppm	Máx 1000
Conductiv μmhos/cm	Máx 1500
SiO <sub>2</sub> Vapor	Máx 20 ppb
Ciclos de concentración	20-30
NexG Vapor	
NexG P.C	
Ensuciamiento interno caldera (gr/ft <sup>2</sup> )	Máx 40

Iron =0,85 – 1,2 accounting of concentration (K)  
Less background 45 ppm  
% dispersion: 75 -120

% Dispersión sílice, hierro, dureza >90%

NexGuard en Alimentación = 5 ppm

Fuente: Documento interno de Ecopetrol, Parámetros de Control SIBA.

## ANEXO D. Curvas de Operación y especificaciones de Trampas de Vapor Instaladas en el Departamento de Refinación de Fondos.



Cert. No. LRQ 0963008

ISO 9001

# spirax/sarco

TI-P068-07  
ST Issue 7

### 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.

#### 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  $1''$

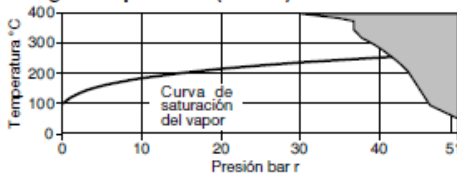
Preparadas para soldar SW ANSI B 16.11 Sch 80/BS 3799 Clase 3000 lb.

#### 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.

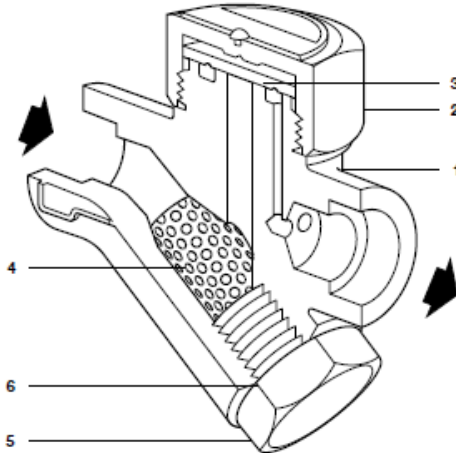
**Válvula de purga:** puede montar una válvula de purga BDV1 o BDV2 en la tapa del filtro, también puede ser taladrado y roscado a  $\frac{1}{4}''$  BSP o NPT para montar un tapón.

#### Rango de operación (ISO 6552)



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

Condiciones de diseño del cuerpo		ANSI/ASME 300
PMA	Presión máxima admisible	51 bar r a 38°C
TMA	Temperatura máxima admisible	400°C a 30 bar r
	Temperatura mínima admisible	0°C
PMO	Presión máxima de trabajo para vapor saturado	42 bar r
TMO	Temperatura máxima de trabajo	400°C a 30 bar r
	Temperatura mínima de trabajo	0°C
<b>Nota:</b> para temperaturas de trabajo inferiores consultar con Spirax Sarco		
$\Delta$ PMX	Maximum differential pressure	42 bar r
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 inoxidable AISI 416
6	Junta tapón tamiz	Acero inoxidable BS 1449 304 S16
* 7	Tapa aislante (extra opcional)	Aluminio

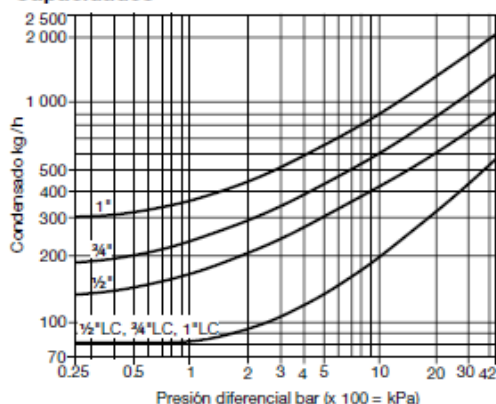
\* Nota: Item 7 no se muestra en el dibujo de recambios al dorso.

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

© Copyright 2006

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

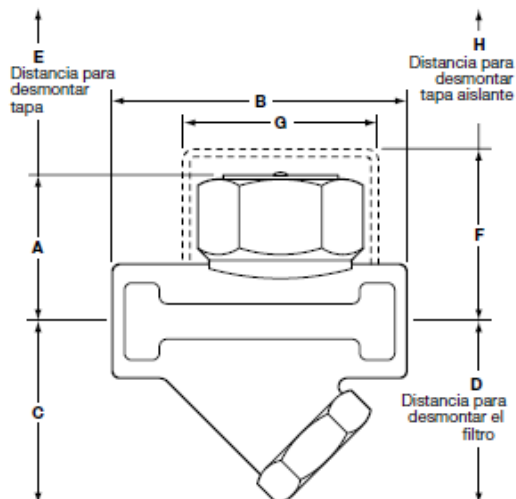
## Capacidades



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 traceado se deberá 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:

The TD42S2 en tubería horizontal y a ser posible precedido de un codo.

### 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.

**spirax**  
/sarco

Purgador termodinámico para vapor TD42S2

TI-P068-07 ST Issue 7

## 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.

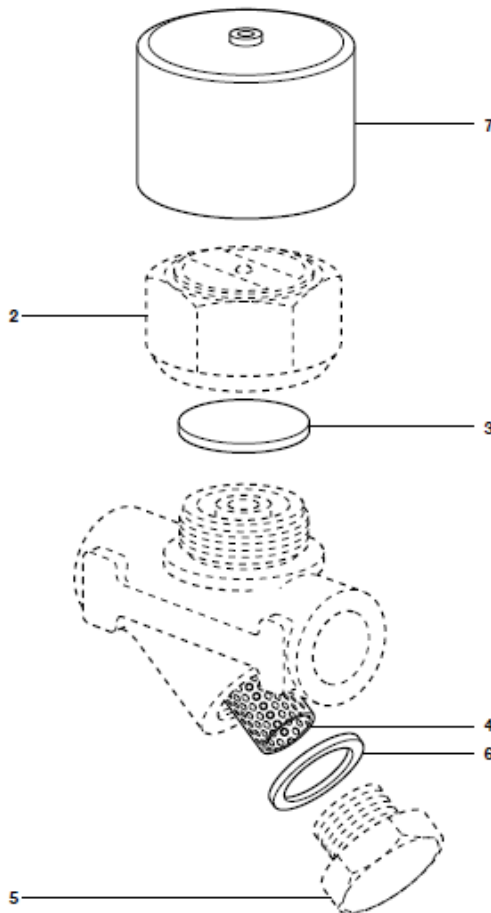
### Recambios disponibles

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	Ø	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>

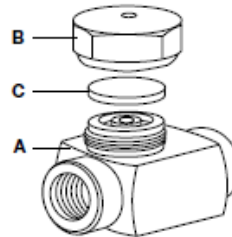
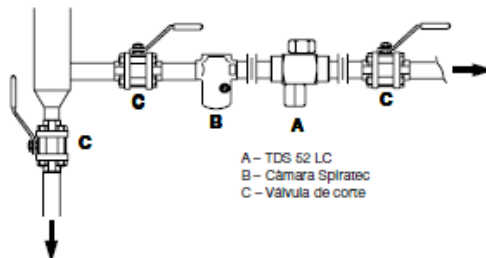
### Materiales

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

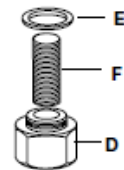
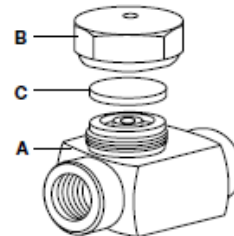
### Repuestos

Disco	C
Canasto	F
Canasto armado	D, E, F

### Instalación recomendada



TD52



TDS52 / TDS52LC

### Cómo especificar

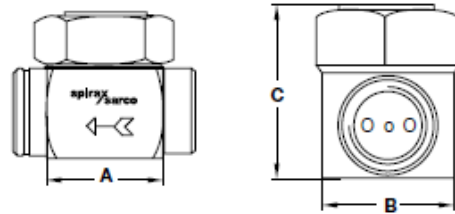
**Ejemplo:** 1 - Trampa termodinámica Spirax Sarco TD52 construida totalmente en acero inoxidable, conexiones 3/4" BSPT.

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>.

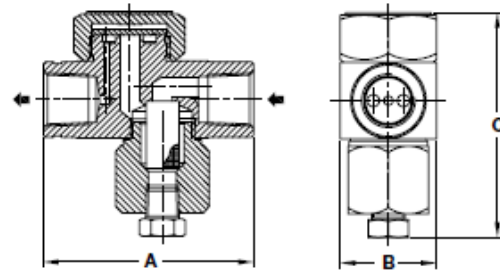
**Dimensiones (aproximadas) en mm y kg**  
**TD52**

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

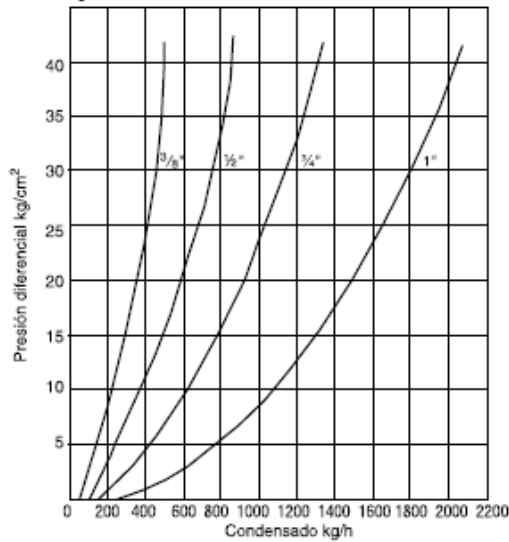


**TDS52LC**

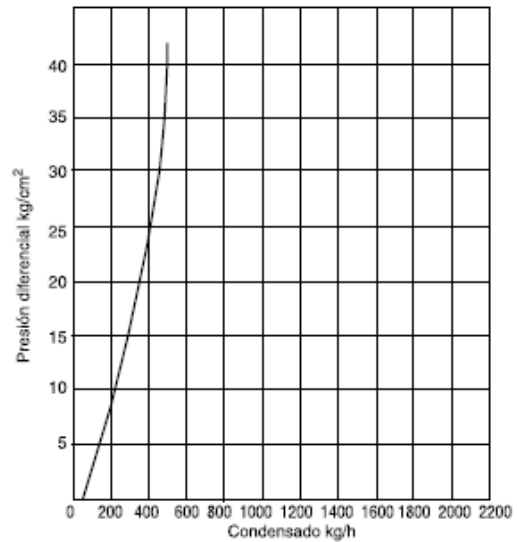
Tamaño	A	B	C	Peso
DN15 - 1/2"	83	38	82	0,78

**Capacidad de descarga a temperatura de vapor saturado**

**TD52 y TDS52**



**TDS52LC**



## Thermodynamic Steam Traps

DC 50 A 105

### MAIN FEATURES

Reduced dimension and weight, simple and robust, withstands water hammer. Condensate discharge intermittent. Some loss of live steam.

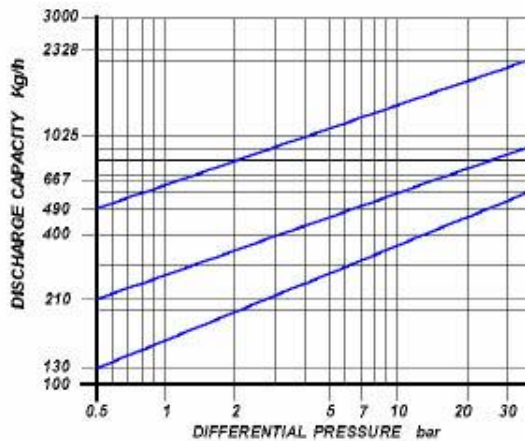
#### LIMITING CONDITIONS (according to ISO 6552)

<b>Steam Trap rating</b>	<b>ANSI 600</b>
<b>PMA: Max allowable pressure</b>	<b>100 bar</b>
<b>TMA: max allowable temperature</b>	<b>390°C</b>
<b>PMO: max working pressure</b>	<b>50 bar</b>
<b>TMO: max working temperature</b>	<b>350°C</b>
<b>Minimum Working Pressure</b>	<b>0.25 bar</b>
<b>PMOB: max working back pressure</b>	<b>80%</b>

**Sizes:** 1/2" 3/4" 1"

**Connections:** Screwed ANSI B1.20.1 (NPT) / BS21 (BSP)  
Socket Welding ANSI B16.11  
Flanged ANSI 150#/300#/600#/UNI/DIN

**Applications:** Ironing machines, Steam mains, Tracing lines, Turbines, Marine applications, Presses



Size	S	A	B	C	Weight	UNI-DIN SF KG	150# SF K G	300# SF K G	600# SF K G
1/2	85	108	55	48	0.8	151	245	162	175
3/4	100	120	60	54	1.3	170	303	194	205
1	108	130	70	62	3.4	178	358	218	216

Fuente: DOUGLAS. [En Línea]. <http://www.douglas-italia.com/>.



## NTD600 SERIES THERMODYNAMIC STEAM TRAPS

Pressures To 600 PSIG (41.3 barg)  
Temperatures to 800°F (426°C)

**Compact Design** — Hardened stainless steel disc is the only moving part.

**Inexpensive** — Low initial cost is less expensive than repairable technologies.

**Simplifies Installation** — Works in any position.

**Rugged** — Handles water hammer and superheat.

**Reliable, Efficient Operation** — Blast discharge helps to eliminate dirt buildup and provides tight shutoff

**Freeze resistant** — Self draining design prevents freezing.

**All Stainless Steel Construction** — Resists both internal and external corrosion.

**Easy to Monitor** — Audible discharge cycle makes checking operation simple.

### MODELS

- **NTD600**—Thermodynamic Disc Trap
- **NTD600S**—NTD600 with integral strainer
- **NTD600B**—NTD600S with blowdown valve

### APPLICATIONS

- Steam Tracing
- Drips
- Heating

**NTD600 Model Only:**  
Canadian Registration # OE0591.9C

*Installation Tip:* Always install STV Test & Block Valve as part of trap station  
SEE PAGE 118

*Installation Tip:* Add Uniflex Pipe Coupling for ease of maintenance  
SEE PAGE 102

### OPERATION

Incoming air and condensate flow through the trap body and into the control chamber. Line pressure raises the disc off the seat allowing complete discharge. When flashing condensate enters the cartridge, flow velocity increases, creating low pressure underneath the disc. Flashing condensate at high velocity strikes the inside wall of the disc chamber and is deflected

to the top of the disc causing a pressure buildup. The disc is forced down onto the seat by this pressure imbalance. The trap remains closed as flashed vapor in the control chamber keeps the disc seated. Pressure inside the cap is not lowered until the trapped flash vapor condenses due to body radiation. Condensing steam lowers the pressure above the disc. Disc is then lifted and the cycle repeated.

**NICHOLSON** 845.778.5566 ● Fax: 845.778.7123 ● [www.nicholsonsteamtrap.com](http://www.nicholsonsteamtrap.com)

Fuente: NICHOLSON [En Línea]. <http://www.nicholsonsteamtrap.com/>.

# NTD600 SERIES THERMODYNAMIC STEAM TRAPS

## SPECIFICATION

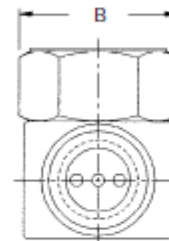
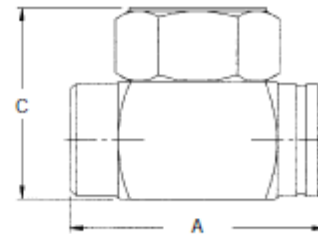
Steam trap shall be of thermodynamic design. Body shall be of all stainless construction and hardened throughout. Seat shall be integral to body. Cover shall seal to body without gaskets or seals. Trap shall be suitable for pressures through 600 psi and available in 3/8" through 1".

## MAXIMUM OPERATING CONDITIONS

PMO: Max. Operating Pressure	600 psig	(41.3 barg)
TMO: Max. Operating Temperature	800°F	(426°C)
PMA: Max. Allowable Pressure	600 psig	(41.3 barg)
TMA: Max. Allowable Temperature	800°F	(426°F)

## MATERIALS OF CONSTRUCTION

Body	420F SS ASTM A743 CA40F
Cap & Disc	416 SS ASTM A582
Blow Down Valve	304/316SS
Screen	Stainless Steel



Connections: 1/4" - 1" NPT

Size	Dimensions in inches (mm)			Weight in Lbs. (kg)
	A	B	C	
3/8"	2 (51)	1 3/4 (44)	1 3/4 (44)	.8 (.36)
1/2"	2 11/16 (68)	1 3/4 (44)	2 (51)	1.2 (.55)
3/4"	2 13/16 (71)	2 5/16 (59)	2 7/16 (62)	1.85 (.86)
1"	3 5/16 (84)	2 1/2 (64)	2 7/8 (73)	3.1 (1.8)

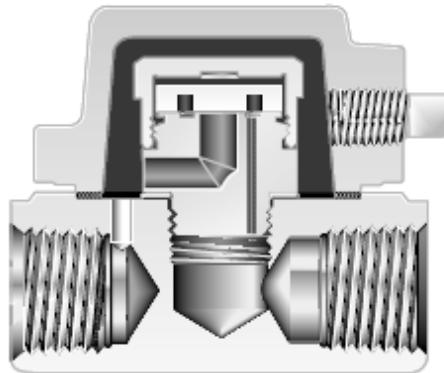
Maximum Capacity—lbs/hr 10°F Below Saturation														
NPT Connection	Differential PSIG (barg)													
	3.5 (0.24)	5 (0.34)	10 (0.7)	20 (1.4)	30 (2.1)	50 (3.4)	75 (5.2)	100 (6.9)	150 (10.3)	200 (13.8)	300 (20.7)	400 (27.6)	500 (34.5)	600 (41.3)
3/8"	180	185	190	200	215	245	305	370	500	610	790	960	1100	1250
1/2"	300	310	345	410	465	575	700	810	1000	1140	1410	1630	1830	2000
3/4"	405	420	470	560	640	810	1000	1160	1450	1670	2100	2430	2750	3050
1"	640	670	725	865	980	1200	1470	1750	2200	2600	3250	3780	4250	4700

For Kg/Hr Multiply by .454

NOTE: The NTD600 Series works efficiently at all line pressures between 5+600 psi and back pressures up to 80% of line pressures.

845.778.5566 ● Fax: 845.778.7123 ● [www.nicholsonsteamtrap.com](http://www.nicholsonsteamtrap.com) NICHOLSON

Fuente: NICHOLSON [En Línea]. <http://www.nicholsonsteamtrap.com/>.



Shown with optional  
tapped blowdown connection.

#### APPLICATIONS

- Steam Tracing
- Drips
- Heating

#### OPTIONS

- SW - Socketweld Connections
- TB - Tapped Blowdown Connection
- B - Blowdown Valve

Canadian Registration # 0E0591.9



#### Celtron®

plastic-packed  
replaceable cartridge  
for fast and simple  
replacement



#### OPERATION

Incoming air and condensate flow through the trap body and into the Celtron® cartridge. Line pressure raises the disc off the seat allowing complete discharge. When flashing condensate enters the cartridge, flow velocity increases, creating low pressure underneath the disc. Flashing condensate at high velocity strikes the inside wall of the disc chamber and is deflected

## S610 SERIES THERMODYNAMIC STEAM TRAP

Pressures To 600 PSIG (41.3 barg)  
Temperatures to 800°F (426°C)

**Improved Energy Savings** — Lowers steam waste due to steam jacketing. Trap cycle is unaffected by ambient temperatures or precipitation.

**Extended Trap Life** — Integral strainer keeps disc and seat clean. Non-violent discharge reduces wear. Heavy disc prevents warpage and improves performance.

**Easily Maintained** — Completely renewable without disturbing piping connections by removing cover, unscrewing and replacing Celtron® cartridge. Celtron® replacement cartridges are packaged individually with cover and gaskets in a protective bag.

**Freeze Proof** — When mounted vertically or on its side horizontally.

**Multi-functional** — Integral check valve eliminates need for additional fittings.

**Economical** — First cost and maintenance cost are low.

**Spiral-wound Cover Gasket** — assures positive closure.

**Integral Strainer** — prevents dirt problems.

#### MODELS

- S610-3/8" & 1/2" standard capacity
- S610L—Low capacity on S610

to the top of the disc causing a pressure buildup. The disc is forced down onto the seat by this pressure imbalance. The trap remains closed as steam in the jacket prevents exposure of the Celtron® cartridge to ambient temperatures. Pressure inside the cap is not lowered until the trapped flash vapor condenses. Condensing steam lowers the pressure above the disc. Disc is then lifted and the cycle repeated.

**NICHOLSON** 845.778.5566 ● Fax: 845.778.7123 ● [www.nicholsonsteamtrap.com](http://www.nicholsonsteamtrap.com)

Fuente: NICHOLSON [En Línea]. <http://www.nicholsonsteamtrap.com/>.

## S610 SERIES THERMODYNAMIC STEAM TRAP SPECIFICATION

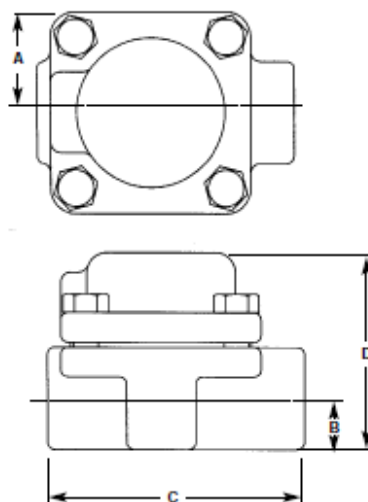
Steam trap shall be of thermodynamic cartridge design. Body shall be of forged carbon steel construction housing stainless steel Celtron cartridge. Celtron cartridge shall contain all working components. Cartridge shall be hardened throughout. Seat shall be stress relieved to eliminate warpage. Trap shall contain integral strainer with available blowdown port and valve. Cover shall seal to body utilizing spiral wound graphite gasket. Trap shall be suitable for pressures through 600 psi and available in 3/8" through 1/2".

### MAXIMUM OPERATING CONDITIONS

PMO: Max. Operating Pressure 600 psig (41.3 barg)  
 TMO: Max. Operating Temperature 800°F (426°C)  
 PMA: Max. Allowable Pressure 650 psig (44.8 barg)  
 TMA: Max. Allowable Temperature 800°F (426°C)

### MATERIALS OF CONSTRUCTION

Body & Cover: .....ASTM A105 Forged Steel  
 Celtron® Cartridge .....416 SS w/Hardened Disc & Seat  
 Cover Gasket .....304 SS Spiral Wound w/Graphite Fill  
 Bolts: .....High Temperature Alloy  
 Integral Strainer: .....304 Stainless Steel



Connections:  
3/8"-1/2" NPT or Socketweld

Dimensions in Inches (mm)					Weight in Lbs. (kg)
Size	A	B	C	D	
3/8" - 1/2"	1 <sup>17</sup> / <sub>64</sub> (32)	2 <sup>1</sup> / <sub>32</sub> (17)	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> (83)	2 <sup>15</sup> / <sub>32</sub> (63)	2.3 lbs (1.05)

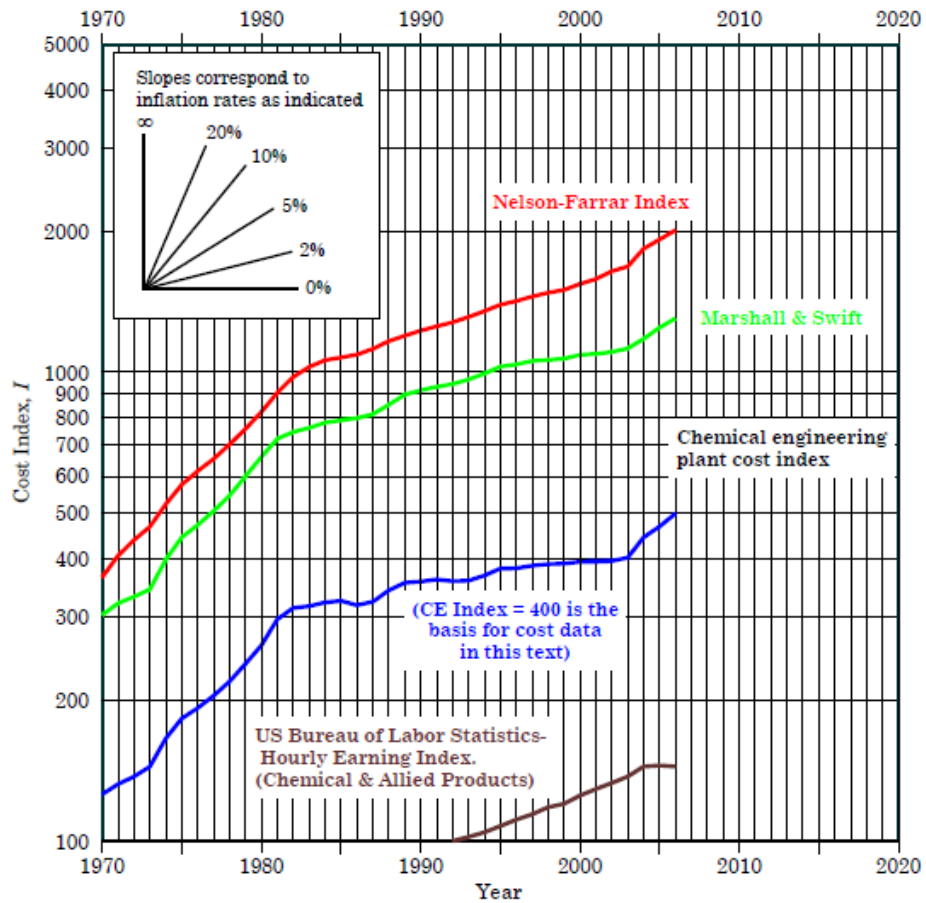
Maximum Capacity—lbs/hr 10°F Below Saturation		Differential – PSIG (barg)									
NPT Threaded or Socketweld Connections	Trap	5	10	25	50	75	100	200	300	400	600
		(0.34)	(0.7)	(1.7)	(3.4)	(5.2)	(6.9)	(13.8)	(20.7)	(27.6)	(41.3)
3/8" - 1/2"	S610L	105	150	235	330	395	435	550	630	690	790
3/8" - 1/2"	S610	240	265	420	590	700	770	980	1120	1240	1400

For Kg/Hr Multiply by .454  
 The S610 Series trap works efficiently at all line pressures between 5 and 600 psi and back pressures to 80% of line pressure.

845.778.5566 ● Fax: 845.778.7123 ● [www.nicholsonsteamtrap.com](http://www.nicholsonsteamtrap.com) **NICHOLSON**

Fuente: NICHOLSON [En Línea]. <http://www.nicholsonsteamtrap.com/>.

## ANEXO E. Valores del Índice de Costo de Planta para Ingeniería Química CEPCI.

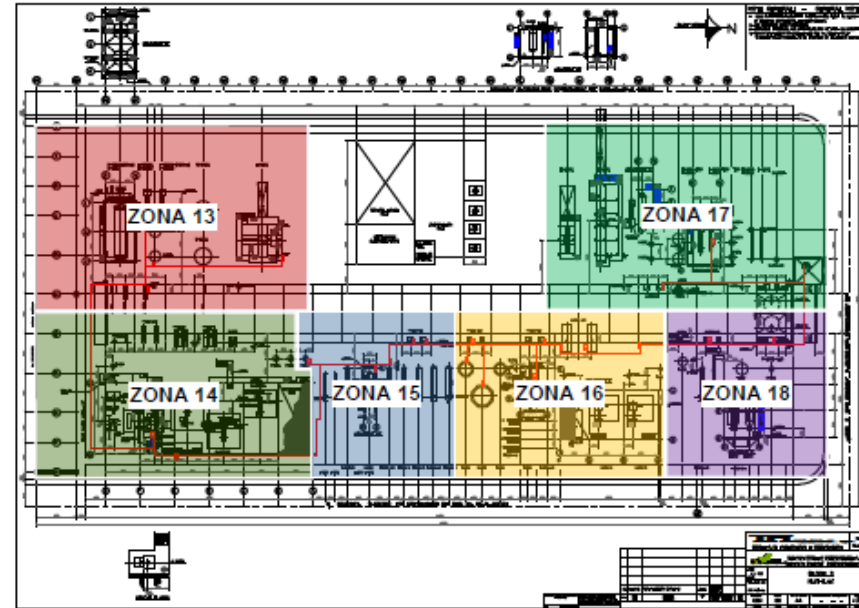
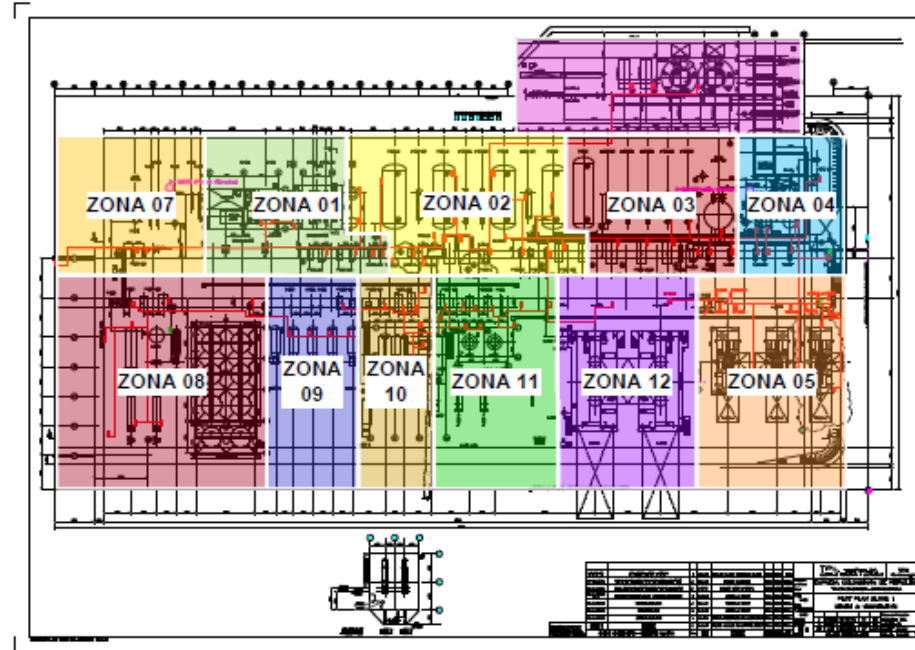


©History of selected cost indices pertinent to chemical processing. All cost data in the text by Ulrich and Vasudevan<sup>1</sup> are based on the *Chemical Engineering Plant Cost Index* Value of 400.

<sup>1</sup>[Chemical Engineering Process Design and Economics – A Practical Guide© by Ulrich and Vasudevan](http://www.ulrichvasudevan.com/CEPCI.pdf)

Fuente: [En Línea] <http://www.ulrichvasudevan.com/CEPCI.pdf>.

**ANEXO F.** Delimitación por Zonas de los Bloques I y II del Departamento de Refinación de Fondos y Valores Máximos de Contrapresión.



ALTERNATIVA 1

ZONAS	BLOQUE I DEMEX		
	MÁX CONTRAPRESIÓN (PSIG)	NUMERO DE TRAMPAS	
01	Zona de Baja Presión	4	27
02	Zona de Extracción	4.8	54
03	Zona de Alta Presión	4.95	18
04	Sistema de Recuperación de Solvente.	5.2	23
05	Homos Demex	5.2	31
06	Ampliación	4.6	5
<b>BLOQUE I VISCORREDUCTORA II</b>			
07	Área Debutanizadora	2.6	8
08	Área Ventiladores	8.5	16
09	Área Generadores de Vapor	8.3	8
10	Área de carga	7.6	28
11	Área de Torres	6.7	24
12	Homos Viscorreductora II	5.8	3
<b>BLOQUE II UNIBON</b>			
13	Zona de Reacción	8.5	9
14	Zona de Absorción	8.5	5
15	Zona de Restitución y Pre calentamiento	8.2	9
16	Zona de Carga y Despojo	7.9	25
<b>BLOQUE II HIDROGENO</b>			
17	Zona Hornos y Conversión	6.9	2
18	Zona de Absorción y Despojo	7.5	2

ALTERNATIVA 2

ZONAS	BLOQUE I DEMEX		
	MÁX CONTRAPRESIÓN (PSIG)	NUMERO DE TRAMPAS	
01	Zona de Baja Presión	8.4	22
02	Zona de Extracción	9.8	61
03	Zona de Alta Presión	9.95	16
04	Sistema de Recuperación de Solvente.	9.96	24
05	Homos Demex	10	31
06	Ampliación	9.96	5
<b>BLOQUE I VISCORREDUCTORA II</b>			
07	Área Debutanizadora	9.96	8
08	Área Ventiladores	8.19	14
09	Área Generadores de Vapor	9.8	11
10	Área de carga	9.85	31
11	Área de Torres	9.86	26
12	Homos Viscorreductora II	-	-
<b>BLOQUE II UNIBON</b>			
13	Zona de Reacción	7.65	9
14	Zona de Absorción	7.64	5
15	Zona de Restitución y Pre calentamiento	8.2	9
16	Zona de Carga y Despojo	7.67	25
<b>BLOQUE II HIDROGENO</b>			
17	Zona Hornos y Conversión	-	-
18	Zona de Absorción y Despojo	7.67	5



DELIMITACIÓN DE ZONAS Y VALORES MÁXIMOS DE CONTRAPRESIÓN EN LOS BLOQUES I Y II DEPARTAMENTO DE REFINACIÓN DE FONDOS

PID: SRC-DZ-0001

Elaboró: NEIL EUGENIO DURAN ORTIZ



**ANEXO H.** Beneficios que se obtienen al reemplazar una trampa de vapor.

Las figuras 11, 12, 13, 14 y 15 muestran las notorias diferencias cuando se reemplaza una trampa de vapor defectuosa.

**Figura 11.** Trampa de vapor ubicada en E-2515 C.



**Fuente:** El Autor. Fotografía tomada el 29 de junio de 2010.

**Figura 12.** Descarga de vapor Trampa E-2515C.



**Fuente:** El Autor. Fotografía tomada el 29 de junio de 2010.

**Figura 13.** Descarga de vapor constante de trampa ubicada en E-2515C.



**Fuente:** El Autor. Fotografía tomada el 29 de junio de 2010.

**Figura 14.** Nueva trampa de vapor ubicada en E-2515C.



**Fuente.** El Autor. Fotografía tomada el 30 de junio de 2010.

**Figura 15.** La disminución de vapor es evidente en la descarga de la trampa.



**Fuente:** El Autor. Fotografía tomada el 30 de junio de 2010.

## ANEXO I. Especificaciones y Curvas de Operación de las Bombas Cotizadas.



**HERNAN ESCOBAR POSADA  
REPRESENTACIONES LTDA.**



Barrancabermeja, 23 de junio de 2010.

Señores:  
ECOPETROL S.A.  
Atn/ Ing. Yolima Saavedra  
Ciudad

ASUNTO : COTIZACION N° MV-23-06-10

Respetados Señores.

En respuesta a su amable invitación para ofertar bombas centrifugas y de acuerdo con la información entregada por ustedes en correo electrónico enviado el 15 de junio de 2010, a continuación nos permitimos presentar nuestra oferta:

**Nuestra oferta incluye:**

1.- Presentación y condiciones comerciales.

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO US \$	PRECIO TOTAL US \$
01	Bomba Goulds modelo LF 3196 LTI tamaño 1,5X3 - 13, construida en Ductile Iron – impulsor 316 SS, con motor de 15 HP@1800 RPM TEFC Premium Efficiency.	01	15,100.00	15,100.00
02	Partes recomendadas para el arranque y puesta en marcha y para dos años de operación. Paquete x bomba	01	770.00	770.00
03	Servicio de asistencia técnica para el arranque y puesta en marcha, incluye alineación del conjunto Bomba Motor. Se incluyen tres (3) días por bomba	3 días	704.00	2,110.00
PRECIOS DDP US \$				17,980.00

■ BOGOTÁ: CARRERA 11 A No. 93-94 OFC. 201 - PBX: (57-1) 621 9711 - FAX (57-1) 621 9860  
■ E-MAIL: [heprep@heprep.com](mailto:heprep@heprep.com) ■ PAGINA WEB: [www.heprep.com](http://www.heprep.com)



23-Jun-10  
Pag. No.2



**Las condiciones comerciales son las siguientes:**

Precios	:	Netos en Dólares Americanos.
Forma de pago	:	30 días FF.
Tiempo de entrega	:	17 Semanas luego de recibir una eventual Orden de Compra.
Lugar de entrega	:	DDP Barrancabermeja.
Validez de la oferta	:	60 días.

**DESCRIPCIÓN GENERAL BOMBAS 3196**

- Nuestras bombas modelo 3196 son manufacturadas de acuerdo a normas ANSI B73.1M y están provistas del sistema i-frame que incluye un monitor para controlar las condiciones de operación que permite identificar cuando el equipo esta trabajando dentro de parámetros permitidos de vibración y temperatura y cuando se exceden estos parámetros. (Para mayor por favor ver catalogo anexo o visite la siguiente pagina en la WEB [http://www.gouldspumps.com/download\\_files/pumps3196i-FRAME/3196\\_i\\_FRAME\\_bulletin\\_readers.pdf](http://www.gouldspumps.com/download_files/pumps3196i-FRAME/3196_i_FRAME_bulletin_readers.pdf)).
- Carcasa con descarga en la parte superior centrada lo que permite sea auto-ventilada. Las bridas cumplen normas ANSI/ASME B16.5 y son clase 300# RF. La carcasa esta soportada en la parte inferior por pata.
- Impulsor totalmente abierto lo que permite el manejo de sólidos, con alabes posteriores que reducen la presión en la cámara del sello. Balanceado hidráulicamente con agujeros de balance lo que reduce las vibraciones e incrementa la vida útil del sello y los rodamientos.
- Conjunto eje / rodamientos diseñados para una baja deflexión (menos 0.002 pulgadas) en las caras del sello, lo que le incrementa la vida útil de esté y los rodamientos.
- Rodamientos L'10 (B10) de más de 2 años de vida útil dentro del rango operacional del diseño de la bomba.
- Sellos de laberinto de no contacto en la caja de rodamientos; con amplia vida útil que evitan la contaminación del aceite o pérdida de este.
- Facilidad de mantenimiento sin desensamblar tuberías y motor (Back Pull).
- Ajuste externo de la eficiencia, lo que mantiene al equipo dentro de las condiciones de operación originales y se logra ahorro de energía a largo plazo.

■ BOGOTA: CARRERA 11 A No. 93-94 OFC. 201 - A.A. No. 253825 - PBX: (57-1) 621 9711 - FAX (57-1) 621 9860  
■ E-MAIL: [heprep@heprep.com](mailto:heprep@heprep.com) ■ PAGINA WEB: [www.heprep.com](http://www.heprep.com)



23-Jun-10  
Pag. No.3



### COMENTARIOS Y EXCEPCIONES A NUESTRA OFERTA

1. Nuestra oferta no incluye el montaje de los equipos.
2. Nuestra oferta incluye únicamente lo que esta especificado en el alcance de esta.
3. Nuestra oferta incluye el servicio de asistencia técnica para el arranque y puesta en marcha de los equipos y la alineación de estos. Se incluyen 3 días por cada conjunto bomba motor.
4. El empaque para las bombas es un empaque tipo exportación en madera tratada cumpliendo con todos los requisitos exigidos por Incoterms.
5. El tiempo de entrega ofrecido de 17 semanas es el que se puede garantizar por la vigencia de la oferta, es decir por 60 días, en caso de recibirse una Orden de compra en los próximos días.
6. Garantía de los equipos es de 18 meses a partir de la fecha de despacho o 12 meses a partir de la puesta en marcha de estos, lo primero que suceda.
7. Nuestra oferta NO incluye variador de frecuencia, ni sensores de vibración y temperatura ya que los motores ofrecidos para estas bombas no son de potencias superiores a 500 HP.
8. Nuestra oferta NO incluye el suministro de PLC ni el cableado de instrumentos a paneles de control en campo.
9. Nuestra oferta incluye motor TEFC, Premium Efficiency, Corro Duty, NEMA, Horizontal, con Space heater a 115 Voltios.

Cualquier inquietud con gusto la atenderemos y quedamos pendientes de recibir su apreciada orden de compra.

Atentamente,

(ORIGINAL FIRMADO)

**MAURICIO VARGAS JEREZ.**  
Ing. de soporte técnico y comercial

■ **BOGOTÁ: CARRERA 11 A No. 93-94 OFC. 201 - A.A. No. 253825 - PBX: (57-1) 621 9711 - FAX (57-1) 621 9860**  
■ **E-MAIL: [heprep@heprep.com](mailto:heprep@heprep.com) ■ PÁGINA WEB: [www.heprep.com](http://www.heprep.com)**

Model: LF3196    Size: 1.5X3-13    Group: LTi    60Hz    RPM: 1750    Stages: 1

Job/Inq.No. :  
 Purchaser :    UNDEFINED  
 End User :  
 Item/Equip.No. :    ITEM 001  
 Service :  
 Order No. :

Issued by :  
 Quotation No. :    Date :    08/05/2010  
 Rev. :    0

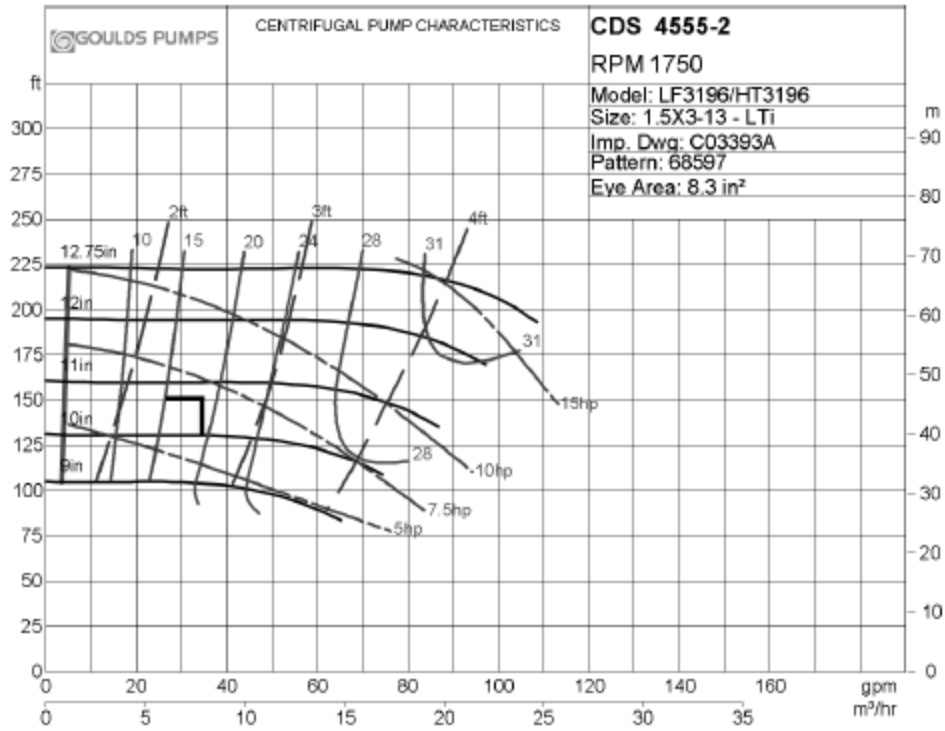
**Operating Conditions**

Liquid:    Water  
 Temp.:    170.0 deg F  
 S.G./Visc.:    1.000/1.000 cp  
 Flow:    35.0 gpm  
 TDH:    150.0 ft  
 NPSHa:    30.0 ft  
 Solid size:  
 % Susp. Solids  
 (by wtg):  
 Max. Solids Size:    0.3100 in

**Pump Performance**

Published Efficiency:    18.5 %    Suction Specific Speed:    6,125 gpm(US) ft  
 Rated Pump Efficiency:    18.5 %    Min. Hydraulic Flow:    4.2 gpm  
 Rated Total Power:    7.2 hp    Min. Thermal Flow:    N/A  
 Non-Overloading Power:    9.4 hp  
 Imp. Dia. First 1 Stg(s):    10.7500 in  
 NPSHr:    2.6 ft  
 Shut off Head:    153.2 ft  
 Vapor Press:    0.60 psi abs

**Notes:** 1.The Mechanical seal increased drag effect on power and efficiency is not included, unless the correction is shown in the appropriate field above.2. Magnetic drive eddy current and viscous effect on power and efficiency is not included.3. Elevated temperature effects on performance are not included.4. Non Overloading power does not reflect v-belt/gear losses.



Model: LF3196      Size: 1.5X3-13      Group: LTI      60Hz      RPM: 1750      Stages: 1

Job/Inq.No. :  
Purchaser : UNDEFINED  
End User :  
Item/Equip.No. : ITEM 001  
Service :  
Order No. :

Issued by :  
Quotation No. :  
Rev. : 0  
Date : 08/05/2010

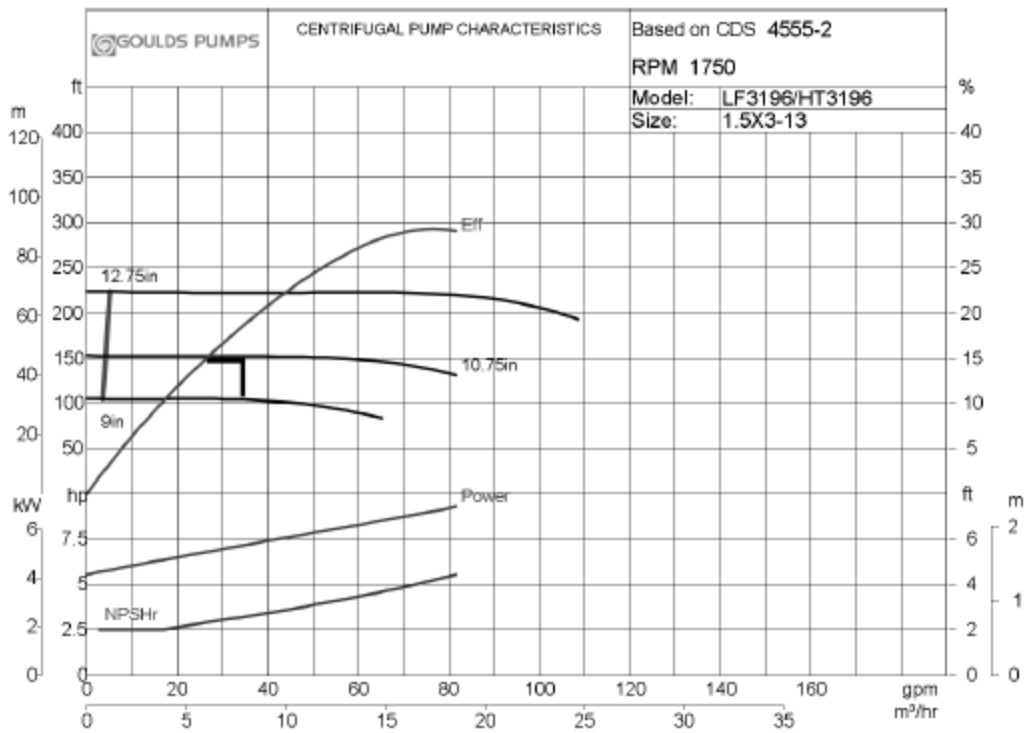
**Operating Conditions**

Liquid: Water  
Temp.: 170.0 deg F  
S.G./Visc.: 1.000/1.000 cp  
Flow: 35.0 gpm  
TDH: 150.0 ft  
NPSHa: 30.0 ft  
Solid size:  
% Susp. Solids (by wtg):  
Max. Solids Size: 0.3100 in

**Pump Performance**

Published Efficiency: 18.5 %      Suction Specific Speed: 6,125 gpm(US) ft  
Rated Pump Efficiency: 18.5 %      Min. Hydraulic Flow: 4.2 gpm  
Rated Total Power: 7.2 hp      Min. Thermal Flow: N/A  
Non-Overloading Power: 9.4 hp  
Imp. Dia. First 1 Stg(s): 10.7500 in  
NPSHr: 2.6 ft  
Shut off Head: 153.2 ft  
Vapor Press: 0.60 psi abs

**Notes:** 1. The Mechanical seal increased drag effect on power and efficiency is not included, unless the correction is shown in the appropriate field above. 2. Magnetic drive eddy current on power and efficiency is not included. 3. Elevated temperature effects on performance are not included. 4. Non Overloading power does not reflect v-belt/gear losses.



**COTIZACION 100517 - N**

**Página 1 de 2**

Señores:  
**NEIL EUGENIO DURAN ORTIZ**  
Departamento de Refinación de Fondos  
neil.duran@ecopetrol.com.co  
Barrancabermeja

Bogotá, D.C., Mayo 24 de 2010

De acuerdo con su amable solicitud, estamos presentando nuestra cotización de bomba centrífuga multietapas en acero inoxidable marca GOULDS PUMPS importada de Estados Unidos.

### **01 BOMBA CENTRIFUGA VERTICAL MULTJETAPAS**

#### **CARACTERISTICAS TECNICAS**

Marca : Goulds Pumps  
País Origen : USA  
Modelo : 2SVK7  
Diámetro Succión : 1 1/4"  
Diámetro Descarga : 1 1/4"  
Construcción : Estándar  
Sello : Sello mecánico en Buna  
Carcaza : Acero inoxidable 304  
Impulsor : Acero inoxidable 304  
Eje : Acero inoxidable 304  
Numero de etapas : 7

#### **ACOPLADO A MOTOR ELECTRICO DE 3HP**

Caudal : 30 GPM  
Presión : 60 MTS = 200 Ft  
Temperatura : 120°C  
NPSHr : 8 Ft  
Potencia : 3 HP  
Velocidad : 3500 RPM  
Cerramiento : TEFC  
Fases : 3Ph  
Tensión : 220/440 V

**PRECIO UNITARIO \$ 5.498.000,00**



COTIZACION 100517 - N

Página 2 de 2

### CONDICIONES COMERCIALES

**Tiempo de entrega** : Un día hábiles luego de recibida su orden de compra  
**Precios** : En Pesos Colombianos  
**IVA** : Agregar a estos precios el valor del IVA vigente  
**Validez de la Oferta** : 30 días  
**Forma de pago** : 30 días

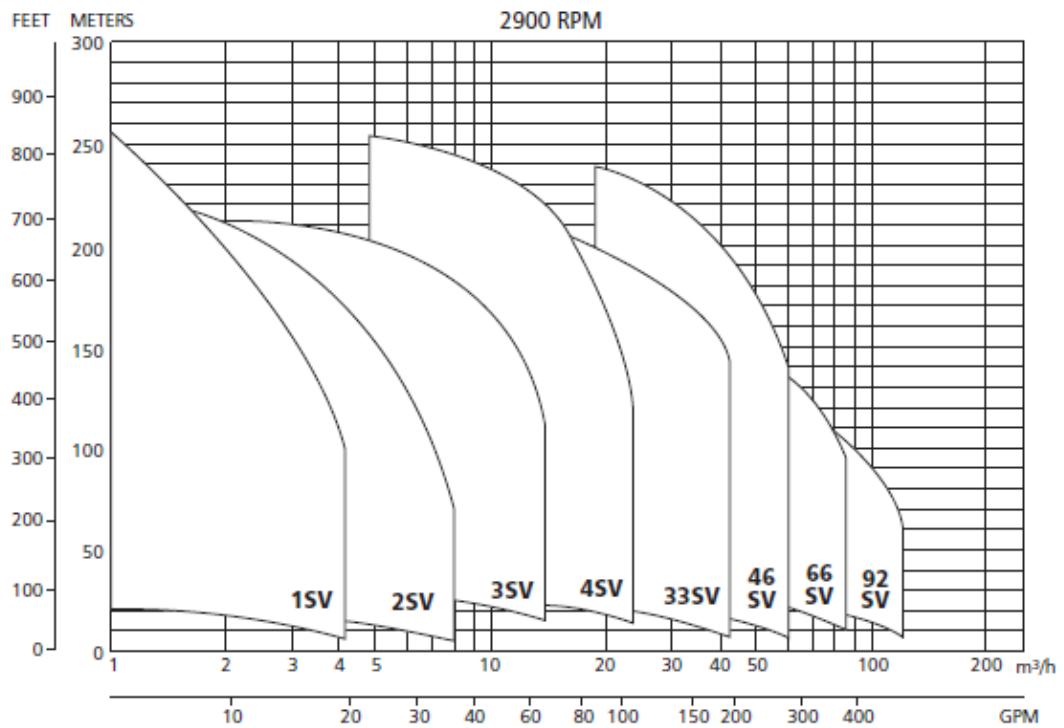
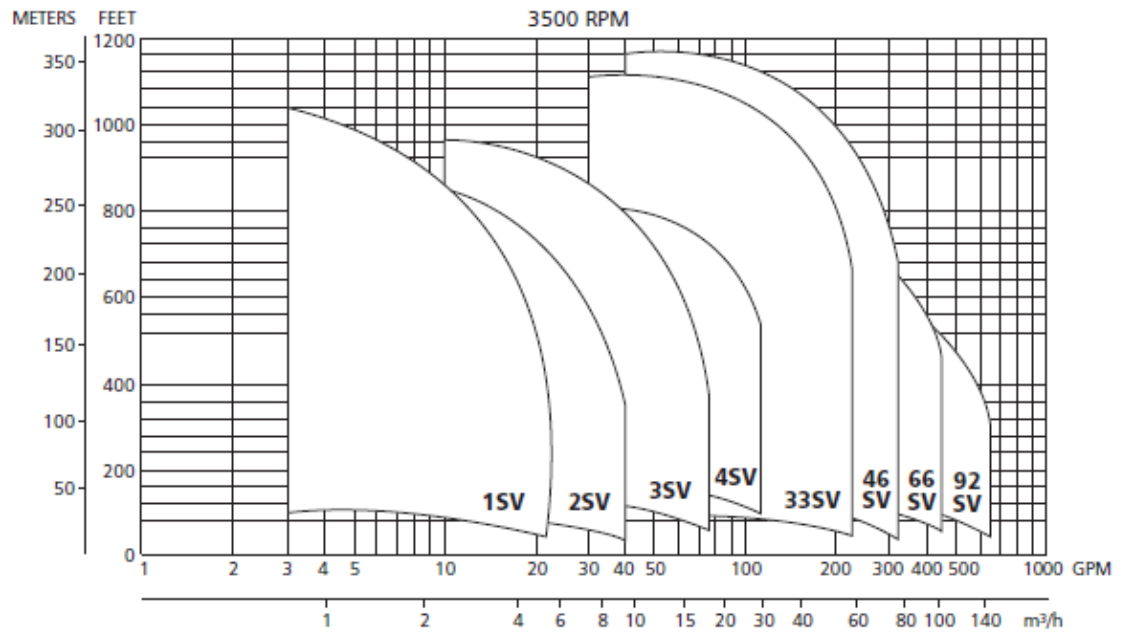
Atentamente,

Calle 95A No. 69C - 13  
PBX: (57)(1) 271 3569  
FAX: (57)(1) 271 1582  
www.flowtechcol.com  
Bogota D.C - Colombia

**Ing. Neidy G. Quiroga S.**  
**Asesora Técnico-Comercial**  
nquiroga@flowtechcol.com  
CEL.: 320 803 9785



## SSV Coverage Curve



---

## SSV General Market Specifications

---

MUNICIPAL, AGRICULTURAL, LIGHT INDUSTRY, WATER TREATMENT,  
HEATING AND AIR CONDITIONING

### Applications

- Handling of water; free of suspended solids, in the municipal, industrial and agricultural markets
- Pressure boosting and water supply systems
- Fire fighting jockey pumps
- Irrigation systems
- Wash systems
- Water treatment plants: reverse osmosis
- Handling of moderately aggressive liquids, demineralized water, water and glycol, etc.
- Circulation of hot and cold water for heating, cooling and conditioning systems
- Boiler feed

### Specifications

#### PUMP

The SSV pump is a non-self priming vertical multistage pump coupled to a standard motor.

The liquid end, located between the upper cover and the pump casing, is held in place by tie rods. The pump casing is available with different configurations and connection types.

- Delivery: up to 600 GPM
- Head: up to 1200 feet
- Temperature of pumped liquid:  
–20°F to 250°F (-30°C to 120°C) standard version
- Maximum operating pressure
  - with oval flanges: 230 PSI (15 bar)
  - with round flanges or Victaulic: 360 PSI (25 bar)
  - SV33, 46: 230, 360 or 575 PSI (16, 25 or 40 bar)\*
  - SV 66, 92: 230 or 360 PSI (16 or 25 bar)\*
- Direction of rotation: clockwise looking at the pump from the top down (marked with an arrow on the adapter and on the coupling).

#### MOTOR

- Standard NEMA TC Frame motors in open drip proof or totally enclosed fan cooled.
- 3500 RPM nominal
- Standard voltage:
  - Single phase version: 115-208/230 V, 60 Hz up to 3 HP or 208-230 V for 5 HP
  - Three phase version, 2 pole: 208-230/460 V, 60 Hz up to 75 HP

\* Based on pump staging

---

## SSV Characteristics

---

### 1SV, 2SV, 3SV, 4SV Series

- Vertical multistage centrifugal pump. All metal parts in contact with the pumped liquid are made of stainless steel.
- The following versions are available:
  - B – ANSI flanges, in-line delivery and suction ports, AISI 304
  - A – Oval flanges (NPT), in-line delivery and suction ports, AISI 304
  - C – ANSI flanges, delivery port above the suction port, with four adjustable positions, AISI 304
  - D – ANSI flanges, in-line delivery and suction ports, AISI 316
  - VIC – Victaulic couplings, in-line delivery and suction ports, AISI 316
- Reduced axial thrusts enable the use of standard NEMA TC motors that are easily found in the market
- Seal housing chamber designed to prevent the accumulation of air in the critical area next to the mechanical seal
- Mechanical seal according to EN 12756 (ex DIN 24960) and ISO 3069
- Versions with ANSI flanges that can be coupled to ANSI raised face counter-flanges
- Threaded oval counter-flanges made of stainless steel are standard supply for the A versions
- Easy maintenance. No special tools required for assembly or disassembly
- Standard version for temperatures ranging from: -20°F to 250°F (30°C to 120°C)

---

### 33SV, 46SV, 66SV, 92SV Series

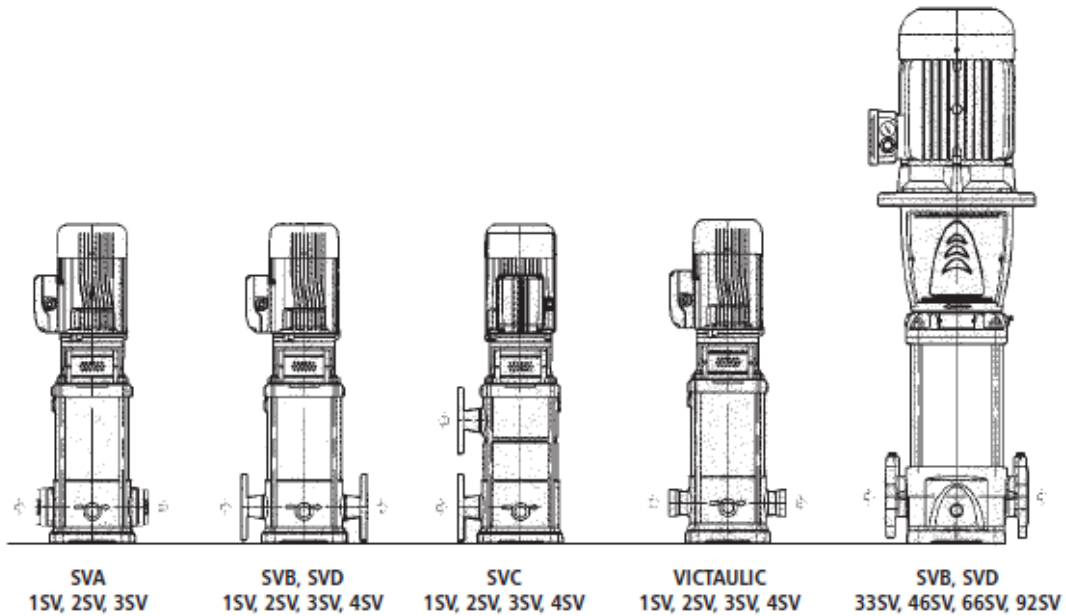
- Vertical multistage centrifugal pump with impellers, diffusers and outer sleeve made entirely of stainless steel, and with pump casing and motor adapter made of cast iron in the standard version
- D version made entirely of AISI 316 stainless steel
- High heads and capacities four sizes: 33SV, 46SV, 66SV, 92SV (replacing the previous models 55V and 65V)
- Re-designed liquid end provides improved efficiency and energy savings
- Innovative axial load compensation system on pumps with higher head. This ensures reduced axial thrusts and enables the use of standard NEMA TC motors that are easily found in the market.
- Balanced mechanical seal according to EN 12756 (ex DIN 24960) and ISO 3069, which can be replaced without removing the motor from the pump
- Seal housing chamber designed to prevent the accumulation of air in the critical area next to the mechanical seal
- Standard version for temperature ranging from: -20°F to 250°F (-30°C to 120°C)
- Pump body fitted with taps for installing pressure gauges on both suction and delivery flanges
- In-line ports with ANSI flanges that can be coupled to counter-flanges, in compliance with ANSI raised face.
- Mechanical sturdiness and easy maintenance. No special tools required for assembly or disassembly.

---

### Optional Features

- Horizontal version.
- Special voltages, 50 Hz frequency.
- Special materials for the mechanical seal, gaskets and elastomers,
- "DPS" sets consisting of two "SV" electric pumps made of AISI 316, connected in series to obtain a total head equal to the sum of the single heads of the two electric pumps.
- Tropicalized motors.
- Premium E and explosion proof motors.
- 1750 RPM, 4 pole motors.

**General Characteristics**  
2-pole



SSV Product Range	15V	25V	35V	45V	335V	465V	665V	925V
Nominal Flow (GPM)	15	30	60	85	150	220	350	450
Flow Range (GPM)	2 – 22	6 – 40	11 – 75	17 – 110	30 – 195	45 – 285	70 – 420	90 – 580
Max. Head (Ft)	1100	945	1005	930	1125	1210	850	715
Max. Working Pressure (PSI) <sup>Ⓢ</sup>	360 PSIG <sup>Ⓢ</sup>				360 / 580 PSIG			
Temperature Range	-20°F to 250°F (-30°C to -121°C)							
Motor Power (HP)	½ – 5 HP	¾ – 5 HP	2 – 15 HP	5 – 20 HP	3 – 60 HP	7½ – 75 HP	10 – 75 HP	15 – 75 HP
Max. Pump Efficiency	44%	58%	64%	67%	76%	78%	78%	80%
Material of Construction								
SVA	AISI 304SS				–	–	–	–
SVB	AISI 304SS				Cast Iron / AISI 316L			
SVC	AISI 304SS				–	–	–	–
SVD	AISI 316LSS				Cast Stainless Steel / AISI 316L			
Connection Sizes								
SVA – Oval NPT	1" NPT (female)	1½" NPT (female)	1½" NPT (female)	–	–	–	–	–
SVB – Round ANSI Size/Class	1½" 300#	1½" 300#	2" 300#	2" 300#	2½" 125/250#	3" 1325/250#	4" 125/250#	4" 125/250#
SVC – Top/Bottom Round ANSI – Size/Class	1½" 300#	1½" 300#	2" 300#	2" 300#	–	–	–	–
SVD – Round ANSI Size/Class	1½" 300#	1½" 300#	2" 300#	2" 300#	2½" 150/300#	3" 150/300#	4" 150/200#	4" 150/300#
Optional Connections (on request)								
Victaulic (PJE)	1½" (Victaulic)	1½" (Victaulic)	2" (Victaulic)	2" (Victaulic)	–	–	–	–

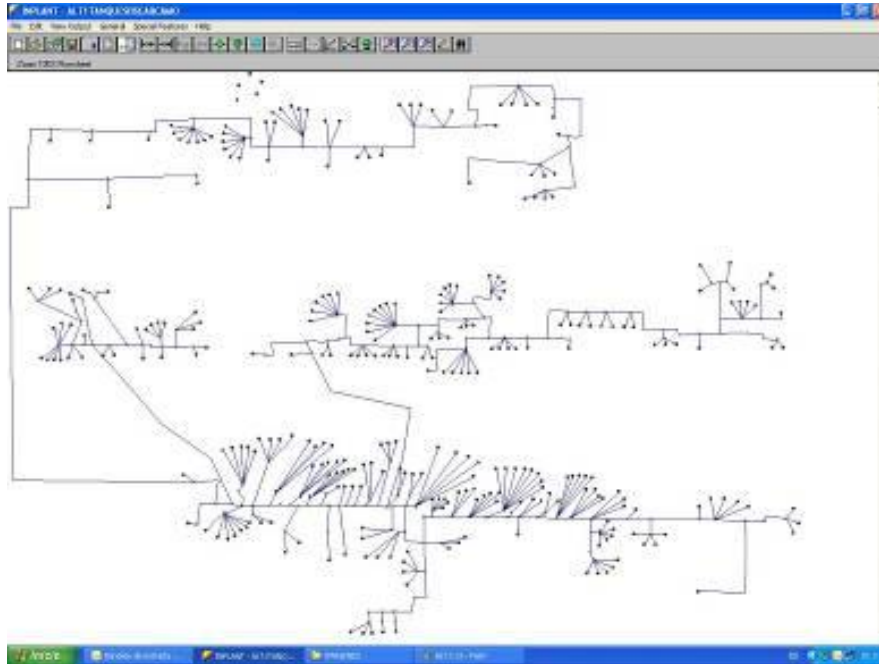
<sup>Ⓢ</sup> Some staging may have MAWP of 580 psi (40 bar).

<sup>Ⓢ</sup> See pages 53-60 for specific details.

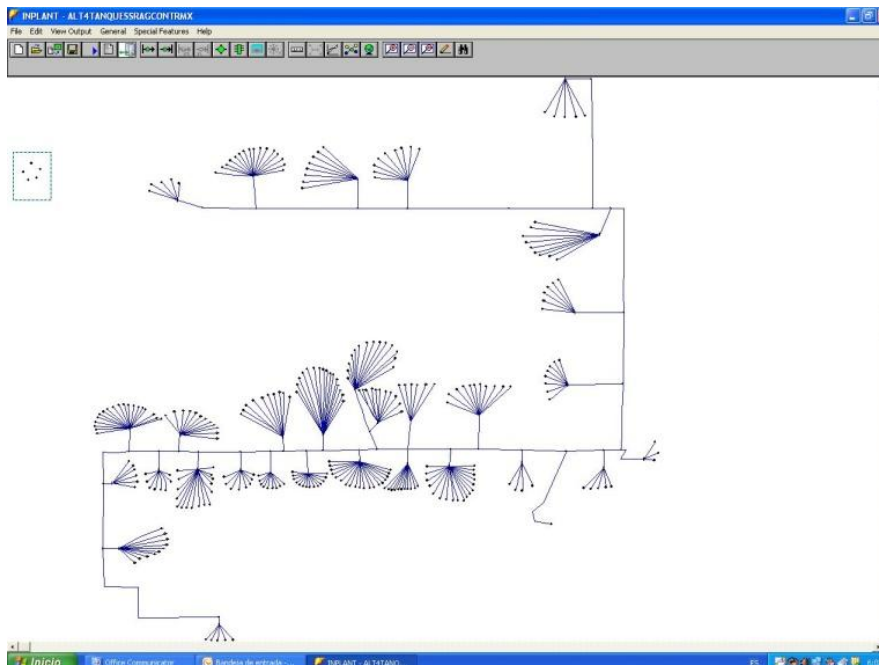


## ANEXO K. Interfaz Gráfica del Simulador INPLANT 4.5.

### Alternativa de Tubería 1.

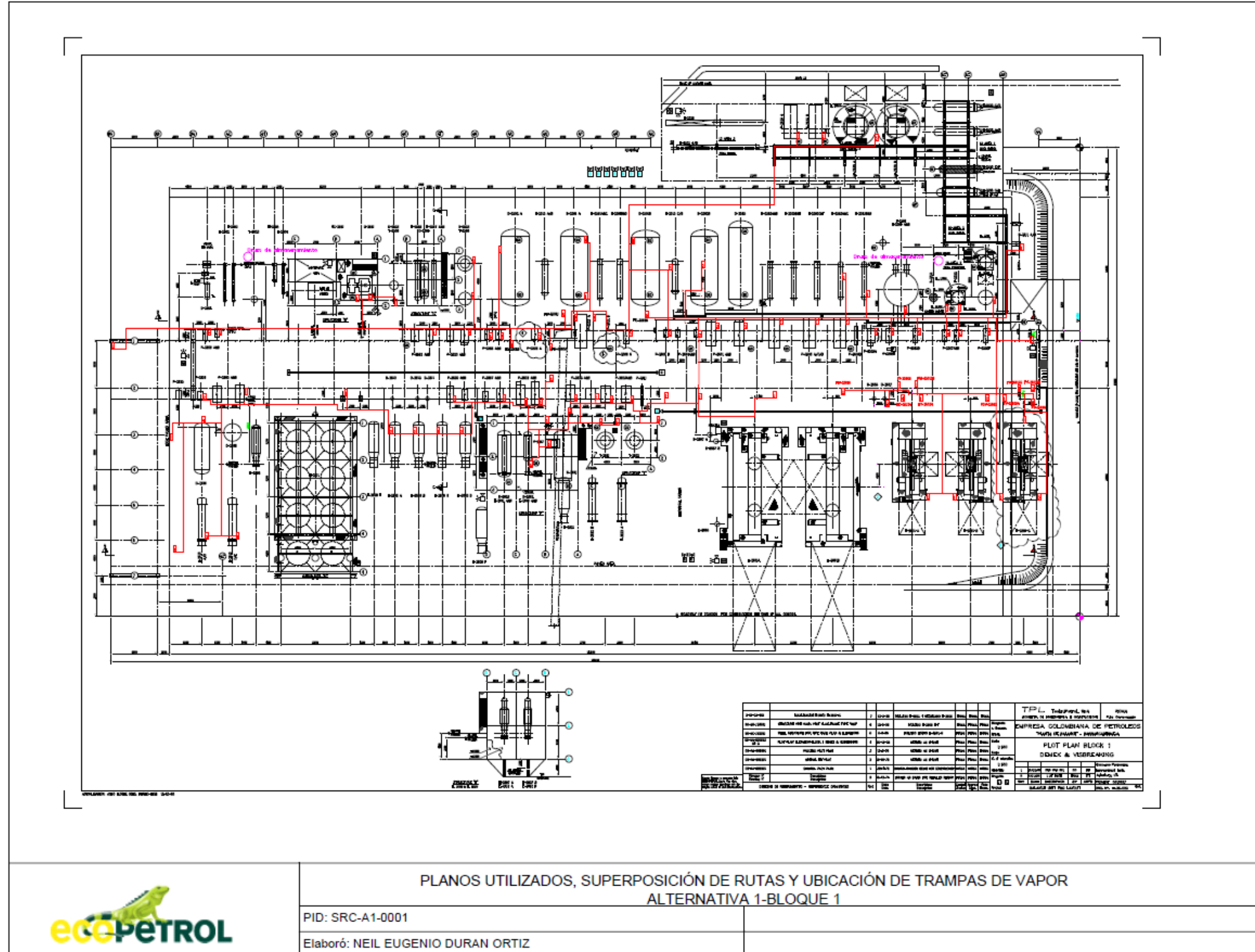


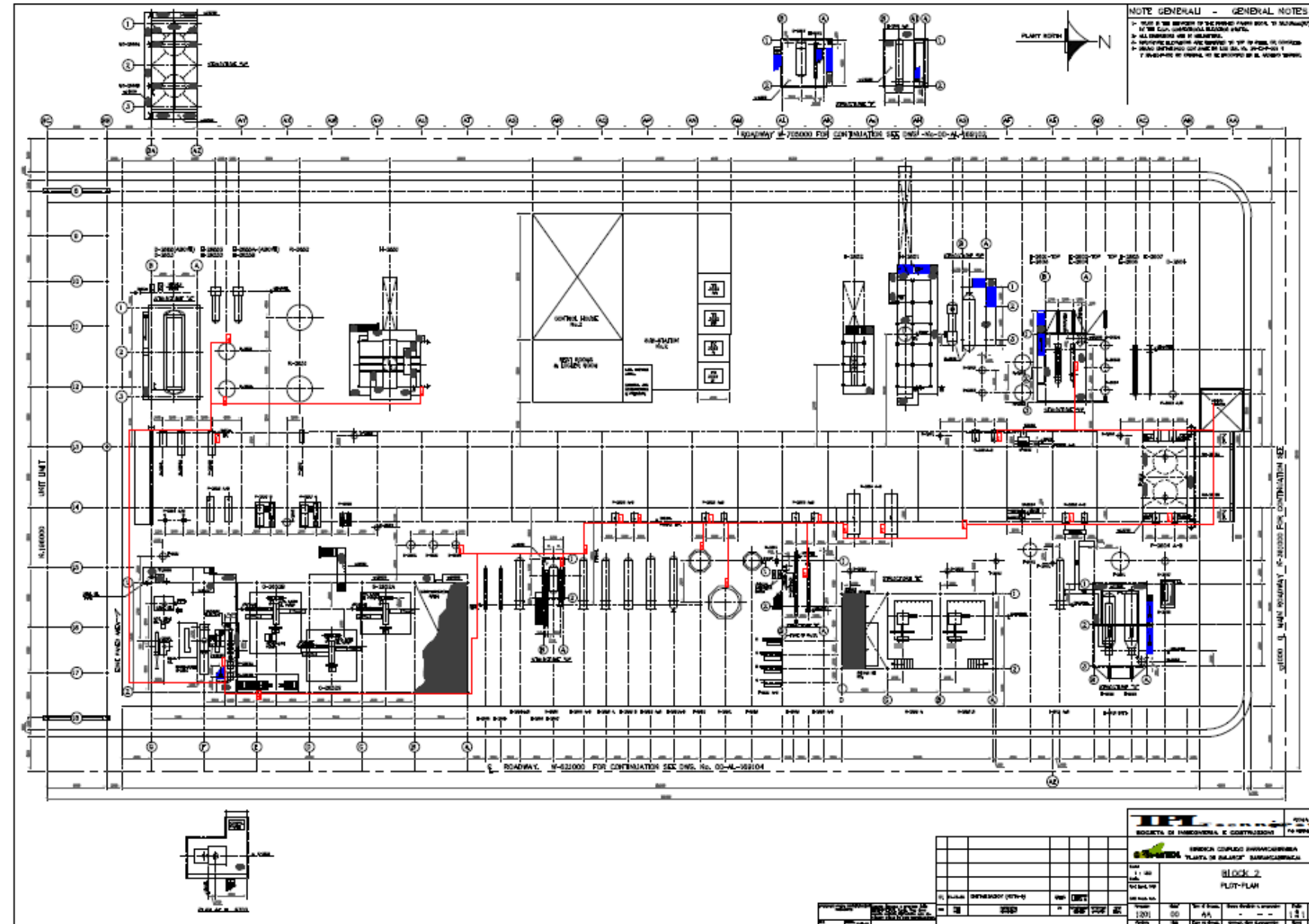
### Alternativa de Tubería 2.



Fuente: Herramienta Interna Ecopetrol S.A. .

ANEXO L. Planos de los Sistemas de Tubería Planteados.

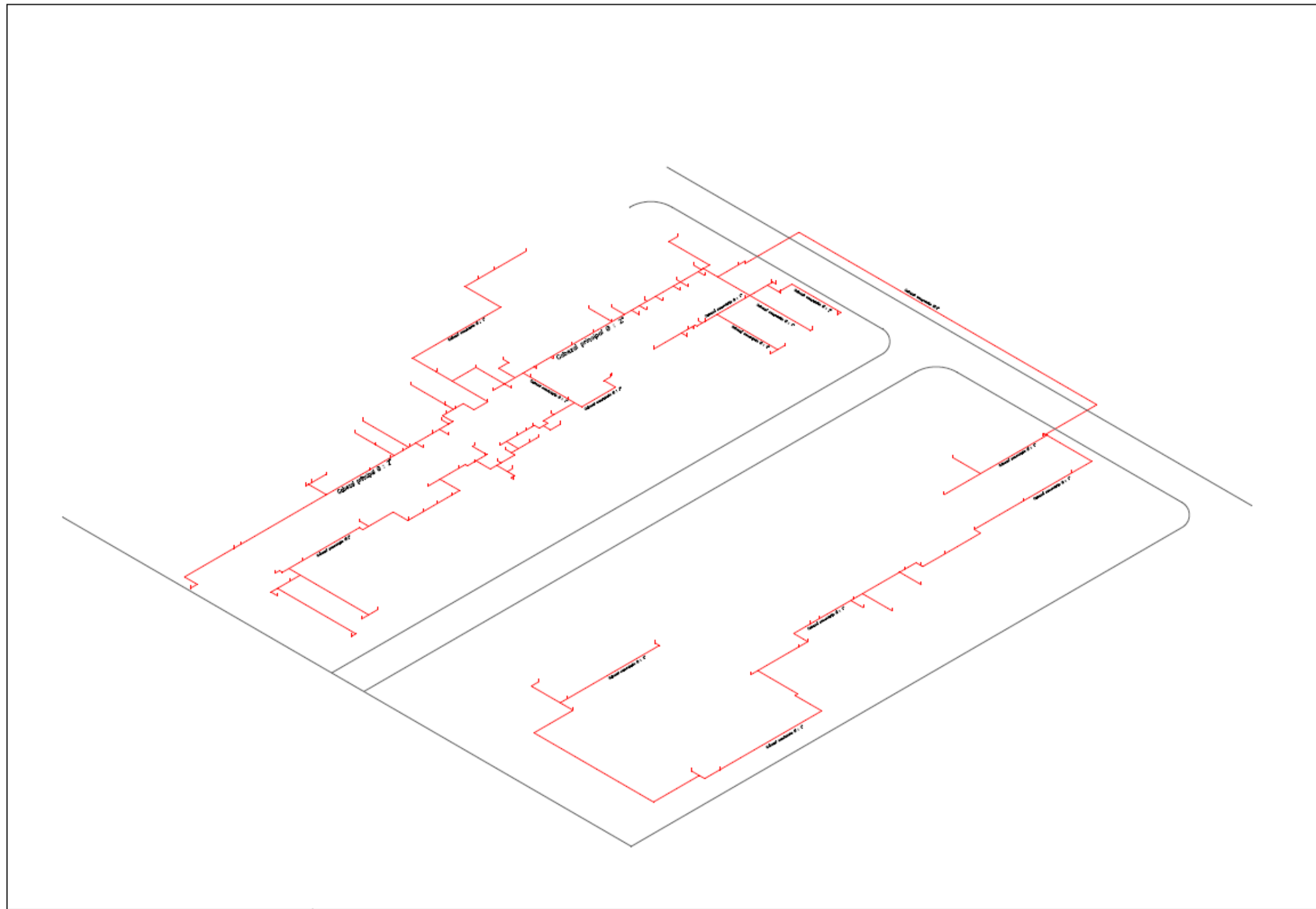





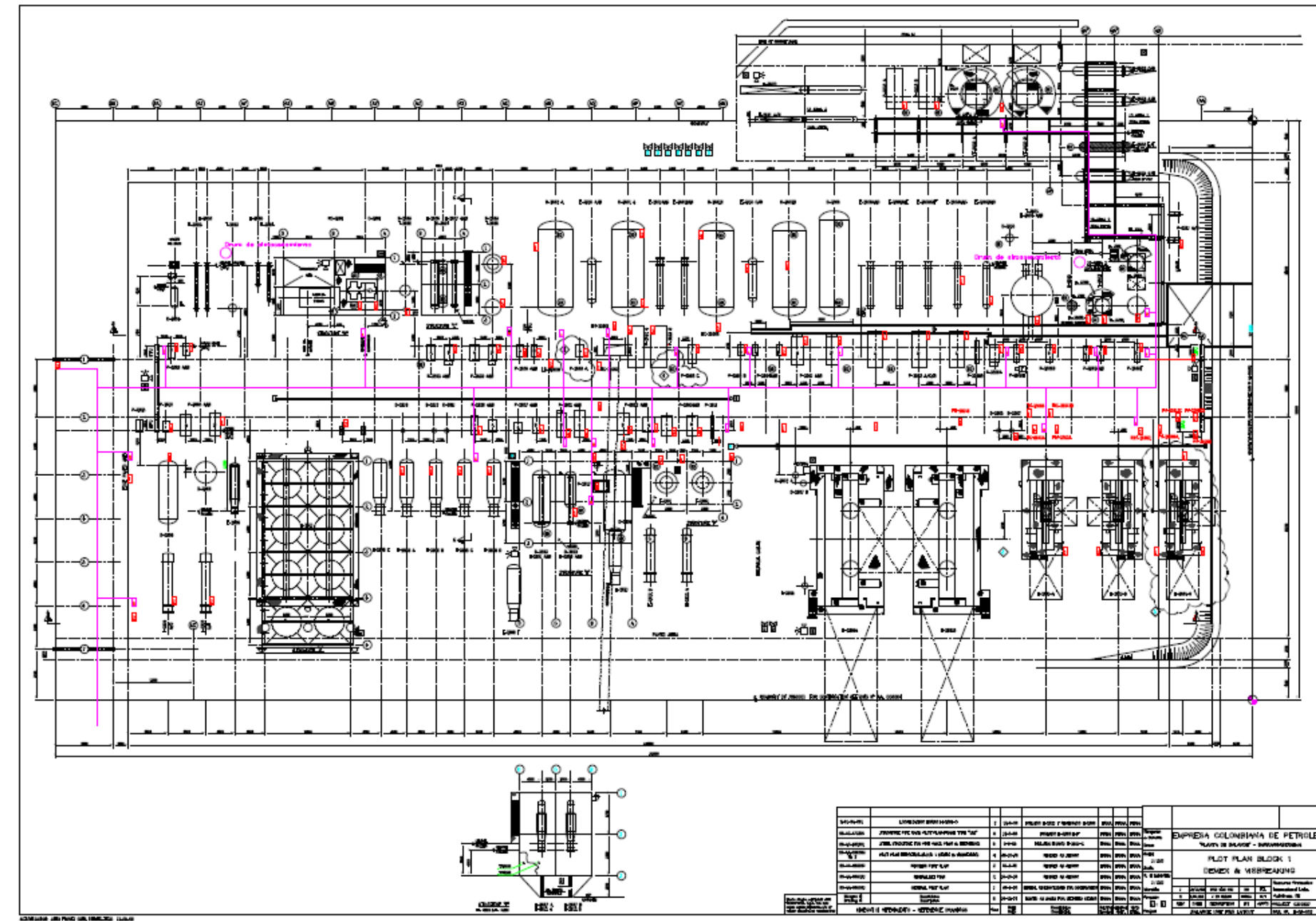
PLANOS UTILIZADOS, SUPERPOSICIÓN DE RUTAS Y UBICACIÓN DE TRAMPAS DE VAPOR  
ALTERNATIVA 1-BLOQUE 2

PID: SRC-A1-0002

Elaboró: NEIL EUGENIO DURAN ORTIZ



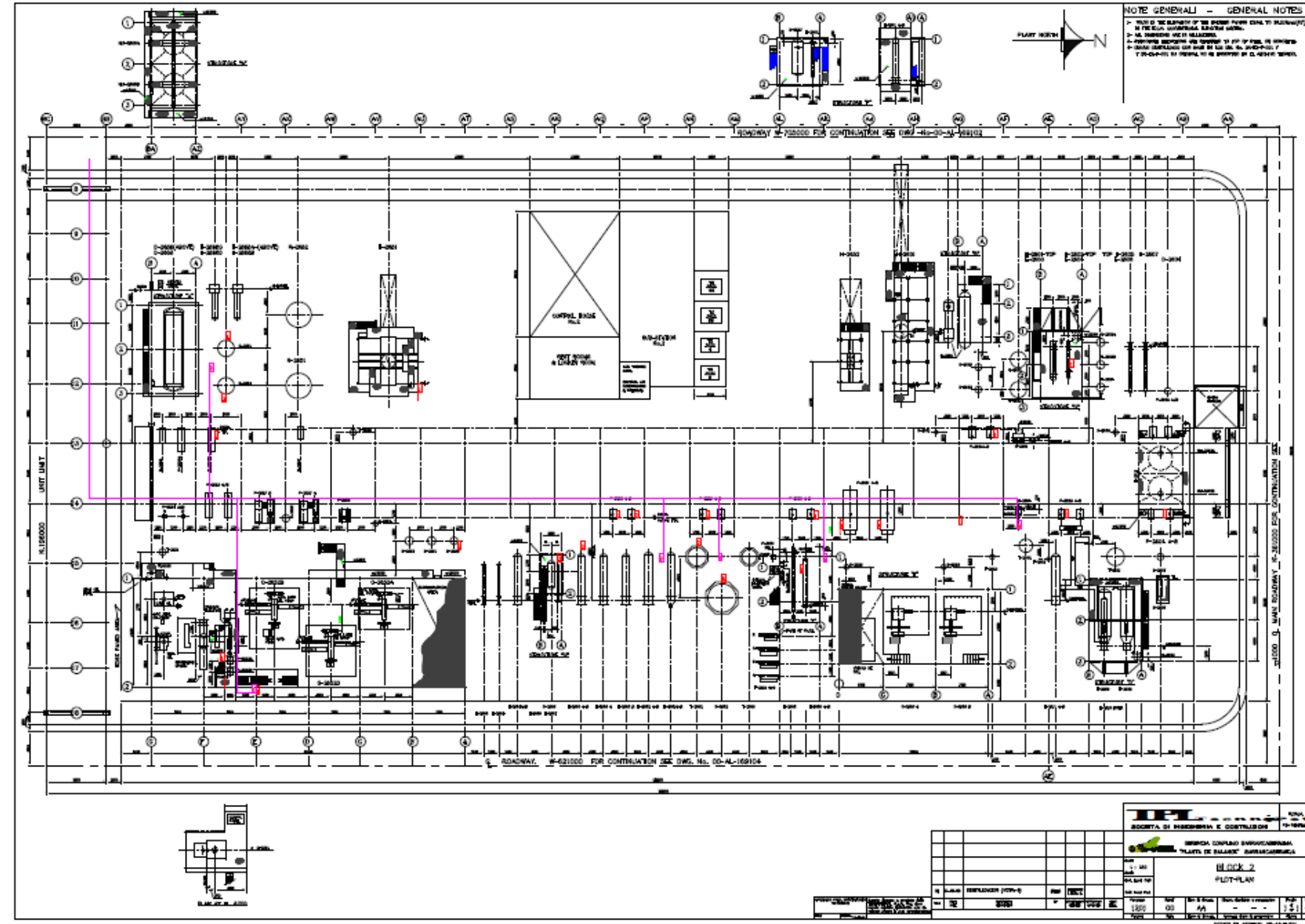
	<b>PLANOS UTILIZADOS, SUPERPOSICIÓN DE RUTAS Y UBICACIÓN DE TRAMPAS DE VAPOR</b> <b>ALTERNATIVA 1-ISOMÉTRICO</b>	
	PID: SRC-A1-0003	
	Elaboró: NEIL EUGENIO DURAN ORTIZ	



PLANOS UTILIZADOS, SUPERPOSICIÓN DE RUTAS Y UBICACIÓN DE TRAMPAS DE VAPOR  
ALTERNATIVA 2-BLOQUE 1

PID: SRC-A2-0001  
Elaboró: NEIL EUGENIO DURAN ORTIZ





PLANOS UTILIZADOS, SUPERPOSICIÓN DE RUTAS Y UBICACIÓN DE TRAMPAS DE VAPOR  
ALTERNATIVA 2-BLOQUE 2

PID: SRC-A2-0002  
Elaboró: NEIL EUGENIO DURAN ORTIZ

REVISION		APPROVAL		DATE	

REVISION		APPROVAL		DATE	

