

**INCREMENTO EN LA CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS EN LA PLANTA DE  
PARAFINAS Y BASES LUBRICANTES MEDIANTE EL MONITOREO EN LINEA  
DEL DESEMPEÑO DE LOS EQUIPOS CLAVES DE ACUERDO A LAS  
CONDICIONES DE OPERACION**



**YURIAM ZUHEYT MALAVER BOTIA**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-QUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA  
BUCARAMANGA**

**2007**

**INCREMENTO EN LA CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS EN LA PLANTA DE  
PARAFINAS Y BASES LUBRICANTES MEDIANTE EL MONITOREO EN LINEA  
DEL DESEMPEÑO DE LOS EQUIPOS CLAVES DE ACUERDO A LAS  
CONDICIONES DE OPERACION**

**YURIAM ZUHEYT MALAVER BOTIA**

**Proyecto de grado para optar al título de  
Ingeniero Químico**

**Director – UIS**

**Prof. Doc. MARIO ALVAREZ CIFUENTES**

**Codirector – ECOPETROL S.A.**

**ING. OMAR DAVID ORDOÑEZ FAJARDO**

**Jefe de la Planta de Parafinas y Bases Lubricantes**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-QUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA  
BUCARAMANGA**

**2007**

## *Dedicatoria*

*Agradezco a Dios quien ha estado conmigo en todo momento  
y siempre me ha brindado su amor y su comprensión.*

*Él me guio y me dio fortaleza en el camino, el Amigo que  
nunca me ha fallado y siempre ha estado conmigo.*

*A mis padres y hermanas que me apoyaron en todo momento  
y me brindaron su amor y apoyo incondicional.*

*A mi amiga Magda por escucharme y darme ánimos cuando  
lo necesitaba.*

*A mis amigos, que estuvieron conmigo en todo momento y  
por todo lo que pude aprender de ellos.*

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis agradecimientos a la empresa Ecopetrol S.A Gerencia Complejo Barrancabermeja por darme la oportunidad de realizar mi práctica profesional en la Planta de Parafinas Y Bases Lubricantes.

Al Ingeniero Omar David Ordoñez Fajardo por la colaboración que me presto durante el tiempo que estuve realizando la practica.

Al Profesor Mario Álvarez Cifuentes, por su dirección del proyecto en la Universidad Industrial de Santander.

A los operadores de la Planta de Parafinas Y Bases, por la ayuda y orientación que me dieron para el conocimiento de la cada unidad de proceso.

A todos mis amigos y compañeros de la Universidad con quienes pase muchos momentos y a todas las personas que me apoyaron en esta etapa de mi vida.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. ESTUDIO DE PROCESOS DE LA PLANTA DE PARAFINAS Y FENOL	2
1.1 ENTRENAMIENTO EN LA PLANTA DE PARAFINAS Y FENOL	2
1.1.1 Proceso general de la Planta de Parafinas y Fenol	2
2. RECOPIACION Y VERIFICACION DE INFORMACION EN LA PLANTA	3
2.1 Equipos críticos para la confiabilidad e integridad de la operación	4
3. VERIFICACION DE LOS DATOS DEL PROCESO	6
3.1 LISTA DE VARIABLES CRITICAS SELECCIONADAS DE LA PLANTA	7
4. EFICIENCIA	8
4.1 EFICIENCIA DE LAS BOMBAS	8
4.1.1 FACTORES QUE AFECTAN LA EFICIENCIA DE LAS BOMBAS DE LA PLANTA	8
4.2 EFICIENCIA DE LOS COMPRESORES	11
4.2.1 Cálculos politrópicos	13
4.2.2 Cálculos del rendimiento del compresor	13
4.2.3 Ineficiencias mecánicas	13
4.2.4 Evaluación de la eficiencia de los compresores	14
4.2.5 Causas de perdida de eficiencia de los compresores	15
4.3 EFICIENCIA DE LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR	16
5. EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS CRITICOS DE LA PLANTA DE PARAFINAS	17
5.1 DESCRIPCION DEL CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DE LAS BOMBAS	17

5.1.1 Toma de datos operacionales	18
5.1.2 Estado del sistema de las bombas	18
5.2 DESCRIPCION DEL CALCULO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPRESORES	20
5.2.1 Compresor de hidrogeno (C-1101 A/ 02 A)	21
5.2.2 Compresor de propileno (C- 1201)	22
5.2.3 Compresor de dióxido de carbono (C-1202)	24
5.3 DESCRIPCION DEL CALCULO DE LA EFICIENCIA DE LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR	25
6. ELABORACION DE UN PROGRAMA PRACTICO Y DE FACIL MANEJO PARA LOS OPERADORES, PARA EL MONITOREO DE LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS	34
7. CAPACITACION AL PERSONAL DE LA PLANTA DE PARAFINAS PARA LA UTILIZACION DE LA HERRAMIENTA DESARROLLADA	35
8. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES	36
9. BIBLIOGRAFIA	38
ANEXOS	39

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Lista de las bombas críticas.	4
Tabla 2. Lista de los intercambiadores de calor críticos.	5
Tabla 3. Lista de los compresores críticos.	6
Tabla 4. Estado del sistema de las bombas.	20
Tabla 5. Análisis operacional del compresor de hidrogeno.	21
Tabla 6. Eficiencia politrópica a condiciones normales de operación.	21
Tabla 7. Análisis operacional del compresor de propileno.	23
Tabla 8. Eficiencia politrópica del compresor de propileno.	23
Tabla 9. Análisis operacional del compresor de dióxido de carbono.	24
Tabla 10. Análisis operacional intercambiador calor E-1212.	26
Tabla 11. Análisis operacional intercambiador calor E-1213.	26
Tabla 12. Análisis operacional intercambiador calor E-1214.	27
Tabla 13. Análisis operacional intercambiador calor E-1215.	27
Tabla 14. Análisis operacional intercambiador calor E-1216.	28
Tabla 15. Análisis operacional intercambiador calor E-1218.	28
Tabla 16. Análisis operacional intercambiador calor E-1220.	29
Tabla 17. Análisis operacional intercambiador calor E-1226.	29
Tabla 18. Análisis operacional intercambiador calor E-1228.	30
Tabla 19. Análisis operacional intercambiador calor E-1229.	30
Tabla 20. Análisis operacional intercambiador calor E-1231.	31
Tabla 21. Análisis operacional intercambiador calor E-1234.	31
Tabla 22. Análisis operacional intercambiador calor E-1235.	32
Tabla 23. Análisis operacional intercambiador calor E-1236.	32
Tabla 24. Análisis operacional intercambiador calor E-1245.	33
Tabla 25. Análisis operacional intercambiador calor E-1245	33

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Diagrama de flujo de parafinas y fenol.	3
Figura 2. Desempeño del compresor de hidrógeno a condiciones normales de operación.	22
Figura 3. Variación del flujo del compresor de dióxido de carbono con el tiempo.	25

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Data sheets de las bombas de la Planta de Parafinas y Fenol.	40
Anexo B. Data sheets de los compresores de la Planta de parafinas y Fenol.	52
Anexo C. Data sheets de los intercambiadores de calor.	60
Anexo D. Formato para la evaluación de los intercambiadores de calor.	75
Anexo E. Lista de variables críticas seleccionadas de la Planta de Parafinas y Fenol.	76
Anexo F. Carta de datos del operador de tratamientos.	84
Anexo G. Gráficas de las curvas características de las bombas.	85
Anexo H. Cálculos del rendimiento del compresor de hidrógeno C-1101 A/02 A.	92
Anexo I. Datos operación normal para cada etapa del compresor de propileno.	93
Anexo J. Datos de operación normal de todo el compresor de propileno.	95
Anexo K. Cálculos de rendimiento del compresor de propileno.	95
Anexo L. Datos operación normal del compresor de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ).	96
Anexo M. Cálculos del rendimiento del compresor de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ).	97
Anexo N. Programa final, que permite al operador determinar la eficiencia de la operación, como un indicador del desempeño operativo y de proceso	98
Anexo O. Reporte de asistencia sobre las capacitaciones realizadas a los operadores de la Planta de Parafinas y Fenol acerca del manejo del programa realizado.	103

## RESUMEN

### TITULO:

**INCREMENTO EN LA CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS EN LA PLANTA DE PARAFINAS Y BASES LUBRICANTES MEDIANTE EL MONITOREO EN LINEA DEL DESEMPEÑO DE LOS EQUIPOS CLAVES DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DE OPERACION\*.**

**AUTOR: YURIAM ZUHEYT MALAVER BOTIA\*\***

***Palabras Claves:** Eficiencia, bombas, compresores, intercambiadores, análisis operacional, guías de control, confiabilidad.*

### **DESCRIPCION:**

La confiabilidad de los equipos de la Planta de Parafinas y Fenol se ven afectados considerablemente por: fallas mecánicas, operar por fuera de las guías de control, sobredimensionamiento inadecuado de los equipos de proceso, disminuyendo su vida útil y afectando la producción sostenida de bases lubricantes y ceras.

Se requiere que el operador de la planta de parafinas y bases lubricantes, evalúe de manera eficiente el desempeño de los equipos claves de la planta, como las bombas, intercambiadores de calor y compresores, que le permita tomar acciones eficaces de manera anticipada y así evitar la falla prematura de los equipos y obtener mejoras en la eficiencia de la unidad, identificando el impacto de mantener las variables y puntos críticos de control dentro de las ventanas operativas; incrementando la confiabilidad de cada uno de estos equipos mediante el monitoreo en línea sobre el desempeño de los equipos claves de acuerdo a las condiciones de diseño y de operación.

El objetivo es establecer un ambiente controlado del proceso mediante una operación segura y confiable, para que el equipo no exceda los límites seguros de operación ya que ocasionan problemas en la integridad de los equipos y así evitar las paradas de planta no planeadas que generan costos de mantenimiento y costos de producción. El programa le describe al operador los parámetros de las variables críticas para la prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismos. El manejo de este programa implica un proceso de análisis, registro, seguimiento y una definición de las acciones correctivas que deben ejecutarse por parte de cada operador, para garantizar el correcto desempeño de la planta de parafinas y bases lubricantes.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: Mario Álvarez Cifuentes, Codirector: Omar David Ordoñez Fajardo.

## ABSTRACT

### TITLE:

**INCREASE IN THE DEPENDABILITY OF THE EQUIPMENTS IN THE PLANT OF PARAFFINS AND LUBRICANT BASES BY MEANS OF THE MONITOR IN LINES OF THE PERFORMANCE FROM THE KEY EQUIPEMEMTS OF AGREEMENT TO THE CONDITIONS OF OPERATION \*.**

**AUTHOR: YURIAM ZUHEYT MALAVER BOTIA\*\***

**Key words:** Efficiency, bombs, compressors, exchanger, operational analysis, control guides, dependability.

### **DESCRIPTION:**

The dependability of the equipments of the Plant of Paraffins and Fenol are affected considerably for: you fail mechanical, to operate on the outside of the control guides, inadequate dimensions of the process equipments, diminishing their useful life and affecting the sustained production of lubricant bases and waxes.

It is required that the operator of the plant of paraffins and lubricant bases, it evaluated in an efficient way the performance of the key equipments of the plant, as the bombs, exchanger and compressors that it allows him to take effective actions in a premature way and this way to avoid the premature flaw of the equipments and to obtain improvements in the efficiency of the unit, identifying the impact of maintaining the variable and critical points of control inside the operative windows; increasing the dependability of each one of these equipments by means of the on-line monitor on the performance of the key equipments according to the design conditions and of operation. The objective is to establish a controlled atmosphere of the process by means of a sure and reliable operation, so that the team doesn't exceed the you limit sure of operation since they cause problems in the integrity of the teams and this way to avoid the not planned plant stops that they generate maintenance costs and production costs. The program describes to the operator the parameters of the critical variables for the prevention of the deterioration of the equipments and components of the same ones. The handling of this program implies an analysis process, registration, pursuit and a definition of the actions correct that should be executed on the part of each operator, to guarantee the correct acting of the plant of paraffins and lubricant bases.

---

\*Grade work

\*\* Faculty of Physiochemical engineerings, School of Chemical Engineering. Director: Mario Álvarez Cifuentes, Codirector: Omar David Ordoñez Fajardo.

## INTRODUCCIÓN

Dentro del Plan de Mejora integral de la Planta de Parafinas se requiere que el operador de la Planta evalúe de manera eficiente el desempeño de los equipos claves de la planta, que le permita tomar acciones eficaces de manera anticipada y así evitar la falla prematura de los equipos y obtener mejoras en la eficiencia de la unidad.

El trabajo fue enfocado básicamente en la confiabilidad de los equipos de la Planta de Parafinas y Fenol que se ven afectados considerablemente por: fallas mecánicas, operar por fuera de las guías de control, consumos anormales de servicio, sobredimensionamiento inadecuado de los equipos de proceso; disminuyendo su vida útil y afectando la producción sostenida de bases lubricantes y ceras.

La inadecuada operación de los equipos disminuye su eficiencia operativa y su vida útil, como las bombas de carga, intercambiadores de calor, además de los compresores (hidrogeno, CO<sub>2</sub> y propileno). Cada uno de estos equipos de alto valor comercial requieren de un seguimiento continuo, con la proyección de mejorar su funcionamiento y evitar los inoportunos mantenimientos correctivos que afectan seriamente el proceso y la producción por las inevitables paradas de planta. El trabajo a realizar pretende entonces diseñar un programa de seguimiento operativo de los equipos claves de la planta, que permita al operador calcular la eficiencia de cada uno de los sistemas como un indicador del desempeño operativo y de proceso.

## **1. ESTUDIO DE PROCESOS DE LA PLANTA DE PARAFINAS Y FENOL**

La primera etapa del plan de trabajo consistió en la adquisición de conocimiento de todo el proceso de la planta, la identificación de las unidades que lo conforman y de los diferentes equipos, mediante la lectura de los manuales de operación de cada unidad y visitas de campo donde se identificaran las líneas principales y equipos del proceso de elaboración de parafinas y bases lubricantes.

### **1.1 ENTRENAMIENTO EN LA PLANTA DE PLANTA DE PARAFINAS Y FENOL**

En esta parte se conocieron los procesos desarrollados en la planta y las distintas zonas que la comprenden, se identificó los equipos mas críticos de la planta específicamente en la unidad de MEC y se observó los puntos de interés para el desarrollo del siguiente trabajo.

#### **1.1.1 Proceso general de la Planta de Parafinas y Fenol.**

El objetivo de la planta de Parafinas es obtener cera, aceite y asfalto; la carga viene de la CDU y dependiendo del tipo de destilado pasa desasfaltado con propano, a MEC, a fenol o a tratamientos con Hidrogeno, (véase figura 1); en desasfaltado se separa el asfalto del aceite con propano; en MEC la carga pasa por los Chillers de enfriamiento para obtener las condiciones necesarias para la cristalización de la cera, posteriormente se pasa a la zona de filtros donde se realiza la separación del aceite y la cera pasando luego ambas corrientes a la zona de recobros donde se busca recuperar todo el solvente (MEK metil-etil-cetona 50% y Tolueno 50%) debido a su alto costo, una vez hecho lo anterior se pasa a tratamientos con hidrógeno donde se termina de purificar el producto y se le dan las condiciones físicas para ir por ultimo a ventas.

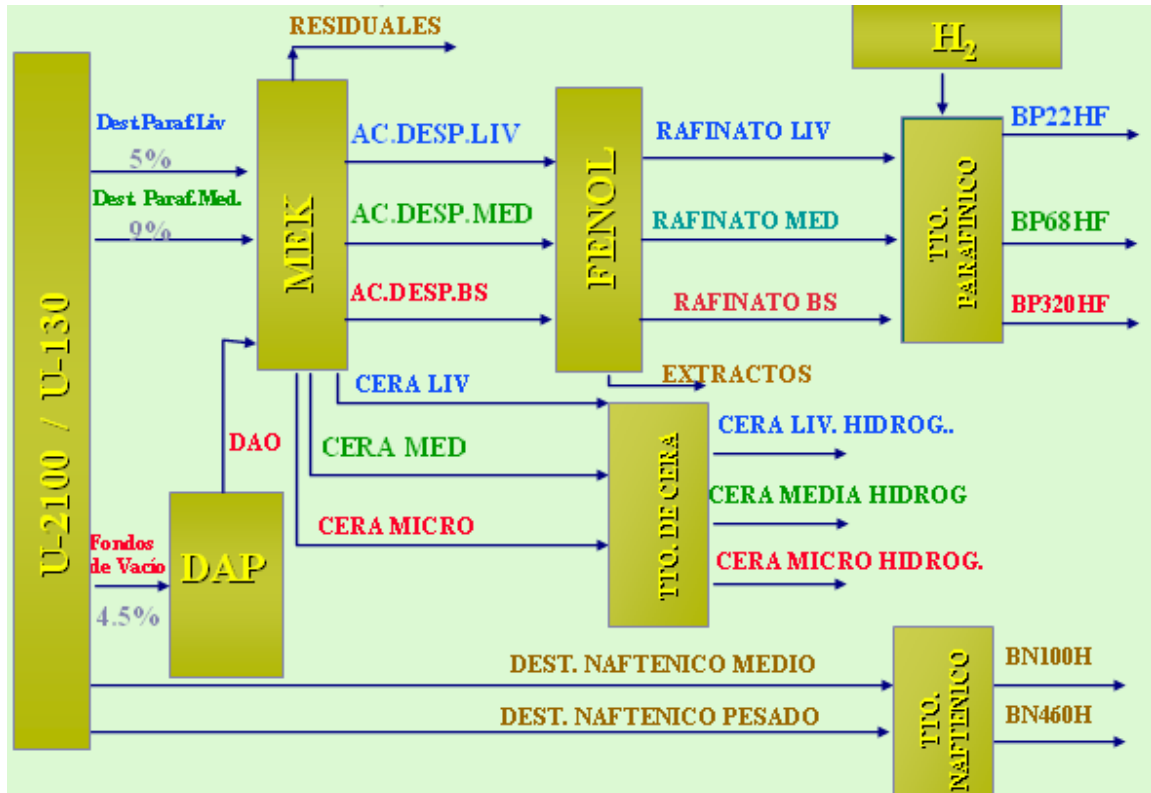


Figura 1. Diagrama de flujo de parafinas y fenol.

## 2. RECOPIACION Y VERIFICACION DE INFORMACION EN LA PLANTA

La segunda etapa consistió en la recolección de toda la información existente en la Gerencia Complejo Barrancabermeja (esta se desarrollo a lo largo de la práctica), para esto se realizó una lista de las bombas críticas Tabla 1, intercambiadores de calor Tabla 2, compresores críticos Tabla 3, los cuales son malos actores para la operación de la planta . Luego de identificar los equipos se realizó la búsqueda de información empezando por los manuales de proceso de cada unidad, planos de los equipos, en los archivos técnicos, el archivo de los talleres mecánicos, el C.I.T, en la página de la empresa “IRIS”, y en literatura relacionada con la eficiencia de los equipos a calcular.

## 2.1 EQUIPOS CRÍTICOS PARA LA CONFIABILIDAD E INTEGRIDAD DE LA OPERACIÓN.

- **BOMBAS**

<b>BOMBAS</b>	<b>SERVICIO</b>
P-1202 A/B	STE SECO A E-1205 (Filtros de repulpa/ desaceitado)
P-1203 A/B	SOLVENTE SECO A E -1212(Filtros de desparafinado repulpa)
P-1212 A/B	Mezcla de cera dura a recobro
P-1214 A/B	Cera producto
P-1215 A/B	Mezcla de cera residual y MEC
P-1216 A/B	Cera residual producto
P-1251 A	Parafina desaceitada
P-1251 B	Parafina desaceitada
P-1252 A	Parafina desaceitada
P-1252 B	Parafina desaceitada
P-1253 A	Parafina dura de etapa desaceitado
P-1253 B	Parafina dura de etapa desaceitado
P-1256 A/B	Parafina blanda a residual
P-753 A/B	Extracto seco
P-755 A/B	Extracto producto hacia gasóleo

Tabla 1. Lista de las bombas críticas.

- **INTERCAMBIADORES DE CALOR**

<b>INTERCAMBIADORES DE CALOR</b>	<b>SERVICIO</b>
E-1212	Calentador filtrado del solvente húmedo
E-1213	Pre calentador de Mezcla aceite desparafinado
E-1214	Calentador de Mezcla aceite desparafinado
E-1215	Pos calentador de Mezcla aceite desparafinado
E-1216	Enfriador de salida de aceite desparafinado
E-1218	Enfriador de solvente seco aceite desparafinado
E-1220	Intercambiador de mezcla de cera dura/ Cera dura
E-1221	Caldera de rehervido de mezcla de cera dura / vapores de solvente
E-1226	Intercambiador de calor de mezcla de cera residual/ vapores de solvente de baja presión
E-1228	Intercambiador de calor de mezcla de cera residual/ cera residual
E-1229	Intercambiador de calor de mezcla de cera residual/ vapores de solvente
E-1231	Calentador de aceite caliente de mezcla de cera residual
E-1234	Enfriador de solvente seco
E-1235	Condensador del despojador y secador
E-1236	Condensador del despojador de vapores de solvente
E-1245	Intercambiador de calor de fondo de flash de baja presión/ vapores de solvente de alta presión.
E-1246	Calentador de ajuste de carga de media presión

Tabla 2. Lista de los intercambiadores de calor críticos.

- **COMPRESORES**

<b>COMPRESORES</b>	<b>SERVICIO</b>
MC-1101 A/ 02A	Compresor de Hidrogeno
NC-1201	Compresor de refrigeración de Propileno
NC-1202	Compresor de gas inerte (CO2)

Tabla 3. Lista de los compresores críticos.

### **3. VERIFICACION DE LOS DATOS DEL PROCESO**

Para la verificación de flujos, temperaturas y presiones de los intercambiadores de calor, compresores y bombas de la unidad MEK y Fenol, se utilizó el PI y RIS, herramienta informática en línea que permite ver las condiciones en las cuales opera cada equipo en tiempo real.

Además se realizó visitas al campo y específicamente a cada equipo para realizar la verificación de datos con el fin de corroborar la información que hay en los data sheet existentes y se encontró que en algunos casos la información que se tomó en cada equipo (en la placa) no correspondía a la del data sheet, lo cual la información de estos equipos, se pidió a los fabricantes como el caso de Pumpworks para algunos sistemas de bombeo e introducir en el programa la información del fabricante.

### **3.1 LISTA DE VARIABLES CRÍTICAS SELECCIONADAS DE LA PLANTA.**

Se seleccionó las variables críticas a las cuales se les realizó un seguimiento con la ayuda de una herramienta informática para el control en línea. Las variables a realizarle el seguimiento operativo de cada uno de los equipos y las ventanas operativas seleccionadas en el prototipo desarrollado en el programa son las planteadas en el Anexo E.

Por otro lado se identificó las variables operacionales a medir en el campo sobre cada equipo, ya que, todas las variables para el cálculo de la eficiencia de los equipos no se encontraban disponibles en el PI.

-Para las Bombas se tomó los datos de Presión de succión y Presión de descarga en un indicador de presión local que se encuentra en cada bomba.

-Para el compresor de Hidrógeno los operadores llevan una carta por cada turno donde toman los valores de presión de succión y de descarga, Temperatura de succión y de descarga en las etapas I y II, y en el reciclo del compresor; con base en esta carta se realizó la hoja en el programa para que los operadores puedan hacerle un seguimiento diario al compresor para que este no exceda los límites seguros de operación ya que estos pueden ocasionar problemas en la confiabilidad del equipo.

-Para el compresor de propileno se tomó el valor de Temperatura de descarga en un indicador de temperatura local.

-Para el compresor de CO<sub>2</sub> se tomó los valores de Presión de succión y de descarga, las temperaturas de succión y de descarga en los indicadores de temperatura y presión locales.

- Para los intercambiadores de calor se mide las temperaturas de Succión y de descarga por el lado tubos y por el lado casco con un pirómetro.

## **4. EFICIENCIA**

### **4.1 EFICIENCIA DE LAS BOMBAS.**

Una bomba centrífuga es diseñada para una tasa de flujo específica, a una velocidad y a un diámetro de propulsor determinados. Si cualquiera de estos valores es distinto, habrá una DISMINUCION DE LA EFICIENCIA DE LA BOMBA. Cada modelo de bomba tiene su propia curva característica de desempeño y, a menudo, cada bomba (inclusive del mismo modelo) será un poco distinta.

La tasa de flujo con el cual la eficiencia es máxima se denomina el "PUNTO DE MEJOR EFICIENCIA". A otras tasas de flujo la eficiencia decae significativamente. A condiciones normales de operación se considera satisfactorio el análisis en una bomba dos veces por año, la cual seguramente ha de aumentarse si específicamente existen problemas en su operación, debido a cambios en las condiciones de operación, por esta razón se realizó un seguimiento operativo a cada bomba para lograr que se mantenga en las condiciones del PUNTO DE MEJOR EFICIENCIA; y para lograr esto, se requiere que la bomba entregue el mejor rendimiento con el menor consumo de energía y bajos niveles de vibración.

#### **4.1.1 Factores que afectan la eficiencia de las bombas de la Planta.**

1. El tipo y calidad de sellos de la bomba, se ven afectados significativamente la eficiencia de las bombas; esto se debe a la fricción entre el eje y el sello y a la pérdida de líquido que se bombea.

2. La bomba esta operando fuera de las guías y ventanas operativas, ya que la posibilidad de problemas mecánicos es más evidente y por lo tanto se debe investigar. Ejemplos de estos problemas incluyen malos sellos, impulsores gastados o sucios y cavitación.

La cavitación es un problema serio ya que reduce la eficiencia de la bomba, para prevenir la cavitación, es necesario mantener una presión mínima en la bomba.

3. *Problemas operativos*: Incluye todas las formas de desordenes de las operaciones normales, problemas como mecánicos, cambios en la composición de la carga, parada y arranque de las unidades de procesamiento, modos de operación atípicos (cambios en las operaciones).

- Operaciones en condiciones severas que no son representativas en la operación normal y esto como consecuencia conlleva a mayores costos de mantenimiento por operar unidades, equipos fuera de las ventanas operativas de esta manera disminuyendo la integridad y confiabilidad del equipo.

- A medida que el caudal disminuye, el rendimiento de la bomba también disminuye, lo que se traduce en un aumento de la temperatura del líquido, por refrigeración insuficiente.

4. También la eficiencia se ve afectada por:

- La velocidad.
- La cantidad de aletas.
- El ángulo de las aletas.
- El espesor de las aletas.
- El diámetro del ojo del impulsor.

5. *Alta temperatura:* A capacidades reducidas las bombas se sobrecalientan elevando la temperatura del fluido bombeado hasta alcanzar la vaporización en algunos casos.

6. *Alto BHP:* Cuando existe un valor alto de BHP la potencia requerida por la bomba será mayor y por lo tanto la eficiencia de la bomba será menor; además se incrementan los costos de operación y el consumo de energía.

7. *Deflexión del eje:* Se debe a un flujo restringido como a 60° del punto de divergencia, o, demasiado flujo y conduce a la deflexión en el otro sentido (como a 240°).

8. *Cavitación:* Es la formación e implosión de burbujas de vapor en la bomba.

La cavitación causa problemas con:

- Falla prematura de los sellos y de rodamientos.
- Hoyos y desgarrados en el impulsor y otras partes internas de la bomba.
- Eje roto (fracturado) y otras fallas de fatiga en la bomba.
- Alineación.
- Eficiencia.
- Fugas derrames y emisiones.

9. *Vibración:* El seguimiento a los niveles de vibración del equipo rotativo permiten establecer tendencias relacionadas con la condición mecánica del equipo. Además los niveles de vibración permiten a los operadores e ingenieros de contacto generar un panorama de la condición antes de llegar a campo y por ende ser más oportuno en las acciones de prevención.

10. *Bombas centrifugas*: Para las bombas centrifugas, la eficiencia se encuentran entre los siguientes rangos a condiciones normales de operación:

45-60% a 100 GPM      60-70% a 500 GPM      70-80% a 10,000 GPM

## 4.2 EFICIENCIA DE LOS COMPRESORES

La eficiencia en general de un compresor reciprocante es una función de la presión de aspiración, la relación de compresión y la potencia de régimen. La eficiencia de un compresor reciprocante puede calcularse comparando la temperatura teórica de descarga con la temperatura real de descarga, la temperatura teórica de descarga asume que el compresor opera a la eficiencia esperada para las condiciones operativas reales.

$$T_{\text{teórica}} = T_1 * R^{(k-1)/k}$$

donde

$T_{\text{teórica}}$	=	El aumento teórico de la temperatura, ° R
$T_1$	=	La temperatura de entrada, ° R
$R$	=	La relación de compresión
$k$	=	La relación del calor específico a presión constante, y del calor específico a volumen constante.

En un compresor centrífugo se produce la presión al aumentar la velocidad del gas que pasa por el impulsor y, luego, al recuperarla en forma controlada para producir el flujo y presión deseados según las necesidades del proceso.

Cuando se analizan las condiciones de funcionamiento de un compresor se debe tener información acerca de las propiedades del aire, gas o mezcla de gases que se van a comprimir, como la composición en volumen, la humedad relativa, la razón de los calores específicos  $k=C_p/C_v$ , peso molecular  $M$ , coeficiente de compresibilidad  $Z$ , conocimiento de las condiciones de Temperatura y Presión de succión y descarga del equipo.

Para hacer el cálculo de las eficiencias de los compresores no se puede emplear cálculos isentrópico debido a que en la succión y la descarga del compresor las razones de calores específicos ( $k$ ) son diferentes, entonces es por eso necesario hacer el cálculo a condiciones politrópicas.

Para compresores centrífugos que operan a lo largo de una curva politrópica:

$$T_{\text{teórica}} = T_1 * R^{(n-1)/n}$$

donde  $n$  se relaciona con  $k$ , por la eficiencia politrópica,  $\eta_p$

$$n/(n-1) = \eta_p * k/(k-1)$$

o

$$(n-1)/n * \eta_p = (k-1)/k$$

#### 4.2.1 Cálculos politrónicos

$$\frac{n}{n-1} = \left( \frac{k}{k-1} \right)^{*} n_p \quad \text{Ecuación 1. Eficiencia Politrónica}$$

$$T_{d_p} = T_s * (r_c)^{\frac{n-1}{n}} \quad \text{Ecuación 2. Temperatura de descarga politrónica}$$

#### 4.2.2 Cálculos de rendimiento del compresor

La energía utilizada para comprimir el gas esta representada por el aumento de su temperatura y la variación del flujo. Esta expresada por la siguiente correlación.

$$(HP)_{g(a.d)} = WH_{ad}/33.000\eta_{ad}$$

Donde:

W = flujo en L/H

n = eficiencia politrónica.

#### 4.2.3 Ineficiencias mecánicas.

Después de calculada la potencia las pérdidas de estas debidas a la fricción en las chumaceras, sellos e incrementador de la velocidad, son calculadas por la siguiente correlación:

- Perdidas mecánicas: ( Ghp)<sup>0.4</sup>
- La potencia al freno es:
- Bhp= Ghp + perdidas mecánicas.

$$r_c = \frac{P_d}{P_s}$$

Ecuación 3. Relación de compresión

$$Hp = \frac{Z_{avg} RT_1}{M \frac{n-1}{n}} \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right]$$

Ecuación 4. Cabeza politrópica

$$Z_{avg} = \frac{Z_1 + Z_2}{2}$$

#### UNIDADES

Cp=Calor específico a presión constante Btu/(lb. °F)

Cv=Calor específico a volumen constante Btu/(lb. °F)

Hp = cabeza politropica ft\*lb/lb

k = exponente isentrópico, Cp/Cv

n = exponente politrópico

Ps= Presión de succión, psia

Pd= Presión de descarga, psia

r<sub>c</sub> = relación de compresión

Z<sub>avg</sub> = factor de compresibilidad promedio.

Z<sub>1</sub> = factor de compresibilidad en la succión

Z<sub>2</sub> = factor de compresibilidad en la descarga

M = Peso molecular

$$R = 1545 \frac{ft \cdot lb}{lbmol \cdot ^\circ R}$$

#### 4.2.4. Evaluación de la eficiencia de los compresores.

Se compara la temperatura real del compresor con el aumento esperado (teórico) de temperatura. Un aumento de temperatura mayor que el esperado indicará una eficiencia real menor que la esperada, de acuerdo con las curvas de desempeño del compresor.

Las temperaturas de descarga más elevadas que las esperadas deberán investigarse, estas pueden ser indicativas de problemas de válvula y por lo tanto requerir mantenimiento. Es importante destacar que el aumento de temperatura depende mucho de la relación de compresión.

NOTA: Es esencial que los datos aportados a la evaluación del compresor consistan en lecturas precisas de temperatura y presión" TOMADAS LO MAS CERCA POSIBLE DEL PUNTO DE ASPIRACION Y DEL PUNTO DE DESCARGA DEL COMPRESOR.

#### **4.2.5 Causas de pérdida de eficiencia de los compresores**

- La baja relación de compresión indica que el compresor ha perdido eficiencia, y por ello, maneja menos flujo de gas de reciclo.
- Aumento de temperatura dentro del compresor.
- Rápidas oscilaciones de presión con inestabilidad del proceso.
- Oscilaciones rápidas de flujo.
- Las consecuencias cuando existe sobrecarga son: Reducción de la vida de un compresor, Disminución energética
  
- Una condición operativa que debe evitarse es la velocidad crítica; esto ocurre cuando la velocidad del rotor corresponde a una frecuencia resonante del sistema de cojinetes del rotor. La operación en este punto, por un extenso período de tiempo puede causar vibración y la falla de la máquina.
  
- Otras causas de perdida son:
  - La fricción
  - Tuberías
  - Engranajes
  - válvulas entre la etapas

La eficiencia máxima para maquinas pequeñas (menos de 200 HP), esta en el rango de 77-83 %, para maquinas mas grandes (mas de 200 HP) la eficiencia máxima es de 86%.

#### 4.3 EFICIENCIA DE LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR.

##### DIAGNOSTICO DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR

1. Baja transferencia de calor.
2. Baja presión de salida.
3. Disminución de flujo.
4. Variación e flujo por el lado tubos.
5. Goteo externo.

El objetivo de un intercambiador de calor es de transferir calor de una corriente caliente a una corriente fría en la forma más eficiente posible. La transferencia de calor se mide en BTUs.

Para la ecuación de intercambio de calor  $Q = U \cdot A \cdot F \cdot LMTD$  donde:

Q= Flujo de calor BTU/H o DUTY: "Cantidad de calor transferido"

U = Coeficiente global de transferencia de calor, BTU/ (H\*FT\* °F)

A= Área de transferencia de calor

F= Factor de corrección

LMTD: media logarítmica=

$$\Delta T_{ml} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}} = \frac{(T_{g, sal} - T_{l, en}) - (T_{g, en} - T_{l, sal})}{\ln \frac{T_{g, sal} - T_{l, en}}{T_{g, en} - T_{l, sal}}}$$

**CALOR SENSIBLE:** Es el calor asociado con el cambio de temperatura de un líquido o de un gas, no hay cambio de fase cuando se absorbe calor sensible.

$$q = -m_g C_g (T_{g, \text{sal}} - T_{g, \text{en}}) = m_l C_l (T_{l, \text{sal}} - T_{l, \text{en}}) = UA\Delta T$$

**CALOR LATENTE:** Cambio de fase de liq- gas o de gas- liq.

## **5. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE LA PLANTA DE PARAFINAS.**

El uso del análisis operacional de los equipos ha sido desarrollado con el propósito de mejorar la integridad y confiabilidad de los equipos para garantizar que tendrán un buen funcionamiento dentro del proceso.

### **5.1 DESCRIPCIÓN DEL CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DE LAS BOMBAS.**

Con la gráfica de las curvas características de las bombas, se realizó la construcción de esta curva en una hoja de cálculo de Excel, (Anexo G), creando una tabla de datos los cuales correspondían para cada caudal en GPM su respectiva eficiencia y se obtuvo la gráfica; con esta gráfica se le introdujo una línea de tendencia la que más se ajustara a la curva de la cual se obtendría una correlación, que utilizaría para el cálculo de la eficiencia en el programa final.

Se realizó un análisis operacional de los sistemas de bombeo para mejorar la confiabilidad e integridad de los equipos de la Planta de Parafinas y se diagnóstico los posibles problemas de estos equipos. Además se realizó un análisis de posible

cavitación por flujos altos y bajos, un respectivo análisis de la potencia que requiere el equipo para trabajar en sus condiciones de máximo flujo.

### 5.1.1 Toma de datos operacionales

- ✓ **Temperaturas:** Las mediciones se realizaron con un pirómetro.
- ✓ **Presión de Succión:** Se toma el valor de la presión de succión en un indicador local (PI). Los datos de presión son confiables.
- ✓ **Presión de Descarga:** Se encontró indicadores de presión instalados, Se comprobó la presión medida con un indicador de presión (PI) calibrado para cada escala respectivamente. Los datos de presión son confiables.
- ✓ Para las bombas de las botas de los filtros se realizó una recomendación para la instalación de los indicadores de presión local (PI) y posteriormente fueron instalados para realizar el respectivo análisis operacional a cada bomba.
- ✓ **Flujo de la Bomba:** Para la medición del flujo se toma los valores reales del programa PI (programa de monitoreo con datos reales de proceso) los cuales se encuentran en línea de acuerdo a cada Tag - PI de cada equipo.

### 5.1.2 Estado del sistema de las bombas.

EQUIPO	ANALISIS OPERACIONAL
P-1202 A	Ha presentado No conformidad por operar por debajo del flujo mínimo de solvente, debido al bajo nivel del drum 1207 lado sucio; presentando vibración, y una alta temperatura en la bomba; conllevando a que la presión de descarga opere por fuera de las ventanas operativas. Teniendo un mayor consumo de energía. Presenta limitaciones por alta temperatura, en los calentadores con ciclo. La bomba no tiene recirculación.

P-1203	Opera normalmente, el flujo se encuentra dentro de los parámetros de control críticos definidos por el diseño; la presión de succión y descarga se encuentra dentro de los valores admisibles, que permiten asegurar una operación confiable. La potencia del motor es suficiente para manejar altos flujos en la bomba. Por flujo no presenta problemas porque esta bomba tiene recirculación.
P-1212	Dentro de la operación existe demasiada alteración del flujo por bajo nivel del drum 1209 y una variación de la presión conllevando a que se encuentre por fuera de las guías de control, debido a problemas de proceso. La bomba no tiene recirculación.
P-1214	El flujo se encuentra por fuera de las ventanas operativas, se encuentra no conformidades por bajo flujo, debido al bajo nivel de la torre 1203B, presentando vibración en la bomba y una alta temperatura de cera producto a la descarga, de igual manera presentando una recirculación interna que ocasiona más daños en la bomba.
P-1215	La bomba opera por fuera de las ventanas operativas, excediendo los límites permisibles de operación, la mayoría por problemas de proceso. Presenta ruido anormal en caja de rodamientos, pero no alta vibración. Se encontró que el filtro estaba 50% sucio.
P-1216	Presenta no conformidades por guías de control de baja, tiene una alteración de flujo debido a que existen escapes de producto por sellos y un bajo nivel en la torre 1206.
P-1251 A/B P-1252 A/B P-1253 A/B	Operacionalmente las bombas operan entre las ventanas operativas, y se tiene un buen control del flujo mínimo de la bomba. Pero estos equipos no tienen medidor de flujo a la descarga, de esta manera el porcentaje de error para calcular el flujo que esta pasando por la bomba es de un 40%. Para el cálculo de los valores de flujo se realizó un balance másico global para el cálculo del flujo que debería estar pasando por cada bomba de acuerdo a las condiciones de proceso que se estén manejando en cada momento.
P-1256	Operacionalmente la bomba opera entre las ventanas operativas, y se tiene un buen control del flujo mínimo de la bomba, porque cuenta con un medidor que totaliza el flujo de parafina blanda residual en la bomba.

P-753	Las condiciones operacionales en la bomba tienen un comportamiento constante del flujo.
P-755	Los valores del flujo se encuentran por debajo de la ventana operativa por baja presentando problemas constantemente mecánicos.

Tabla 4. Estado del sistema de las bombas.

## **5.2 DESCRIPCIÓN DEL CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DE LOS COMPRESORES.**

Se obtuvo un estimado de las eficiencias de los compresores con la hoja de cálculo para que sirva como soporte del diagnóstico del funcionamiento de estos equipos.

1. Se tomaron las condiciones de temperatura, presión en la succión y descarga del fluido.
2. Se tomaron la cromatografía de gases para cada fluido que circula por cada equipo.
3. Con las condiciones de succión y descarga se encontraron  $C_p$ ,  $C_v$ ,  $k$ ,  $Z$  y  $M$ . (Utilizando el programa de cálculo de HYSYS, con el método termodinámico de Peng Robinson).
4. Se tomaron las condiciones de succión.
5. Se cálculo la relación de compresión.
6. Se calcula la temperatura de descarga politrópica.
7. Se compara la temperatura de descarga real con la politrópica.
8. Se calcula la eficiencia politrópica y se verifica que se encuentre de los rangos establecidos por la norma API 617.

## COMPRESOR RECIPROCANTE

### 5.2.1 Compresor de hidrógeno (C-1101/02 A)

Las condiciones de succión y de descarga en un día normal se muestran en la carta de datos del operador de tratamientos (Anexo F). Para el análisis operacional que se realizó durante el último mes, se obtuvo los siguientes datos promedios Tabla 5 a condiciones de operación normal:

	C-1101A		C-1102A	
	SUCCION	DESCARGA	SUCCION	DESCARGA
Temperatura, (°F)	88.3	179	139	152
Presión, (psig)	235	1400	1390	1500
Flujo, KPCSH	21.22		241.41	

Tabla 5. Análisis operacional del compresor de hidrógeno.

Con la hoja de cálculo, siguiendo el procedimiento enunciado se halló la eficiencia politrópica de este compresor a las condiciones de operación normal, obteniendo el valor de la eficiencia anotada en la Tabla 6. y su respectiva Figura 2.

COMPRESORES	EFICIENCIA DE DISEÑO	Eficiencia a condiciones de operación
C-1101 A/ 02 A	86%	82.4%

Tabla 6. Eficiencia politropica a condiciones normales de operación.

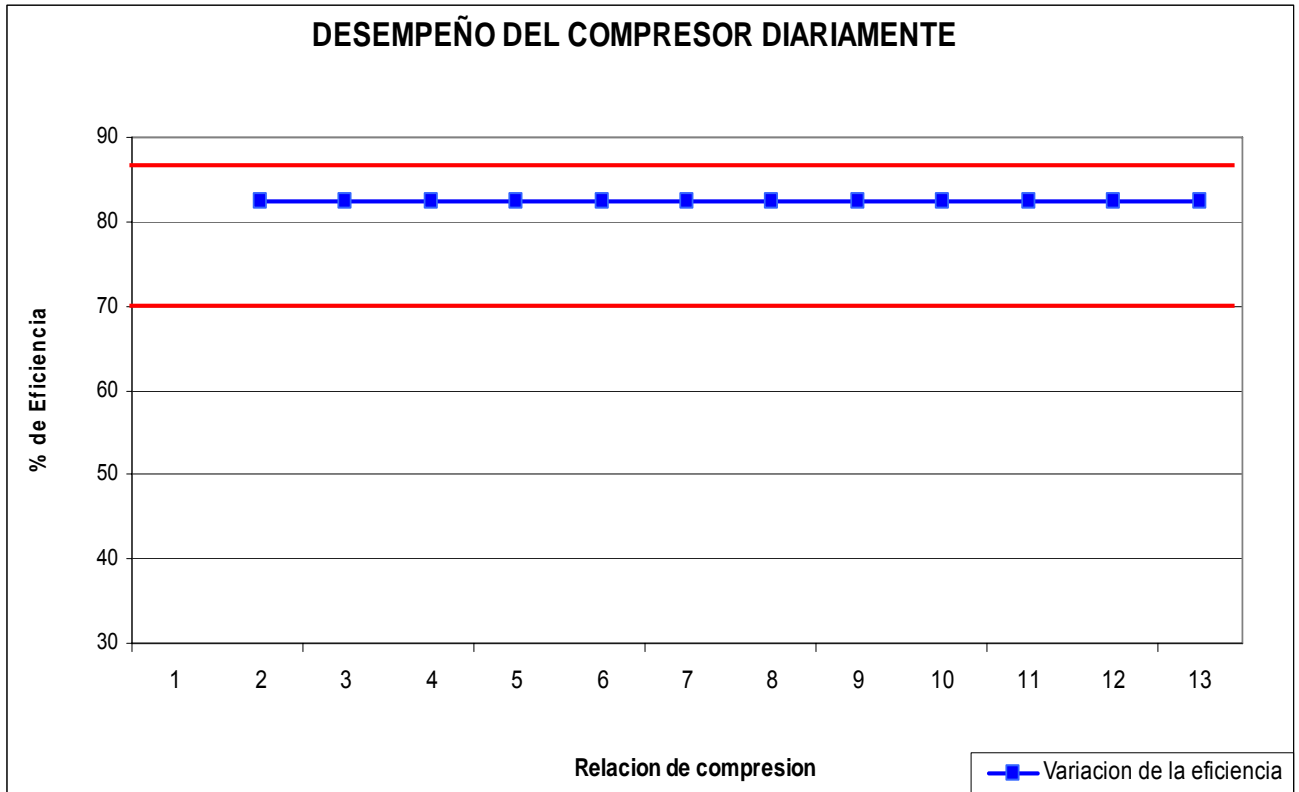


Figura 2. Desempeño del compresor de hidrogeno a condiciones normales de operación.

## COMPRESOR CENTRIFUGO

### 5.2.2 Compresor de Propileno (C-1201)

Este compresor maneja propano, propileno; el fluido refrigerante de la planta. Se realizó el análisis operacional promedio Tabla 7. de todo el compresor para cada una de las etapas comparando las condiciones de diseño y de operación; calculando la eficiencia politrópica promedio a condiciones normales de operación

y comparando los valores de las temperaturas de descarga esperada con la temperatura real que se tomó a la salida del compresor.

C-1201	UNIDADES	CONDICIONES DE OPERACION	CONDICIONES DE DISEÑO	
Flujo I Etapa	KPCH	393.71	300 -450	
Flujo II Etapa	KPCH	626.60	300 - 600	
Flujo III Etapa	KPCH	546.93	500 – 700	
FLUJO TOTAL DE SUCCION acfm	Eficiencia Politropica	n	<b>T teórica</b>	<b>T real</b>
26271.90	0.74	1.21	160.7169	160

Tabla 7. Análisis operacional del compresor de propileno.

Utilizando la hoja de cálculo, y con los datos acoplados al PI y los datos de las rondas estructuradas, se realizó el seguimiento del compresor de propileno durante el mes de noviembre y a condiciones normales, se encontró que la temperatura real de descarga en algunas ocasiones era mayor que la temperatura esperada calculada por la correlación, y se encontraba que el compresor no estaba operando bien mecánicamente por tal motivo se presentaban problemas como escape por carcasa, escape de aceite, sellos, alta vibración, lubricación.

Con la hoja de cálculo, siguiendo el procedimiento se halló la eficiencia politrópica de este compresor a las condiciones de operación normal Tabla 8:

COMPRESORES	EFICIENCIA DE DISEÑO	Eficiencia a condiciones de operación
C-1201	77%	74%

Tabla 8. Eficiencia politrópica del compresor de propileno.

## COMPRESOR CENTRIFUGO

### 5.2.3 Compresor de dióxido de carbono (C-1202)

Este compresor maneja CO<sub>2</sub>; el fluido inerte de la planta. El análisis que se realizó al compresor durante el mes de noviembre Tabla 9, el flujo estuvo siempre por fuera de las condiciones de operación establecidas, de acuerdo a las condiciones de diseño y buscando datos históricos del flujo ha trabajado con un flujo mayor.

C-1202	UNIDADES	CONDICIONES DE OPERACION	CONDICIONES DE DISEÑO
Temperatura de succión	° F	54	35
Temperatura de descarga	°F	315	316
Presión de succión	PSIA	2.7	3
Presión de descarga	PSIA	22.7	21

Tabla 9. Análisis operacional del compresor de dióxido de carbono.

Comparando los valores de operación con las condiciones de diseño, la operación esta por fuera de los límites permisibles establecidos por las de diseño Figura 3, ocasionando fallas mecánicas del equipo, las cuales seguirán ocurriendo debido a la inadecuada operación el equipo conllevando a costos de operación elevados por no operar en las ventanas operativas aumentando el índice operativo y de proceso.

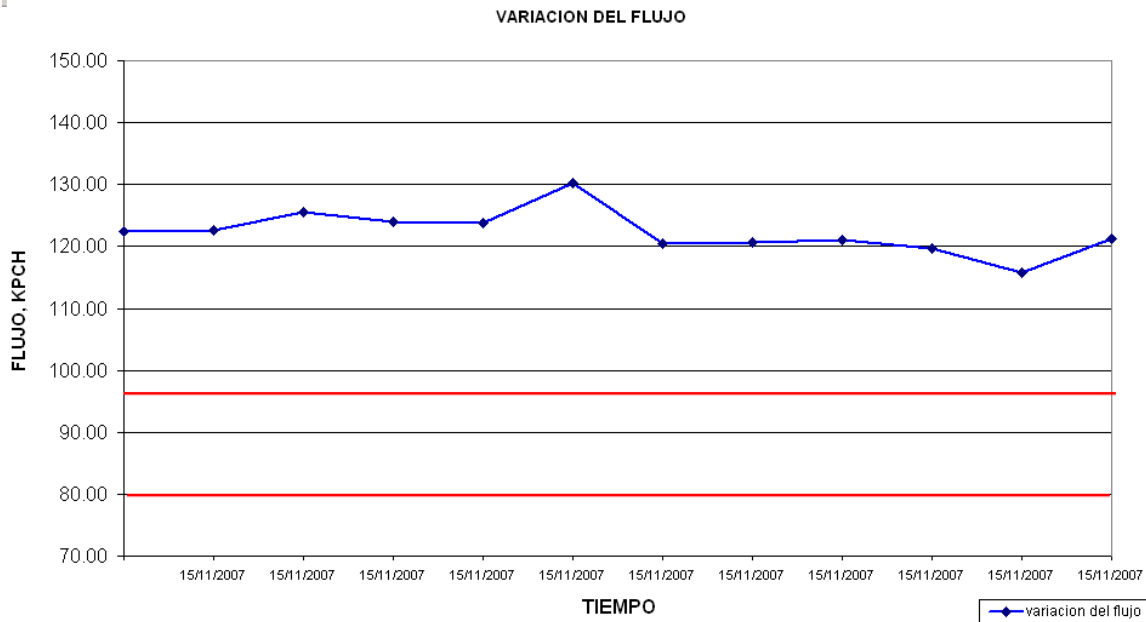


Figura 3. Variación del flujo del compresor de dióxido de carbono con el tiempo.

### 5.3 DESCRIPCIÓN DEL CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DE LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR.

Se realizó un análisis del comportamiento de los intercambiadores de calor del área de recobros con la intención de evaluar comparativamente su comportamiento y desempeño para la cual fue diseñado.

Los datos operacionales necesarios se registraron en el Anexo D. Para la evaluación de estos Intercambiadores de calor se necesitaron los siguientes datos.

- Temperatura de entrada y salida – lado tubos y casco.
- Propiedades fisicoquímicas de las corrientes.
- Flujo del lado tubos o casco.

El análisis que se realizó para cada intercambiador de calor fue:

➤ **E-1212**

VARIABLES	CONDICIONES DE OPERACIÓN (planta)	CONDICIONES DE DISEÑO
FLUJO (casco), L/h	90,931	151058
Temperatura IN casco	64	81
Temperatura out casco	96	106
Temperatura IN tubos	100	125
Temperatura out tubos	110	108
Duty	<b>1,310,863.07</b>	<b>1,785,000</b>
U(coef. global de Transf.. de calor)	<b>56.80</b>	<b>83</b>

Tabla 10. Análisis operacional intercambiador de calor E -1212.

El grado de ensuciamiento de este equipo es bajo y la transferencia de calor de este equipo es alta.

➤ **E-1213**

VARIABLES	CONDICIONES DE OPERACIÓN (planta)	CONDICIONES DE DISEÑO
FLUJO (tubos), L/H	79,517	241159
Temperatura IN casco	191	212
Temperatura out casco	180	200
Temperatura IN tubos	80	110
Temperatura out tubos	117	184
Duty	<b>1,362,213.51</b>	<b>7,590,000</b>
U(coef. global de Transf.. de calor)	<b>8.80</b>	<b>75</b>

Tabla 11. Análisis operacional intercambiador de calor E-1213.

Existe una caída de flujo alta por el lado de los tubos, existe uno o varios tubos taponados, y esto ocasiona una reducción de la transferencia de calor en un 47% y una caída de presión mayor lo cual existe perdidas de energía altas.

➤ **E-1214**

VARIABLES	CONDICIONES DE OPERACIÓN (planta)	CONDICIONES DE DISEÑO
FLUJO (tubos), L/H	32,462	2839
Temperatura IN casco	348	401
Temperatura out casco	205	263
Temperatura IN tubos	181	184
Temperatura out tubos	200	201
Duty	<b>314,558.54</b>	<b>2,224,000</b>
U(coef. global de Transf.. de calor)	<b>8.53</b>	<b>32.8</b>

Tabla 12 .Análisis operacional intercambiador de calor E-1214.

La transferencia de calor de este equipo es casi nula debido al alto grado de ensuciamiento tanto al interior, como al exterior de los tubos.

➤ **E-1215**

VARIABLES	CONDICIONES DE OPERACIÓN (planta)	CONDICIONES DE DISEÑO
FLUJO (casco), L/H	221,875	214152
Temperatura IN casco	190	204
Temperatura out casco	195	212
Temperatura IN tubos	246	288
Temperatura out tubos	236	273
Duty	<b>562,451.97</b>	<b>16,935,000</b>
U(coef. global de Transf.. de calor)	<b>4.19</b>	<b>85</b>

Tabla 13 .Análisis operacional intercambiador de calor E-1215.

La transferencia de calor de este equipo es nula.

➤ **E-1216**

VARIABLES	CONDICIONES DE OPERACIÓN (planta)	CONDICIONES DE DISEÑO
FLUJO (casco), L/H	12,703	37898
Temperatura IN casco	178	330
Temperatura out casco	94	150
Temperatura IN tubos	246	105
Temperatura out tubos	236	120
Duty	<b>544,210.04</b>	<b>3,700,000</b>
U(coef. global de Transf.. de calor)	<b>16.38</b>	<b>28.1</b>

Tabla 14 .Análisis operacional intercambiador de calor E-1216.

Presenta un valor bajo de transferencia de calor debido a la caída de flujo.

➤ **E-1218**

VARIABLES	CONDICIONES DE OPERACIÓN (planta)	CONDICIONES DE DISEÑO
FLUJO (tubos), L/H	568,489	54756
Temperatura IN casco	173	200
Temperatura out casco	106	125
Temperatura IN tubos	91	105
Temperatura out tubos	87	120
Duty	<b>2,859,501.26</b>	<b>13,063,000</b>
U(coef. global de Transf.. de calor)	<b>23.11</b>	<b>60</b>

Tabla 15 .Análisis operacional intercambiador de calor E-1218.

Temperatura de salida del solvente seco a almacenamiento=106 vs. 125 °F con respecto a la de diseño, grado de ensuciamiento del equipo moderado.

➤ **E-1220**

VARIABLES	CONDICIONES DE OPERACIÓN (planta)	CONDICIONES DE DISEÑO
FLUJO (casco), L/H	11,857	21
Temperatura IN casco	300	324
Temperatura out casco	190	150
Temperatura IN tubos	120	130
Temperatura out tubos	140	160
Duty	<b>847,809.53</b>	<b>1,900,000</b>
U(coef. global de Transf.. de calor)	<b>8.23</b>	<b>32</b>

Tabla 16 .Análisis operacional intercambiador de calor E-1220.

Temperatura de salida de la cera a almacenamiento, no se encuentra dentro de las guías de control, 190 vs. 150 °F de diseño. Valores moderados de "Q".

➤ **E-1226**

VARIABLES	CONDICIONES DE OPERACIÓN (planta)	CONDICIONES DE DISEÑO
FLUJO (tubos), L/H	110,018	197651
Temperatura IN casco	197	206
Temperatura out casco	192	199
Temperatura IN tubos	94	85
Temperatura out tubos	137	183
Duty	<b>2,223,471.51</b>	<b>9,230,000</b>
U(coef. global de Transf.. de calor)	<b>15.95</b>	<b>90</b>

Tabla 17 .Análisis operacional intercambiador de calor E-1226.

La transferencia de calor de este equipo es casi nula debido al alto grado de ensuciamiento tanto al lado interior como al lado exterior de los tubos. Valores de "Q" bajos. .

➤ **E-1228**

VARIABLES	CONDICIONES DE OPERACIÓN (planta)	CONDICIONES DE DISEÑO
FLUJO (tubos), L/H	107,985	207,575
Temperatura IN casco	291	372
Temperatura out casco	200	200
Temperatura IN tubos	198	183
Temperatura out tubos	200	194
Duty	<b>105,393.72</b>	<b>1,225,000</b>
U(coef. global de Transf.. de calor)	<b>7.78</b>	<b>34</b>

Tabla 18 .Análisis operacional intercambiador de calor E-1228.

El servicio de ensuciamiento es muy alto, no existe una buena transferencia de calor en este equipo, indica que existe uno o varios tubos taponados.

➤ **E-1229**

VARIABLES	CONDICIONES DE OPERACIÓN (planta)	CONDICIONES DE DISEÑO
FLUJO (tubos), L/H	124,688	115,376
Temperatura IN casco	214	186
Temperatura out casco	210	207
Temperatura IN tubos	247	290
Temperatura out tubos	274	265
Duty	<b>1,683,281.25</b>	<b>18,931,000</b>
U(coef. global de Transf.. de calor)	<b>9.49</b>	<b>70</b>

Tabla 19 .Análisis operacional intercambiador de calor E-1229.

El flujo que pasa por el lado tubos es demasiado alto con respecto al de diseño, la transferencia de calor de este equipo es demasiado baja, además el grado de ensuciamiento es elevado.

➤ **E-1231**

VARIABLES	CONDICIONES DE OPERACIÓN (planta)	CONDICIONES DE DISEÑO
FLUJO (casco), L/H	<b>73,725</b>	99,685
Temperatura IN casco	224	207
Temperatura out casco	360	410
Temperatura IN tubos	560	560
Temperatura out tubos	478	478
Duty	<b>5,810,383.09</b>	<b>23,444,000</b>
U (coef. global de Transf. de calor)	<b>15.97</b>	<b>65</b>

Tabla 20. Análisis operacional intercambiador de calor E-1231.

La temperatura de la corriente de entrada por el lado casco es superior con respecto a la de diseño por tal motivo se ve afectada la temperatura de salida.

➤ **E-1234**

VARIABLES	CONDICIONES DE OPERACIÓN (planta)	CONDICIONES DE DISEÑO
FLUJO (tubos), L/H	280,389	533,000
Temperatura IN casco	172	265
Temperatura out casco	106	125
Temperatura IN tubos	91	105
Temperatura out tubos	107	120
Duty	<b>4,513,146.25</b>	<b>7,992,000</b>
U(coef. global de Transf. de calor)	<b>83.24</b>	<b>90</b>

Tabla 21. Análisis operacional intercambiador de calor E-1234.

El equipo esta operando en buen estado, el grado de ensuciamiento del equipo es muy bajo.

➤ **E-1235**

VARIABLES	CONDICIONES DE OPERACIÓN (planta)	CONDICIONES DE DISEÑO
FLUJO (tubos), L/H	525,730	917,000
Temperatura IN casco	141	215
Temperatura out casco	80	125
Temperatura IN tubos	79	105
Temperatura out tubos	84	120
Duty	<b>2,644,421.63</b>	<b>13,750,000</b>
U(coef. global de Transf.. de calor)	<b>47.73</b>	<b>50</b>

Tabla 22. Análisis operacional intercambiador de calor E-1235.

El grado de ensuciamiento del equipo es baja, pero la transferencia de calor no es adecuada, debido a un flujo bajo en la corriente fría.

➤ **E-1236**

VARIABLES	CONDICIONES DE OPERACIÓN (planta)	CONDICIONES DE DISEÑO
FLUJO (casco), L/H	525,730	2,212
Temperatura IN casco	156	165
Temperatura out casco	95	120
Temperatura IN tubos	84	105
Temperatura out tubos	86	120
Duty	<b>689,739.89</b>	<b>710,000</b>
U(coef. global de Transf.. de calor)	<b>73,299.93</b>	<b>60</b>

Tabla 23. Análisis operacional intercambiador de calor E-1236.

Mayor U por mayor carga de vapores de solvente respecto al de diseño= 2212 lb/h vs. 22480 lb/h de diseño.

➤ **E-1245**

VARIABLES	CONDICIONES DE OPERACIÓN (planta)	CONDICIONES DE DISEÑO
FLUJO (casco), L/H	166,671	127,773
Temperatura IN casco	193	210
Temperatura out casco	255	291
Temperatura IN tubos	411	361
Temperatura out tubos	280	311
Duty	<b>5,507,811.46</b>	<b>9,146,000</b>
U(coef. global de Transf. de calor)	<b>231,193.52</b>	<b>49.24</b>

Tabla 24. Análisis operacional intercambiador de calor E-1245.

La transferencia de calor de este equipo es nula debido al alto de grado de ensuciamiento, además el flujo no se encuentra dentro de las ventanas operativas.

**E-1246**

VARIABLES	CONDICIONES DE OPERACIÓN (planta)	CONDICIONES DE DISEÑO
FLUJO (casco), L/H	165,468	127,773
Temperatura IN casco	255	291
Temperatura out casco	218	287
Temperatura IN tubos	255	365
Temperatura out tubos	312	365
Duty	<b>3,385,633.53</b>	<b>2,314,000</b>
U(coef. global de Transf. de calor)	<b>527,588.97</b>	<b>111,28</b>

Tabla 25. Análisis operacional intercambiador de calor E-1246.

Las condiciones de operación con respecto al delta de temperatura se encuentran dentro de las ventanas operativas, se tiene un menor U con respecto al de diseño.

## **6. ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA PRÁCTICO Y DE FÁCIL MANEJO PARA LOS OPERADORES PARA EL MONITOREO DE LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS.**

Se elaboró un programa (hoja de cálculo en Excel), Anexo N, que permite al operador determinar la eficiencia de la operación, es decir, que oportunidades de mejora tienen para evitar que los equipos operen en falla, mediante el monitoreo de las operaciones en línea acoplada a los datos del PI y las rondas estructuradas como un indicador del desempeño operativo y de proceso.

Con esta hoja de cálculo se puede monitorear el desempeño operativo de cada equipo a las condiciones reales de operación, de esta manera se puede anticipar la detección de fallas del equipo; describiéndole al operador los parámetros de las variables críticas que lo guían hacia el control dentro de los valores admisibles, para que le permitan asegurar la operación.

El programa le muestra al operador por un cambio de colores las variables a controlar, si se encuentran dentro de las ventanas operativas y de esta manera el operador analizará porque el cambio de colores ejemplo de verde (operación normal) a rojo (operación por fuera de los valores permisibles de la operación).

De esta manera el operador investigara las causas a que condujo el cambio de colores y tomará las decisiones y medidas necesarias para estabilizar la operación; de esta manera el cambio de colores será una alarma de alerta en forma notable al operador sobre una necesidad de acción para prevenir un incidente.

## **7. CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE LA PLANTA DE PARAFINAS PARA LA UTILIZACIÓN DE LA HERRAMIENTA DESARROLLADA.**

- Se realizó charlas con los operadores y supervisores explicando la importancia mantener la eficiencia de los equipos y porque causas se ve afectada esta eficiencia.
- Se realizó capacitación al personal de la planta para la utilización de la herramienta desarrollada.
- Se dejó disponible el programa realizado en el archivo (“L”) con el nombre de Integridad Operativa de Equipos Rotativos y Estáticos para el fácil acceso de los Ingenieros, técnicos, operadores que hacen parte del equipo de trabajo de la Planta de Parafinas y Fenol.

## 8. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

- ✓ Se debe evitar que las bombas estén operando por fuera de las guías y ventanas operativas de acuerdo a la variación del flujo repetitivamente, la posibilidad de problemas mecánicos será más evidente y por lo tanto deberá investigarse. A medida que el caudal disminuye, el rendimiento de la bomba también disminuye, lo que se traduce en un aumento de la temperatura del líquido, por refrigeración insuficiente por lo tanto se recomienda instalarle recirculación a las bombas.
- ✓ Según el análisis operacional que se realizó durante el último mes, se encontró que las condiciones de operación de algunas bombas se encuentran por fuera de las ventanas operativas.
- ✓ Se realizó un seguimiento a los valores de Presión de succión y descarga de las bombas y se encontró que los valores permisibles a los cuales debería operar no son los adecuados debido a diferencias de presión altas generando un consumo de energía mayor del motor.
- ✓ Se realizó un diagnóstico de los intercambiadores de calor comparando las condiciones de diseño con las condiciones de operación, calculando la eficiencia térmica y reducción del Duty y se observó que la transferencia de calor para algunos equipos es casi nula debido al alto grado de ensuciamiento.
- ✓ Se recomienda establecer un ambiente controlado de la operación y mantener los equipos dentro de las ventanas operativas para no exceder los límites seguros y así evitar las interrupciones o paradas no planeadas.
- ✓ La hoja de cálculo desarrollada en esta practica basa su ÉXITO en el cambio cultural del operador para utilizar esta herramienta que le permite tomar decisiones

operacionales eficaces antes que los equipos operen en falla y tomar las medidas requeridas para operar al punto de mayor eficiencia.

- ✓ Trabajar lo más cercano al punto de mejor eficiencia de la bomba y dentro de las ventanas operativas, para mantener la integridad y confiabilidad del equipo.
- ✓ El manejo de la hoja de cálculo exige conservar los respectivos registros operacionales que se realizan en cada turno, así como las acciones correctivas que se deben realizar al momento de hacer el análisis operacional a cada equipo clave de la planta.
- ✓ La hoja de cálculo le describe a operador los parámetros de las variables críticas que lo guían hacia el control dentro de los valores admisibles y permiten asegurar una operación segura, confiable y eficiente.

## 9. BIBLIOGRAFIA

1. BRIAN, Tyers, y NEIL, Franklin. Guía Arpel, eficiencia energética para bombas, compresores, ventiladores, sopladores y turbinas. Arpel, mayo 2006. Pp 22-58.
2. IRVING, Shames H. Mecánica de fluidos. McGraw-Hill. Edición 3. Pp 723- 773.
3. HOWELL, Jhon R., y BUCKIUS, Richard O. Principios de termodinámica para ingenieros. McGraw-Hill. Edición 1. Pp. 73-234.
4. DAILY, James W., y HARLEMAN, Donald R.F. Dinámica de los fluidos con aplicaciones en ingeniería. Trillas. Pp 26-125.
5. SMITH, Van Ness. Introducción a la termodinámica en ingeniería química. Edición quinta. Pp 59-118.
6. GREEN, Richard W. Compresores. McGraw-Hill. Pp 3-134.
7. MENAUGHTON, Kenneth J. Bombas selección uso y mantenimiento. McGraw-Hill. Pp 71-147, 153- 211.
8. CRANE, Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías. McGraw-Hill. Pp 1-1\_ 1-13.
9. LEVENSPIEL, O. Flujo de fluidos e intercambio de calor. Reverté. Pp 39-35, 237-243.
10. HOLMAN, J.P. Transferencia de calor. McGraw-Hill. Edición 8. Pp 379-392
11. CURSO COMPRESSOR CONTROLS CORPORATION. Ediciones institucionales ECOPEPETROL. 2005.
12. NORMAS ESSO DESING PRACTICES. Compressor. Vol. IV. Sección XI.
13. NORMA API 617. Compressor.
14. NORMA API 560. Fired heaters for general refinery service.
15. HOJAS DE ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS DE PROCESO DE LA PLANTA DE DESPARAFINADO MEC-TOLUENO. ECOPEPETROL. 2005.
16. MANUAL DE OPERACIÓN DE LA UNIDAD DE DESPARAFINADO CON MEC. Planta de Parafinas y Fenol. ECOPEPETROL. 2006.

## **ANEXOS**

**Anexo A.** Data sheets de las bombas de la Planta de Parafinas y Fenol.

- P-1202 A / B



Pump Process Data Sheet for 8th Edition Upgrade


Tag	P1202-B
Job	

Pump Name Plate	
Type	TC
Size	3x4X13M
Manufacturer	United Pignone
Serial Number	
Service	Toluene
API 682 T2 Group	II
AS Found Mechanical Seal	
Flush Porting	

Driver Data	
Type	
RPM	3550
HP	
Frame	
Service Factor	
Shaft Dia	
Key Way Width	
Units	

	Original	Present	Future
Capacity Min		400	
Capacity Max		450	
Capacity Norm		412	
TDH		545	
Suction Pressure		10	
Discharge Pressure		200	
NPSHa		Unknown	
Viscosity		0,6	
Process Fluid		Toluene	
Specific Gravity		0,805	
Process Temp.		120 F	
Vapor Pressure		10 psia @ 125 F	

- P-1203 A / B

		<b>DATA SHEET FOR CENTRIFUGAL PUMPS</b>					
<b>GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA</b>		<b>PLANT: Parafinas y Bases Lubricantes</b>			<b>TAG P1203 A</b>		
<b>PROYEC.</b> REPOSICIÓN	<b>UNIT:</b> 1200	<b>DOC.TYPE:</b>	<b>PROGR:</b>	<b>REV.</b> 1	<b>SHEET</b> 1 <b>OF</b> 1		
<b>For</b> 50/50 MEK- TOLUENE		<b>No. Req. d.</b> 2			<b>Item</b>		
<b>Main/Driver</b> TURBINA		<b>Spare/Driver</b> MOTOR			<b>MFR</b>		
<b>Pump MFR</b> NUOYO PIGNONE		<b>Size and Type</b> C-4 X 13 - TCM-2 /Stg			<input checked="" type="checkbox"/> <b>Horiz.</b> <input type="checkbox"/> <b>Vert.</b> <input type="checkbox"/> <b>In-line</b>		
OPERATING CONDITIONS				PERFORMANCE			
<b>Service</b> 50/50 MEK- TOLUE		<b>Location</b> <input type="checkbox"/> Indoor <input type="checkbox"/> Outdoor		<b>Proposal Curve No.</b> 159-2/67-2			
<b>Disch. Press.</b> Psig 390		<b>GPM at PT</b> Norm. 562 Rated 650		<b>NPSH Req.d. (water) Ft</b> 18.2			
<b>Diff. Press.</b> Psi 390		<b>Suct. Press</b> Psig Max. 50 Rated 0		<b>No. of Stages</b> 2 rpm 3570			
<b>Diff. Head.</b> Ft 1120		<b>NPSH Avail.</b> Ft 20		<b>Rated Power (BHP)</b> 215 Eff % 69			
LIQUID							
<b>Type of liquid</b> <input type="checkbox"/> Liquid <input type="checkbox"/> Hazardous <input type="checkbox"/> Flammable		<b>Name of liquid</b> 50/50 MEK- TOL		<b>Max Power Rated Impeller Hp</b> 250			
<b>Sp. Gr. at PT</b> 0.805		<b>PT F</b> 125		<b>Suction Specific Speed</b>			
<b>Vis at PT cSt</b> 0.6		<b>V. Press. at PT psia</b> 10		<b>Min. Continuous Flow (GPM)</b> 90			
<b>Corr./Eros. caused by:</b>		<input checked="" type="checkbox"/> CO2 + H2O		<b>Allowable Operating Region (GPM)</b>			
<b>Flow Controlled by:</b> <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> TC <input type="checkbox"/> PC <input checked="" type="checkbox"/> FC				<b>Max. Head Rated Imp. Ft</b> 1245			
CONSTRUCTION							
<b>Applicable standard</b> <input type="checkbox"/> API 610 8th Edition <input type="checkbox"/> API 682 1st Edition				<b>Max Sound Press. Level Requid</b>			
<b>Casing Mounting</b> <input type="checkbox"/> Centerline <input type="checkbox"/> Foot <input type="checkbox"/> Bracket				<b>Cooling Water</b> Plan			
<input type="checkbox"/> Vertical		<input type="checkbox"/> In line		<b>Total Water</b>			
<b>Split</b> <input type="checkbox"/> Axial <input type="checkbox"/> Radial				<b>Flushing</b> Plan			
<b>Type</b> <input type="checkbox"/> Single Volute <input type="checkbox"/> Double Volute <input type="checkbox"/> Diffuser <input type="checkbox"/> Staggered				<b>External Fluid Seal Flush:</b>			
<b>Tapped Openings</b> <input type="checkbox"/> Vent <input type="checkbox"/> Drain <input type="checkbox"/> Gage				<input type="checkbox"/> Aux. Piping by MFR <input type="checkbox"/> Aux. Accessory by MF			
NOZZLES				MATERIALS : API CLASS			
<b>Size in.</b>		<b>Rating</b>		<b>Impeller</b>			
<b>Suction</b> 6"		<b>300</b>		<input type="checkbox"/> Inner Case Parts			
<b>Discharge</b> 4"		<b>300</b>		<input type="checkbox"/> Sleeve (Packed)			
<b>Impeller Diam. in.</b>		<b>Rated</b> 12 3/16 <b>Max.</b> 13 <b>Min.</b>		<input type="checkbox"/> Casing / Barrel			
<b>Impeller:</b> <input type="checkbox"/> Overhung <input type="checkbox"/> Between Bearings <input type="checkbox"/> Single Suction <input type="checkbox"/> Double Suction		<b>Type</b> CLOSED		<input type="checkbox"/> Sleeve (Seal) ASTM 276 Tp 316			
<b>Bearing:</b> <input type="checkbox"/> Radial <input checked="" type="checkbox"/> BALL <input type="checkbox"/> Thrust <input checked="" type="checkbox"/> BALL				<input type="checkbox"/> Wear Parts Casing ASTM A 276 Tp 420			
<b>Lubr.</b> <input type="checkbox"/> Lubrication Mist				<input type="checkbox"/> Wear Parts Imp.			
<b>Coupling:</b> MFR Type				<input type="checkbox"/> Shaft ASTM A 193 Gr B-7			
<b>Spacer</b>		<b>Guard</b>		<b>MDT by</b>			
<input type="checkbox"/> Packing :MFR		<b>Size in.</b>		<b>No. of Rings</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Mech. Seal :MFR		<b>2 1/2" 109-B</b>		<b>Class Code</b> QR 17.1 (3) CRANE			
SHOP TEST		Req.d		Observed		Witnessed	
<b>Running Perf.</b>							

- P-1212 A/ B

# PumpWorks

## Pump Process Data Sheet for 8th Edition Upgrade


Tag	P1212-B
Job	

Pump Name Plate	
Type	3700
Size	2x4x9
Manufacturer	Goulds
Serial Number	
Service	
API 682 T2 Group	I
AS Found Mechanical Seal	
Flush Porting	

Driver Data	
Type	
RPM	3550
HP	
Frame	
Service Factor	
Shaft Dia	
Key Way Width	
Units	

	Original	Present	Future
Capacity Min [GPM]		280	
Capacity Max[GPM]		330	
Capacity Norm [GPM]		300	
TDH		159	
Suction Pressure [PSIG]		0	
Discharge Pressure [PSIG]		55	
NPSHa		?	
Viscosity [cSt]		3.3 cSt	
Process Fluid		Paraffin with Methyltoluene	
Specific Gravity [PT]		0.8	
Process Temp. [F]		180	

- P-1214 A / B

		<b>DATA SHEET FOR CENTRIFUGAL PUMPS</b>			
GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA		PLANT: Parafinas y Bases Lubricantes		TAG P1214 A/B	
PROYEC. MEK	UNIT: 1200	DOC. TYPE:	PROGR:	REV. 1	SHEET 1 OF 1 DATE: 15/05/06
For <b>PROD WAX PUMP</b>		No. Req. d. 2		Item	
Main/Driver <b>MOTOR</b>		Spare/Driver <b>MOTOR</b>		MFR	
Pump MFR <b>BYRON JACKSON</b>		Size and Type <b>1 1/2 X 2 X 10 1/2 H SMJ</b>		<input checked="" type="checkbox"/> Horiz. <input type="checkbox"/> Vert. <input type="checkbox"/> In-line	
OPERATING CONDITIONS				PERFORMANCE	
Service <b>WAX</b>	Location <input type="checkbox"/> Indoor <input type="checkbox"/> Outdoor	Prop. Curve No. <b>PC-6227-1214 R1</b>		NPSH Req.d. (water) Ft <b>6.5</b>	
Disch Press. Psig <b>118</b>	GPM at PT Norm. <b>60</b> Rated <b>66</b>	No. of Stages <b>1</b> rpm <b>3520</b>		Rated Power (BHP) <b>12.1</b> Eff % <b>35</b>	
Diff. Press. Psi <b>115</b>	Suct. Press. Psig Max. <b>60</b> Rated <b>3</b>	Max Power Rated Impeller Hp <b>15.3</b>		Suction Specific Speed	
Diff. Head. Ft <b>380</b>	NPSH Avail. Ft <b>8</b>	Type of liquid <input type="checkbox"/> Liquid <input type="checkbox"/> Hazardous <input type="checkbox"/> Flammable Name of liquid <b>WAX</b>		Min. Continuous Flow (GPM) <b>25</b>	
LIQUID		Sp. Gr. at PT <b>0.698</b> PT F <b>324</b>		Allowable Operating Region (GPM)	
Type of liquid <input type="checkbox"/> Liquid <input type="checkbox"/> Hazardous <input type="checkbox"/> Flammable Name of liquid <b>WAX</b>		Vis at PT cSt <b>1.5 cks</b> V. Press. at PT psia <b>0.5</b>		Max. Head Rated Imp. Ft <b>395 (5)</b>	
Corr./Eros. caused by:		Flow Controlled by: <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> TC <input type="checkbox"/> PC <input checked="" type="checkbox"/> FC		Rotation Facing Coupling end <b>C.C.V</b>	
CONSTRUCTION				MATERIALS : API CLASS	
Applicable standard <input checked="" type="checkbox"/> API 610 8th Edition <input type="checkbox"/> API 682 1st Edition		Cooling Water <b>YES</b> Plan		Total Water	
Casing Mounting <input checked="" type="checkbox"/> Centerline <input type="checkbox"/> Foot <input type="checkbox"/> Bracket	<input type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/> In line	Flushing <b>DISCHARGE TO</b> Plan		External Fluid Seal Flush:	
Split <input type="checkbox"/> Axial <input checked="" type="checkbox"/> Radial	<input type="checkbox"/> Double Volute <input type="checkbox"/> Diffuser <input type="checkbox"/> Staggered	Aux. Piping by MFR <input type="checkbox"/> Aux. Accessory by MF		Stuffing Box Pressure psig	
Type <input checked="" type="checkbox"/> Single Volute <input type="checkbox"/> Double Volute <input type="checkbox"/> Diffuser <input type="checkbox"/> Staggered	Tapped Openings <input type="checkbox"/> Vent <input checked="" type="checkbox"/> Drain <input type="checkbox"/> Gage	Starting Torque Curve		Impeller	
NOZZLES	Size in.	Rating	Facing	Position	
Suction	2"	300	RF	END	Inner Case Parts
Discharge	1 1/2"	300	RF	TOP	Sleeve (Packed)
Impeller Diam. in.	Rated <b>9 1/2"</b> Max. <b>10 1/2"</b> Min.	Type <b>ENCLOSE</b>	Casing / Barrel		
Impeller: <input type="checkbox"/> Overhung <input type="checkbox"/> Between Bearings <input type="checkbox"/> Single Suction <input type="checkbox"/> Double Suction	Bearing: Radial <b>BALL</b> Thrust <b>BALL</b>		Sleeve (Seal)		
Lubr. <input type="checkbox"/> Lubrication Mist	Coupling: MFR Type <b>THOMAS DBZC-163/ YES</b>		Wear Parts Casing		
Spacer Guard MDT by	Packing :MFR Size in. No. of Rings		Wear Parts Imp.		
<input checked="" type="checkbox"/> Mech. Seal :MFR <b>2 1/8" 109 BT/L CRAI</b> Class Code <b>(4) QR171</b>	Vertical Shaft Trust lb. l Norm.		Shaft		
Casing Min. Thick/Corr. Allow. in. <b>1/2" ; 1/4"</b> Baseplate <b>STEEL DRAIN RIM</b>	Suction Pressure Regions Must Be Desing for MAWP (Max. Allowable Working Pressure)		SHOP TEST		
			Req.d	Observed Witness	
Running Perf.			YES	YES	
Disassembly			YES	YES	
NPSH					
Hydro. PSIG			360	NO	

- P-1215 A / B



## Pump Process Data Sheet for 8th Edition Upgrade


Tag	P1215-A
Job	

Pump Name Plate	
Type	3700
Size	2x4x9
Manufacturer	Goulds
Serial Number	
Service	
API 682 T2 Group	I
AS Found Mechanical Seal	
Flush Porting	

Driver Data	
Type	
RPM	3550
HP	
Frame	
Service Factor	
Shaft Dia	
Key Way Width	
Units	

	Original	Present	Future
Capacity Min [GPM]		235	
Capacity Max[GPM]		270	
Capacity Norm [GPM]		245	
TDH		241	
Suction Pressure [PSIG]		5	
Discharge Pressure [PSIG]		88	
NPSHa		?	
Viscosity [cSt]		.38 cSt	
Process Fluid		Aceite Residual and Methyltoluene	
Specific Gravity [PT]		0.795	
Process Temp. [F]		280	

- P-1216 A / B

		DATA SHEET FOR CENTRIFUGAL PUMPS			
GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA		PLANT: Parafinas y Bases Lubricantes		TAG P1216	
PROYEC. MEK	UNIT: 1200	DOC. TYPE:	PROGR:	REV. 1	SHEET 1 OF 1 DATE: 15/05/06
For <b>FOOTS OIL PRODUCT PUMP</b>		No. Req. d.		Item	
Main/Driver <b>TURBINA</b>		Spare/Driver <b>MOTOR</b>		MFR	
Pump MFR <b>NUOVO PIGNONE</b>		Size and Type <b>B-1 1/2 X 9L- TC</b>		<input checked="" type="checkbox"/> Horiz. <input type="checkbox"/> Vert. <input type="checkbox"/> In-line	
OPERATING CONDITIONS			PERFORMANCE		
Service <b>FOOT OIL</b>	Location <input type="checkbox"/> Indoor <input checked="" type="checkbox"/> Outdoor	Proposal Curve No.	.....		
Disch Press. Psig <b>60</b>	GPM at PT Norm. <b>7.9</b> Rated <b>35</b>	NPSH Req.d. (water) Ft <b>4.5</b>	.....		
Diff. Press. Psi <b>30</b>	Suct. Press Psig Max. <b>60</b> Rated <b>30</b>	No. of Stages <b>1</b> rpm <b>3520</b>	.....		
Diff. Head. Ft <b>87.72</b>	NPSH Avail. Ft <b>9</b>	Rated Power (BHP) <b>6.5</b> Eff % <b>28</b>	.....		
LIQUID			Max Power Rated Impeller Hp <b>8</b>		
Type of liquid <input type="checkbox"/> Liquid <input type="checkbox"/> Hazardous <input type="checkbox"/> Flammable	Name of liquid <b>MEA</b>	Suction Specific Speed			
Sp. Gr. at PT <b>0.98</b>	PT F <b>220</b>	Min. Continuous Flow (GPM) <b>6</b>			
Vis at PT cSt <b>0.35</b>	V. Press. at PT psia <b>17.5</b>	Allowable Operating Region (GPM)			
Corr./Eros. caused by <b>CO2 + H2O</b>		Max. Head Rated Imp. Ft <b>301</b>			
Flow Controlled by: <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> TC <input type="checkbox"/> PC <input checked="" type="checkbox"/> FC		Rotation Facing Coupling end <b>C.C.W</b>			
CONSTRUCTION			Max Sound Press. Level. Requid		
Applicable standard <input checked="" type="checkbox"/> API 610 8th Edition <input type="checkbox"/> API 682 1st Edition		Cooling Water <b>YES</b> Plan			
Casing Mounting <input type="checkbox"/> Centerline <input type="checkbox"/> Foot <input type="checkbox"/> Bracket		Total Water			
Split <input type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/> In line		Flushing Plan			
Type <input type="checkbox"/> Axial <input type="checkbox"/> Radial		External Fluid Seal Flush:			
Tapped Openings <input type="checkbox"/> Single Volute <input type="checkbox"/> Double Volute <input type="checkbox"/> Diffuser <input type="checkbox"/> Staggered		Aux. Piping by MFR <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Aux. Accessory by MF			
		Stuffing Box Pressure psig			
		Starting Torque Curve			
NOZZLES		MATERIALS : API CLASS			
Size in.	Rating	Facing	Position	Impeller <b>MONEL</b>	
Suction <b>8"</b>	<b>150</b>	<b>RF</b>		Inner Case Parts <b>MONEL</b>	
Discharge <b>6"</b>	<b>300</b>	<b>RF</b>		Sleeve (Packed) <b>MONEL</b>	
Impeller Diam. in.	Rated	Max.	Min.	Type	Casing / Barrel <b>MONEL</b>
Impeller: <input type="checkbox"/> Overhung <input type="checkbox"/> Between Bearings <input type="checkbox"/> Single Suction <input type="checkbox"/> Double Suction					Sleeve (Seal) <b>MONEL</b>
Bearing: Radial Thrust					Wear Parts Casing <b>MONEL</b>
Lubr. <input type="checkbox"/> Lubrication Mist					Wear Parts Imp. <b>MONEL</b>
Coupling: MFR Type <b>THOMAS DBZ C / YES</b>					Shaft <b>K-MONEL</b>
Spacer Guard MDT by					
<input type="checkbox"/> Packing :MFR	Size in.	No. of Rings			
<input checked="" type="checkbox"/> Mech. Seal :MFR	<b>2" 109-B CRANE</b>	Class Code <b>(1) WVR 171</b>			
Vertical Shaft Thrust lb. l	Norm.				
Casing Min. Thick/Corr. Allow. in.	Baseplate <b>FABRICATES STEEL</b>				
SHOP TEST		Req.d	Observed	Witnessed	
Running Perf.	<b>YES</b>			<b>YES</b>	
Disassembly	<b>YES</b>			<b>YES</b>	
NPSH	<b>NO</b>			<b>NO</b>	

• P-1251 A / B




CONSORCIO  
INELECTRA - SCIA




Doc. 143-1200-P09-HD-013 Rev. 0

CLIENTE	HOJAS DE DATOS BOMBA P-1251 A/B	Rev.	Fecha	Por	Rev.	Apb.	Pag.
ECOPETROL		A	26-May-05	SO	EA	RS	1 / 12
LOCALIZACIÓN		B	15-Jul-05	SO	EA	RS	
BARRANCABERMEJA		0	26-Ago-05	SO	EA	RS	
UNIDAD							
PLANTA DE PARAFINAS							
TAG	P-1251 A/B						
NUMERO REQUERIDO	2						
TITULO	BOMBAS DE BOTA DE FILTROS 1 ETAPA						
TIPO	CENTRIFUGA HORIZONTAL						
CASO	DISEÑO						
SERVICIO	PARAFINA DESACEITADA						
FLUIDO A MANEJAR	PRODUCTO	ACEITE DESPARAFINADO (0.92%W); PARAFINA BLANDA (2%W); PARAFINA DURA (3.2%W); SOLVENTE (MEK, 51.6285%W y TOLUENO 42.24%W)					
	TEMPERATURA DE AUTO IGNICIÓN	°F					
	CORROSIVO O EROSIVO	% w	NOTA 1				
	TEMPERATURA NORMAL	°F	-0.4				
	TEMPERATURA MÁXIMA	°F	170 NOTA 6				
	VISCOSIDAD @ T NORMAL	NOTA 2	cP	1.464 @ -0.4°F / 0.349 @ 170°F			
	PRESIÓN VAPOR @ T NORMAL	psia	1.5 @ -0.4°F / 10 @ 170°F				
	GRAVEDAD ESPECÍFICA (P,T)	0.805 (Flujo mínimo) - 0.87 (Flujo normal, máximo) NOTA 6					
	FLUJO NORMAL	GPM	280				
	FLUJO MÁXIMO (RATED)	GPM	317				
FLUJO MÍNIMO DE OPERACIÓN	GPM	115					
BOMBA	<b>A FLUJO MÁXIMO</b>						
	PRESIÓN DE DESCARGA	psig	41.8				
	PRESIÓN EN EL RECIPIENTE DE SUCCIÓN	psig	0.3				
	PRESIÓN EN LA BRIDA DE SUCCIÓN	psig	1.2				
	PRESIÓN DIFERENCIAL	psi	40.6				
	MÍNIMA ELEVACIÓN (RECIPIENTE DE SUCCIÓN)	ft	7.2				
	CAIDA DE PRESIÓN EN LA LÍNEA DE SUCCIÓN	psi	1.1				
	ELEVACIÓN DE LA BRIDA DE SUCCIÓN	ft	2.0				
	CABEZAL DIFERENCIAL	ft	108				
	NPSH DISPONIBLE	ft	38.5				
	POTENCIA HIDRÁULICA	hp	7.5				
	POTENCIA DEL EJE	hp	14.4 (52% EFICIENCIA) NOTA 7				
	CONSUMO ELÉCTRICO	kW	14.9 (72.2% EFICIENCIA) NOTA 7				
	PRESIÓN DE SHUT-OFF	psia	59.9				
	TEMPERATURA DE DISEÑO	°F	200 / -20				
PRESIÓN DE DISEÑO DEL RECIPIENTE DE SUCCIÓN (DISEÑO)	psig	1					
PRESIÓN DE DISEÑO EN LA BRIDA DE SUCCIÓN	psig	50.0					
TEMPERATURA MÍNIMA DE OPERACIÓN	°F	-20					
MATERIAL	CUERPO	A352 - LCB					
	IMPULSOR	A48 Nr.40 (NOTA 7, NOTA 5)					
TIPO DE MOTOR	MOTOR ELÉCTRICO						
	MOTOR ELÉCTRICO						
CONTROL DE VELOCIDAD	si / no	NO					
VÁLVULA DE ARRANQUE	si / no	NO					
MODO FLUJO MÍNIMO							
FLUJO MÍNIMO	GPM	115 (NOTA 7)					
<b>NOTAS:</b>							
1. El porcentaje de sólidos (Parafina Dura): 8%W (para el caso Liviano)							
2. La viscosidad de la fase líquida corresponde a 0.8 cP							
3. Eliminada.							
4. El NPSH disponible reportado no incluye factor de seguridad							
5. Bomba de impulsor semi-abierta, baja velocidad para manejar líquidos con parafinas sólidas							
6. La bomba debe estar en capacidad de manejar el solvente caliente (170°F) cuando se realice el lavado del filtro. La condición de gravedad específica a flujo mínimo corresponde al caso de lavado del filtro.							
7. Información según hoja de datos de bomba seleccionada marca GOULDS, modelo 3700							


- P-1252 A / B

		DATA SHEET FOR CENTRIFUGAL PUMPS			
GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA		PLANT: Parafinas y Bases Lubricantes			TAG P1252 A/B
PROYEC. MEK	UNIT: 1200	DOC. TYPE:	PROGR:	REV. 1	SHEET 1 OF 1 DATE: 15/05/06
For BOMBAS DE BOTAS DE FILTROS 2RA ETAPA No. Req. d. 2				Item	
Main/Driver MOTOR ELECTRICO		Spare/Driver CENTRÍFUGA		MFR	
Pump MFR GOULDS PUMP		Size and Type 4X6 16S 3700 LX		<input checked="" type="checkbox"/> Horiz. <input type="checkbox"/> Vert. <input type="checkbox"/> In-line	
OPERATING CONDITIONS				PERFORMANCE	
Service	PARAFINA DESAC	Location	<input type="checkbox"/> Indoor <input type="checkbox"/> Outdoor	Proposal Curve No.	
Disch. Press.	Psig 78,4	GPM at PT	Norm. 196 Rated 216	NPSH Req.d. (water) Ft 4	
Diff. Press.	Psi 76,8	Suct. Press	Psig Max. 15,9 Rated	No. of Stages 1 rpm 1780	
Diff. Head.	Ft 209	NPSH Avail.	Ft 40,2 NOTA 5	Rated Power (BHP) 29,3 Eff % 33	
LIQUID				Max Power Rated Impeller Hp 16	
Type of liquid	<input type="checkbox"/> Liquid <input type="checkbox"/> Hazardous <input type="checkbox"/> Flammable	Name of liquid ACEITE DESPA		Suction Specific Speed	
Sp. Gr. at PT	0,805 (flujo) 0,85 (flujo) 0,8	PT F	1,32 A 37,5°F / 0,349 a 1	Min. Continuous Flow (GPM) 60	
Vis at PT cp	1,32 A 37,5°F / 0,349 a 170°F	V. Press. at PT psi 1,5		Allowable Operating Region (GPM) 216	
Corr./Eros. caused by				Max. Head Rated Imp. Ft	
Flow Controlled by: <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> TC <input type="checkbox"/> PC <input type="checkbox"/> FC				Rotation Facing Coupling end	
CONSTRUCTION				Max Sound Press. Level Req'd	
Applicable standard <input type="checkbox"/> API 610 8th Edition <input type="checkbox"/> API 682 1st Edition				Cooling Water Plan	
Casing	Mounting	<input type="checkbox"/> Centerline <input type="checkbox"/> Foot <input type="checkbox"/> Bracket	Total Water		
		<input type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/> In line	Flushing Plan		
Split		<input type="checkbox"/> Axial <input type="checkbox"/> Radial	External Fluid Seal Flush:		
Type		<input type="checkbox"/> Single Volute <input type="checkbox"/> Double Volute <input type="checkbox"/> Diffuser <input type="checkbox"/> Staggered	Aux. Piping by MFR <input type="checkbox"/> Aux. Accessory by MF		
Tapped Openings		<input type="checkbox"/> Vent <input type="checkbox"/> Drain <input type="checkbox"/> Gage	Stuffing Box Pressure psig		
NOZZLES				Starting Torque Curve	
	Size mm.	Rating	Facing	MATERIALS : API CLASS	
Suction	102	300RF		Impeller A48	
Discharge	76	300RF		Inner Case Parts A352 LCB	
Impeller Diam.in.	Rated 15,375" Max. Min. Type	Sleeve (Packed)			
Impeller:	<input type="checkbox"/> Overhung <input type="checkbox"/> Between Bearings <input type="checkbox"/> Single Suction <input type="checkbox"/> Double Suction	Casing / Barrel A352 LCB			
Bearing:	Radial Thrust	Sleeve (Seal)			
Lubr.	<input type="checkbox"/> Lubrication Mist	Wear Parts Casing			
Coupling:	MFR Type THOMAS 71225	Wear Parts Imp.			
Spacer	Guard MDT by	Shaft			
<input type="checkbox"/> Packing :MFR	Size in. No. of Rings	SHOP TEST			
<input checked="" type="checkbox"/> Mech. Seal :MFR	Class Code	Req.d	Observed	Witnessed	
Vertical Shaft Thrust lb. l	Norm.	Running Perf.			
		Disassembly			


- P-1253 A / B

		<b>DATA SHEET FOR CENTRIFUGAL PUMPS</b>				
GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA		PLANT: Parafinas y Bases Lubricantes			TAG P1253 A/B	
PROYEC. MEK	UNIT: 1200	DOC. TYPE:	PROGR:	REV. 1	SHEET 1 OF 1 DATE: 15/05/06	
For BOMBAS DE PARAFINA		No. Req. d. 2		Item		
Main/Driver	MOTOR ELECTRICO	Spare/Driver	CENTRIFUGA	MFR		
Pump MFR	GOULDS PUMP	Size and Type	4X6 16S 3700 LX	<input checked="" type="checkbox"/> Horiz. <input type="checkbox"/> Vert. <input type="checkbox"/> In-line		
OPERATING CONDITIONS			PERFORMANCE			
Service	PARAFINA DURA	Location	<input type="checkbox"/> Indoor <input type="checkbox"/> Outdoor	Proposal Curve No.		
Disch Press.	Psig 78.4	GPM at PT	Norm. 196   Rated 216	NPSH Req.d. (water) Ft	40.2	
Diff. Press.	Psi 76.8	Suct. Press	Psig Max. 85   Rated	No. of Stages	1   rpm 1780	
Diff. Head.	Ft 209	NPSH Avail.	Ft 40.2 NOTA 5	Rated Power (BHP)	28.5   Eff % 34	
LIQUID			Max Power Rated Impeller Hp			
Type of liquid	<input type="checkbox"/> Liquid <input type="checkbox"/> Hazardous <input type="checkbox"/> Flammable	Name of liquid	ACEITE DESPA	Suction Specific Speed		
Sp. Gr. at PT	0.805 (flejomin) 0.83 (flejonor.1)	PT F	2 A -0.4°F/ 10a 170°F	Min. Continuous Flow (GPM)	60	
Vis at PT op	1.131 A 80°F/ 0.349 a 170°F	V. Press. at PT	psi	Allowable Operating Region (GPM)	216	
Corr./Eros. caused by:				Max. Head Rated Imp. Ft		
Flow Controlled by:	<input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> TC <input type="checkbox"/> PC <input type="checkbox"/> FC			Rotation Facing Coupling end		
CONSTRUCTION			Max Sound Press. Level. Requid			
Applicable standard	<input type="checkbox"/> API 610 8th Edition <input type="checkbox"/> API 682 1rs Edition			Cooling Water	Plan	
Casing Mounting	<input type="checkbox"/> Centerline <input type="checkbox"/> Foot <input type="checkbox"/> Bracket			Total Water		
	<input type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/> In line			Flushing	Plan	
Split	<input type="checkbox"/> Axial <input type="checkbox"/> Radial			External Fluid Seal Flush:		
Type	<input type="checkbox"/> Single Volute <input type="checkbox"/> Double Volute <input type="checkbox"/> Diffuser <input type="checkbox"/> Staggered			Aux. Piping by MFR	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Aux. Accessory by MF	
Tapped Openings	<input type="checkbox"/> Vent <input type="checkbox"/> Drain <input type="checkbox"/> Gage			Stuffing Box Pressure psig		
				Starting Torque Curve		
NOZZLES		MATERIALS : API CLASS				
Size mm.	Rating	Facing	Position	Impeller	A48	
Suction	102	300RF		Inner Case Parts		
Discharge	76	300RF		Sleeve (Packed)		
Impeller Diam. in.	Rated 15.25"   Max.   Min.   Type			Casing / Barrel		
Impeller:	<input type="checkbox"/> Overhung <input type="checkbox"/> Between Bearings <input type="checkbox"/> Single Suction <input type="checkbox"/> Double Suction			Sleeve (Seal)		
Bearing:	Radial   Thrust			Wear Parts Casing		
Lubr.	<input type="checkbox"/> Lubrication Mist			Wear Parts Imp.		
Coupling:	MFR Type THOMAS 71225			Shaft		
Spacer	Guard   MDT by			SHOP TEST		
<input type="checkbox"/> Packing :MFR	Size in.   No. of Rings			Req.d	Observed	Witnessed
<input checked="" type="checkbox"/> Mech. Seal :MFR	Class Code			Running Perf.		
Vertical Shaft Trust lb. l	Norm.			Disassembly		
Casing Min. Thick/Corr. Allow. in.	Baseplate			NPSH		


- P-1256 A / B

		<b>DATA SHEET FOR CENTRIFUGAL PUMPS</b>			
GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA		PLANT: Parafinas y Bases Lubricantes		TAG P1256 A/B	
PROYEC: MEK	UNIT: 1200	DOC.TYPE:	PROGR:	REV. 1	SHEET 1 OF 1 DATE: 15/05/06
For BOMBAS PARAFINA BLANDA			No. Req. d. 2		Item
Main/Driver MOTOR ELECTRICO		Spare/Driver CENTRIFUGA		MFR	
Pump MFR GOULDS PUMP		Size and Type VS6 VERTICAL BARREL		<input type="checkbox"/> Horiz. <input checked="" type="checkbox"/> Vert. <input type="checkbox"/> In-line	
OPERATING CONDITIONS			PERFORMANCE		
Service	PARAFINA BLANDA	Location	<input type="checkbox"/> Indoor <input type="checkbox"/> Outdoor	Proposal Curve No.	
Disch Press. Psig	80.3	GPM at PT	Norm. 323 Rated 355	NPSH Req.d. (water) Ft	6.6
Diff. Press. Psi	91.1	Suct. Press. Psia	Max. 3.9 Rated	No. of Stages	rpm 1780
Diff. Head. Ft	252	NPSH Avail. Ft	6.6	Rated Power (BHP)	24.2 Eff % 77.5
LIQUID			Max Power Rated Impeller Hp		
Type of liquid	<input type="checkbox"/> Liquid <input type="checkbox"/> Hazardous <input type="checkbox"/> Flammable	Name of liquid		Suction Specific Speed	
Sp. Gr. at PT	0.83	PT F		Min. Continuous Flow (GPM) 92.5	
Vis at PT cp	0.595	V. Press. at PT psi 1.5		Allowable Operating Region (GPM)	
Corr./Eros. caused by	CO2 ( 0.61% W)		Max. Head Rated Imp. Ft		
Flow Controlled by:	<input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> TC <input type="checkbox"/> PC <input type="checkbox"/> FC	Rotation Facing Coupling end			
CONSTRUCTION			Max Sound Press. Level. Requid		
Applicable standard	<input type="checkbox"/> API 610 8th Edition <input type="checkbox"/> API 682 1rs Edition	Cooling Water		Plan	
Casing Mounting	<input type="checkbox"/> Centerline <input type="checkbox"/> Foot <input type="checkbox"/> Bracket	Total Water		Plan	
Split	<input type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/> In line	Flushing		Plan	
Type	<input type="checkbox"/> Axial <input type="checkbox"/> Radial	External Fluid Seal Flush:			
Tapped Openings	<input type="checkbox"/> Single Volute <input type="checkbox"/> Double Volute <input type="checkbox"/> Diffuser <input type="checkbox"/> Staggered	Aux. Piping by MFR <input type="checkbox"/> Aux. Accessory by MF <input type="checkbox"/>			
NOZZLES	Size in.	Rating	Facing	Starting Torque Curve	
Suction	6"	300#RF		MATERIALS : API CLASS	
Discharge	4"	300#RF		Impeller A48	
Impeller Diam. ft.	Rated	Max.	Min.	Inner Case Parts	
Impeller:	<input type="checkbox"/> Overhung <input type="checkbox"/> Between Bearings <input type="checkbox"/> Single Suction <input type="checkbox"/> Double Suction	Type		Sleeve (Packed)	
Bearing:	Radial	Thrust		Casing / Barrel	
Lubr.	<input type="checkbox"/> Lubrication Mist			Sleeve (Seal)	
Coupling:	MFR Type GOULDS ADS SPACER AND METASTREAM			Wear Parts Casing	
Spacer	Guard	MDT by		Wear Parts Imp.	
<input type="checkbox"/> Packing :MFR	Size in.	No. of Rings		Shaft	
<input checked="" type="checkbox"/> Mech. Seal :MFR	Class Code			SHOP TEST	
Vertical Shaft Thrust lb. l	Norm.			Req.d	Observed
Casing Min. Thick/Corr. Allow. in.	Baseplate			Witnessed	
				Running Perf.	
				Disassembly	
				NPSH	

- 753 A/B

		DATA SHEET FOR CENTRIFUGAL PUMPS			
GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA		PLANT: Parafinas y Bases Lubricantes		TAG P753A/B	
PROYEC. FENOL	UNIT: 700	DOC.TYPE:	PROGR:	REV.	SHEET 1 OF 1 DATE: 15/05/06
For EXTRACTO SECO			No. Req. d. 1		Item
Main/Driver		Spare/Driver		MFR	
Pump MFR PACIFIC PUMPS INC		Size and Type 1 1/2" - SYC		<input checked="" type="checkbox"/> Horiz. <input type="checkbox"/> Vert. <input type="checkbox"/> In-line	
OPERATING CONDITIONS			PERFORMANCE		
Service SOLUCIÓN EXTRA	Location	<input type="checkbox"/> Indoor	<input checked="" type="checkbox"/> Outdoor	Proposal Curve No.	
Disch Press. Psig 63	GPM at PT	Norm.	Rated 240	NPSH Req.d. (water) Ft	8
Diff. Press. Psi 51	Suct. Press Psig	Max. 60	Rated 12	No. of Stages 1	rpm 2500
Diff. Head. Ft 135	NPSH Avail. Ft	9 1/2		Rated Power (BHP) 10.9	Eff % 66
LIQUID			Max Power Rated Impeller Hp 9.7		
Type of liquid	<input type="checkbox"/> Liquid	<input type="checkbox"/> Hazardous	<input type="checkbox"/> Flammable	Name of liquid	EXTRACTO SEI
Sp. Gr. at PT	0.98	PT F	390 F / 5 PSIG	Suction Specific Speed	
Vis at PT cSt	0.6 cs	V. Press. at PT psia	25	Min. Continuous Flow (GPM)	
Corr./Eros. caused by	FENOL			Allowable Operating Region (GPM)	
Flow Controlled by:	<input type="checkbox"/> LC	<input type="checkbox"/> TC	<input type="checkbox"/> PC	<input type="checkbox"/> FC	Max. Head Rated Imp. Ft 185
CONSTRUCTION			Rotation Facing Coupling end		
Applicable standard	<input type="checkbox"/> API 610 8th Edition	<input type="checkbox"/> API 682 1st Edition	Max Sound Press. Level Req'd		
Casing Mounting	<input type="checkbox"/> Centerline	<input type="checkbox"/> Foot	<input type="checkbox"/> Bracket	Cooling Water	Plan
	<input type="checkbox"/> Vertical	<input type="checkbox"/> In line		Total Water	
Split	<input type="checkbox"/> Axial	<input type="checkbox"/> Radial		Flushing	Plan
Type	<input type="checkbox"/> Single Volute	<input type="checkbox"/> Double Volute	<input type="checkbox"/> Diffuser	<input type="checkbox"/> Staggered	External Fluid Seal Flush:
Tapped Openings	<input type="checkbox"/> Vent	<input type="checkbox"/> Drain	<input type="checkbox"/> Gage		Aux. Piping by MFR <input type="checkbox"/> Aux. Accessory by MF <input type="checkbox"/>
NOZZLES			MATERIALS : API CLASS		
	Size in.	Rating	Facing	Position	Impeller
Suction	3	300			Inner Case Parts
Discharge	1 1/2	300			Sleeve (Packed)
Impeller Diam. in.	Rated 7 1/8	Max. 8 1/2	Min.	Type John Crar	Casing / Barrel
Impeller:	<input type="checkbox"/> Overhung	<input type="checkbox"/> Between Bearings	<input type="checkbox"/> Single Suction	<input type="checkbox"/> Double Suction	Sleeve (Seal)
Bearing:	<input type="checkbox"/> Radial	<input type="checkbox"/> Thrust			Wear Parts Casing
Lubr.	<input type="checkbox"/> Lubrication Mist				Wear Parts Imp.
Coupling:	MFR Type				Shaft
Spacer	Guard	MDT by			
<input type="checkbox"/> Packing	MFR	Size in.	No. of Rings		
<input type="checkbox"/> Mech. Seal	MFR	Class Code			
Vertical Shaft Thrust lb. l		Norm.			
Casing Min. Thick/Corr. Allow. in.		Baseplate			
			SHOP TEST		
			Req.d	Observed	Witnessed
			Running Perf.		
			Disassembly		
			NPSH		

- P-755 A / B

		DATA SHEET FOR CENTRIFUGAL PUMPS			
GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA		PLANT: Parafinas y Bases Lubricantes			TAG P755 A/B
PROYEC: FENOL	UNIT: 700	DOC. TYPE:	PROGR:	REV. 1	SHEET 1 OF 1 DATE: 15/05/06
For <b>EXTRACTO</b> No. Req. d. 1				Item	
Main/Driver		Spare/Driver		MFR	
Pump MFR <b>GOULDS PUMPS ING</b>		Size and Type <b>1X 2- 11 B</b>		<input type="checkbox"/> Horiz. <input checked="" type="checkbox"/> Vert. <input type="checkbox"/> In-line	
OPERATING CONDITIONS				PERFORMANCE	
Service <b>EXTRACTO</b>	Location <input type="checkbox"/> Indoor <input checked="" type="checkbox"/> Outdoor	Disch Press. Psig <b>19</b>		Proposal Curve No. ....	
Diff. Press. Psi <b>176</b>	Suct. Press Psig Max. ....	Rated <b>80</b>		NPSH Req.d. (water) Ft <b>3</b>	
Diff. Head. Ft <b>483.2</b>	NPSH Avail. Ft .....	Rated <b>-9</b>		No. of Stages <b>1</b> rpm <b>3550</b>	
LIQUID				Rated Power (BHP) <b>2160</b> Eff % <b>38</b>	
Type of liquid <input type="checkbox"/> Liquid <input type="checkbox"/> Hazardous <input type="checkbox"/> Flammable	Name of liquid .....	Sp. Gr. at PT <b>0.82</b> PT F <b>530</b>		Max Power Rated Impeller Hp .....	
Vis at PT cSt <b>0.6 cs</b>	V. Press. at PT psia .....	Corr./Eros. caused by: .....		Suction Specific Speed .....	
Flow Controlled by: <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> TC <input type="checkbox"/> PC <input type="checkbox"/> FC	Applicable standard <input type="checkbox"/> API 610 8th Edition <input type="checkbox"/> API 682 1st Edition		Min. Continuous Flow (GPM) .....		
CONSTRUCTION				Allowable Operating Region (GPM) .....	
Casing Mounting <input type="checkbox"/> Centerline <input type="checkbox"/> Foot <input type="checkbox"/> Bracket	<input type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/> In line	Split <input type="checkbox"/> Axial <input type="checkbox"/> Radial		Max. Head Rated Imp. Ft .....	
Type <input type="checkbox"/> Single Volute <input type="checkbox"/> Double Volute <input type="checkbox"/> Diffuser <input type="checkbox"/> Staggered	Tapped Openings <input type="checkbox"/> Vent <input type="checkbox"/> Drain <input type="checkbox"/> Gage	Cooling Water .....		Rotation Facing Coupling end .....	
NOZZLES	Size in.	Rating	Facing	Position	Max Sound Press. Level Req'd .....
Suction					Flushing .....
Discharge					External Fluid Seal Flush: .....
Impeller Diam. in. Rated <b>10 1/2"</b> Max. .... Min. .... Type .....	Impeller: <input type="checkbox"/> Overhung <input type="checkbox"/> Between Bearings <input type="checkbox"/> Single Suction <input type="checkbox"/> Double Suction	Bearing: Radial Thrust		Aux. Piping by MFR <input type="checkbox"/> Aux. Accessory by MF <input type="checkbox"/>	
Impeller: <input type="checkbox"/> Overhung <input type="checkbox"/> Between Bearings <input type="checkbox"/> Single Suction <input type="checkbox"/> Double Suction	Bearing: Radial Thrust	Lubr. .... <input type="checkbox"/> Lubrication Mist		Stuffing Box Pressure psig .....	
Coupling: MFR Type .....	Spacer .....	Guard .....	MDT by .....		Starting Torque Curve .....
<input type="checkbox"/> Packing :MFR	Size in. <b>2- 1/8</b>	No. of Rings .....	<b>MATERIALS : API CLASS</b>		
<input type="checkbox"/> Mech. Seal :MFR	Class Code .....	Impeller .....			
Vertical Shaft Trust lb. l	Norm. ....	Inner Case Parts .....			
		Sleeve (Packed) .....			
		Casing / Barrel .....			
		Sleeve (Seal) .....			
		Wear Parts Casing .....			
		Wear Parts Imp. ....			
		Shaft .....			
SHOP TEST	Req.d	Observed	Witnessed		
Running Perf.					
Disassembly					

Anexo B. Data sheets de los compresores de la Planta de Parafinas y Fenol.

- COMPRESOR DE HIDRIGENO (1101 A/ 02 A)

Paraffin Wax & Lubricating Oil Plant Barranocermeja COLOMBIA		ROMA		D/S 1100 G.4 RE V. 2	
		RECIPROCATING COMPRESSOR DATA Attached to M/R 1066C.1			
Operating Data		Construction Data			
1	ITEM	C-1101 A/B		Manufacturer	WORTHINGTON
2	Service	TREAT GAS COMPRESSOR		Compressor Type	BDC 2-1 6 1/4 / 6 1/4 x 5 1/8 - 5 1/4 x 3
3	Compressor Type	HORIZONTAL		Number of Stages & Cylinders	2-3 DOUBLE ACT
4	Type of Driver	EL. MOTOR		Actual & Max. Speed	450/600
5	Number Required Operating	1		Cylinder Bores & Stroke	6 1/4" 5 1/8" x 5"
6	Number Required Spare	1		Displacement per cyl.	CFM 137 - 86.5
7	Operation	CONTINUOUS		Clearance	% 14.7 - 20.9
8	Fluid	HYDROGEN-METHANE		Volumetric Efficiency	% 69.5 - 69.8
9	Molecular Weight	2.72		Actual & Max. Capacity	ACFM 192 - 62
10	$\kappa = n \times Cp/Cv$ (suct)	1.40		Mechanical Efficiency %	0.92
11	Compressibility Factor (Suct)	1.02		Discharge Temperature	°F 320/250
12	GAS COMPOSITION	MOL. % (1) H <sub>2</sub> 95		BHP at Operating Cond	40 SAF VALVE SETT. 665/705
13		C-1 5		BHP Max.	1600
14	Suction Pressure	PSIA 235		Driver HP	750
15	Suction Temperature	°F 120		Suction Valves No. & Type	4" 100 EH3/2.100 EH3
16	Discharge Pressure	PSIA 1735 (2)		Discharge Valves No. & Type	4" 1/2 "
17	Capacity	SCFM 2558		Free Suct. & Disch. Valves Area	9.7 sq. in.
18	Capacity at Suction Cond.	ACFM 182		Suct. Disch. Valve Fluid Velocity	m/o 716/61.5-41.4/34.7
19	Design Pressure	PSIG 850/2100		No. of Clear. Pockets & Volume	100 2" ST. FIXED
20	Design Temperature	°F 480		Cooling Water Requested	GPM 134 INCLUDING
21	$\Delta p$ max.			Lubrication Oil Consumption	Lbs/h 0.84
22	Size & Rating of Connections	3" 100 RT / 4" 900 RT		Cylinder Hydr. Test Pressure	PSIG 1275 / 3150
23	Cylinder Type	LUBRICATED		Jacket Hydr. Test Pressure	PSIG 113
24	Capacity Control	MANUAL BUSTERS (0-25-50-75-100%)		Packing Type & No. of Rings	16651 II 16652 II 11212
25	Starting System	MANUAL UNLOADERS		Crosshead Shoe Bearing Area	412 sq. in.
26	Lubrication Type	OIL FORCED FEED		Piston Rod Diameter	2 3/8"
27	Sealing Type	METALLIC		Compr. Cyl. Crank Angles	2 st 0°
28	Distance Pieces	DOUBLE COMPART.		Intercoolers - Type & Surface	
29				Aftercoolers - Type & Surface	
30				Heaviest Maintenance Part Weight	# 2700
31	ROD ACTUAL LOAD	# 15800/24700		Compressor Weight	# 21000
32	ROD MAX LOAD	# 32000		Unbalanced Horiz.	4 KT 534.003
33				Forces & Couples Vertic.	
34				Starting Torque Curve No.	4 KT-534.001
35	Electric Power			Outline Drawings	
36	Jacket C. W. Press & Temp.			Sectional Drawings	
37	Jacket C. W. Des. Press. & Temp. PSIG/°F	76 / 170		Remarks	
38	Lube Oil C. W. Press. & Temp.			1) SATURATED WITH WATER @ SUCT. CONDIT.	
39	Lube Oil C. W. Des. Press. & Temp. PSIG/°F	100 / 170		2) SAFETY VALVE SETTING VALUE 1892 PSIG	
40	MATERIALS			3) INCLUDING BHP OF C1102	
41	Cylinders	CAST MANGANESE STEEL		4) FOR COMPRESSOR PIPING ARRANGEMENT SEE SHEET 2.	
42	Pistons / PISTON RODS	C.I. / 11-13% CR			
43	Valves	HOERBIGER			
44	Cylinders Liners (REMOVABLE TYPE)	N1-RESIST			
3	Dec. 6 '67	COMPLETED WITH MFR DATA		APPROVAL <i>[Signature]</i>	
2	June 16 '67	ADDED MFR DATA			
1	JAN. 16 '67	FIRST ISSUE - INQUIRY			
No.	DATE	ISSUES & REVISIONS			APPROVAL

Paraffin Wax and  
Lubr. Oil Plant  
Barrancabermeja  
Colombia

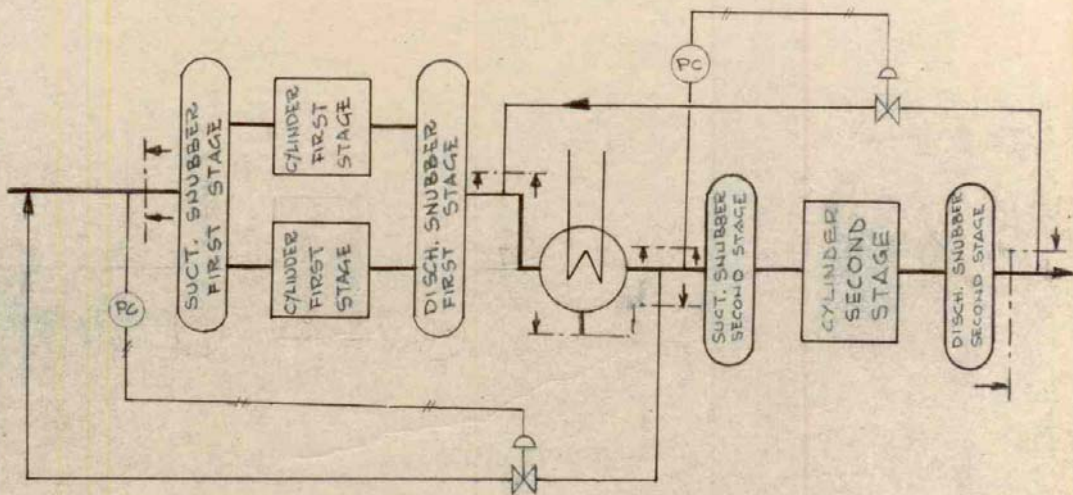
ROMA

Attached to M/R G.1

JOB: 1066

D/S 1100 G.4

REV. 3



C-1101 A & B TREAT GAS COMPRESSORS

↓ ↓ WORTH. SUPPLY LIMITS

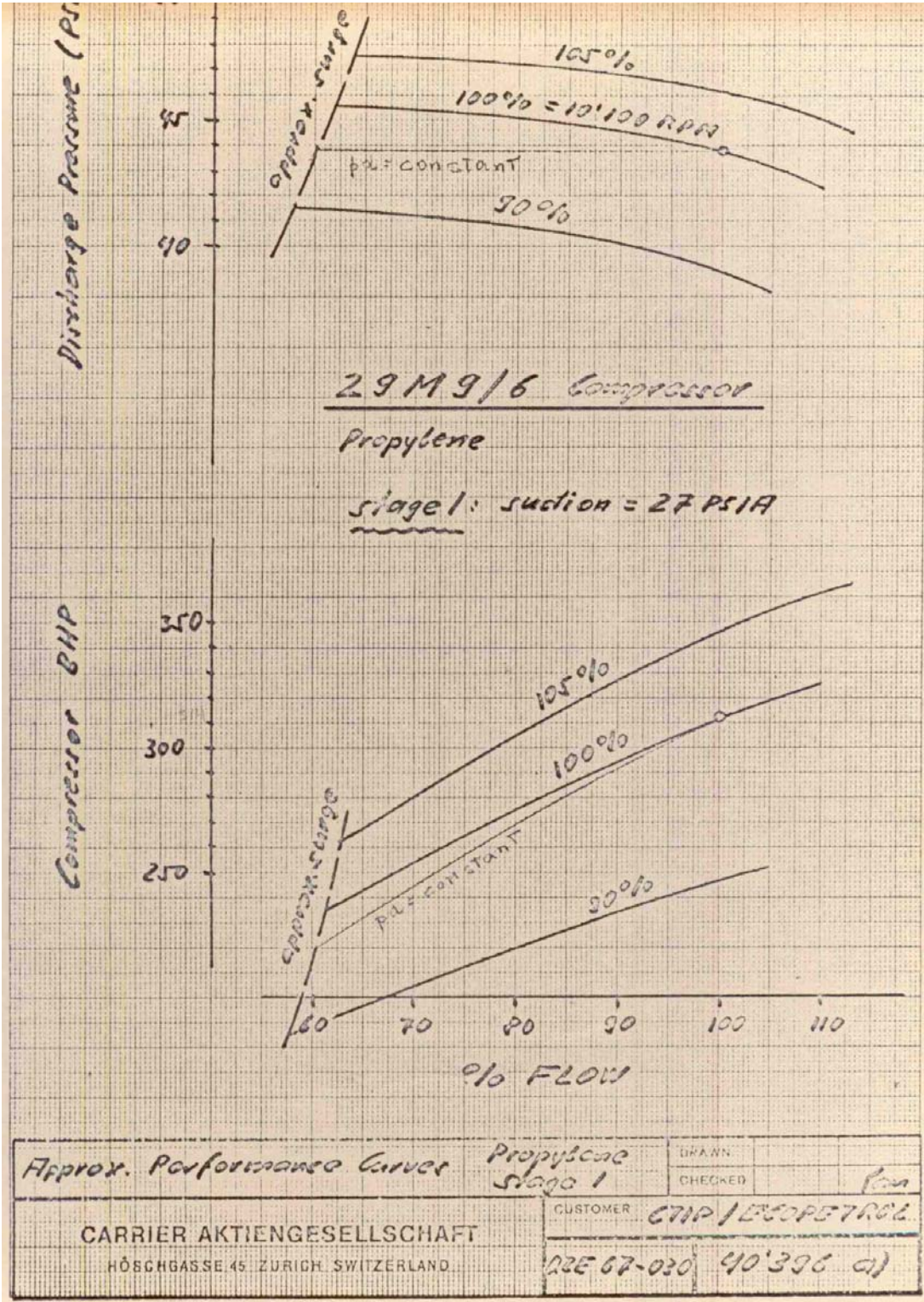
POSITION OF BY PASSES CONNECTIONS HAVE TO BE FIXED BY WORTH.

③ SUPERSEDED BY WORTHINGTON DWG 4-RT-534.003

E C O P E T R O L Paraffin Wax & Lubricating Oil Plant Barrancabermeja COLOMBIA		COMPAGNIA TECNICA INDUSTRIE PETROLI S. p. A ROMA		JOB. 1066 D/S 1100 G.6 REV. 3	
ATTACHED TO M/R 1066 G.1					
PULSATION SNUBBER DATA					
<u>OPERATING DATA</u>					
1. Snubber Item		CD1-C1101A#B	CD2-C1101A#B	CD3-C1101A#B	CD4-C1101A#B
2. Compressor Item		C-1101A#B			
3. " Manufacturer		DEUTSCHE WORTHINGTON GMBH			
4. " Model		BDC - 2 - 1			
5. " Service		TREAT GAS			
6. Gas Volume		2,630 SCFM			
7. Type of Gas		TREAT GAS			
8. Molecular Weight		2.72			
9. Specific Gravity		0.09			
10. "N" Value		1.4			
11. Compressibility Factor		1.015	1.02	1.025	1.06
12. Flow	CFM	187	81	58	27
13. Operating Pressure	PSIA	230	715	700	1750
14. Design Pressure	PSIG	280	800	800	1920
15. Operating Temperature	°F	120	320	104	250
16. Design Temperature	°F	250	356	112	296
17. R.P.M.		450	450	450	450
18. Bore		6.1/4"	6.1/4"	5.1/8"	5.1/8"
19. Stroke		9"	9"	9"	9"
20. No. of Cylinder/Stage		2	2	1	1
21. Cylinder Action		d.a.	da.	d.a.	d.a.
22. Compr. Cyl. Crank Angles		0-90°	0-90°	180°	180°
23. Flange size and Dia.		3"	3"	4"	4"
<u>CONSTRUCTION DATA</u>					
24. Application		1. Suct.	1. Disch.	2. Suct.	2. Disch.
25. Location		±1%	±1%	±1%	±1%
26. Resid. Pulse Amplitude		±1%	±1%	±1%	±1%
27. Type Recommended		SNUBBER	→	SNUBBERATOR	SNUBBER
28. Connections					
29. Max. Work. Press. & Temp.	PSIG/°F	280/250	800/356	800/112	1920/296
30. Hydrost. Test Pressure	PSI	420	1200	1200	2880
31. Corrosion Allowance/MIN. THICK. WALL		1/8"	1/8"	1/8"	1/8"
32. Stress Relieve & X Ray		NO / 10%	NO / 25%	NO / 25%	YES / 100%
33. Finish					
34. Weight	lb	474	706	640	574
35. Dimensional Drawing		D350-3884-67	D350-3897-67	D3239-3912-67	D500-3913-67
36. Material			CARBON STEEL		
37. Pressure Drop		0.6%	0.6%	0.6%	0.6%
REMARKS :		3	DEC. 6 67	COMPLETED WITH MHEA DATA	10/
		2	MAR. 6 67	SECOND ISSUE	11/24
		1	JAN. 16 67	FIRST ISSUE - INQUIRY	11/24
		REV.	DATE	ISSUE & REVISIONS	

• COMPRESOR DE PROPILENO (1201)

Lubr. Oil Plant Barrancabermeja COLOMBIA		Rev. 3				
DATA SHEET FOR CENTRIFUGAL COMPRESSORS						
PURCHASER <u>ECOPETROL</u>		MANUFACTURER <u>CARRIER-THOMASSEN</u>				
DESTINATION <u>COLOMBIA</u>		TYPE AND SIZE <u>29M3/G</u>				
UNIT <u>MEK UNIT</u>		SERIAL NO. _____				
ITEM NO. <u>C-1201</u>		QUOTE NO. <u>C-67-606-15</u>				
NO. REQUIRED <u>ONE</u>		DATE <u>3-1-67</u>				
SERVICE <u>PROPYLENE REFRIGERATION COMPRESSOR</u>		PURCHASER ORDER NO. _____				
		DATE _____				
PROCESS REQUIREMENTS						
GAS HANDLED	Normal (NO ZULIA MEDIUM DISTILLATE)	RATED (NORMAL+10%)	FIRST SIDE LOAD		SECOND SIDE LOAD	
			NORMAL	RATED	NORMAL	RATED
(4) PROPYLENE						
BAROMETER, psia						
STD CU FT PER MIN (14.7 psia— 60 F—Dry)						
OR						
WEIGHT FLOW, lb per min	896.8	985	940.4	1033	2491.9	2410
INLET CONDITIONS						
Pressure, psia	27	27		44.5		71
Temperature, deg F	-15	-15	17	17	30	30
Relative Humidity, percent						
Molecular Weight (M)	42.08	42.08	42.08	42.08	42.08	42.08
Cp/Cv (K <sub>1</sub> ) @ 60°F	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
Compressibility (Z <sub>1</sub> )	0.94	0.94	0.93	0.93	0.904	0.904
Inlet Volume, cfm	3570	3920		2570		3770
DISCHARGE CONDITIONS						
Pressure, psia	272	272	272	272	272	272
Temperature, deg F	177	178				
Cp/Cv (K <sub>2</sub> )	1.106	1.106				
Compressibility (Z <sub>2</sub> )	0.871	0.871				
HORSEPOWER REQUIRED BY DRIVER	4820	5240				
SPEED, rpm		10100				
ESTIMATED SURGE, ICFM (At Speed Above)	2180	2400				
ADIABATIC HEAD (Hg)						
PERFORMANCE CURVE NO.	Q2E67-030-40'396 a) b) #c)					
CORROSIVENESS AND REMARKS REGARDING GAS						
NOTES 1) GAS COMPOSITION, MOL %:						
- PROPYLENE 99.36						
- ETHANE .21						
- PROPANE .43						

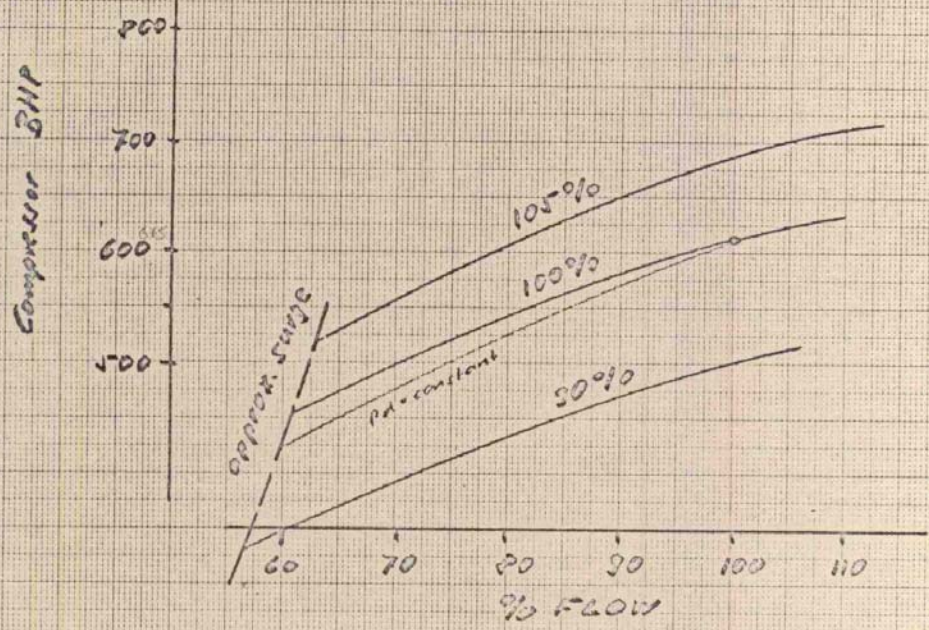




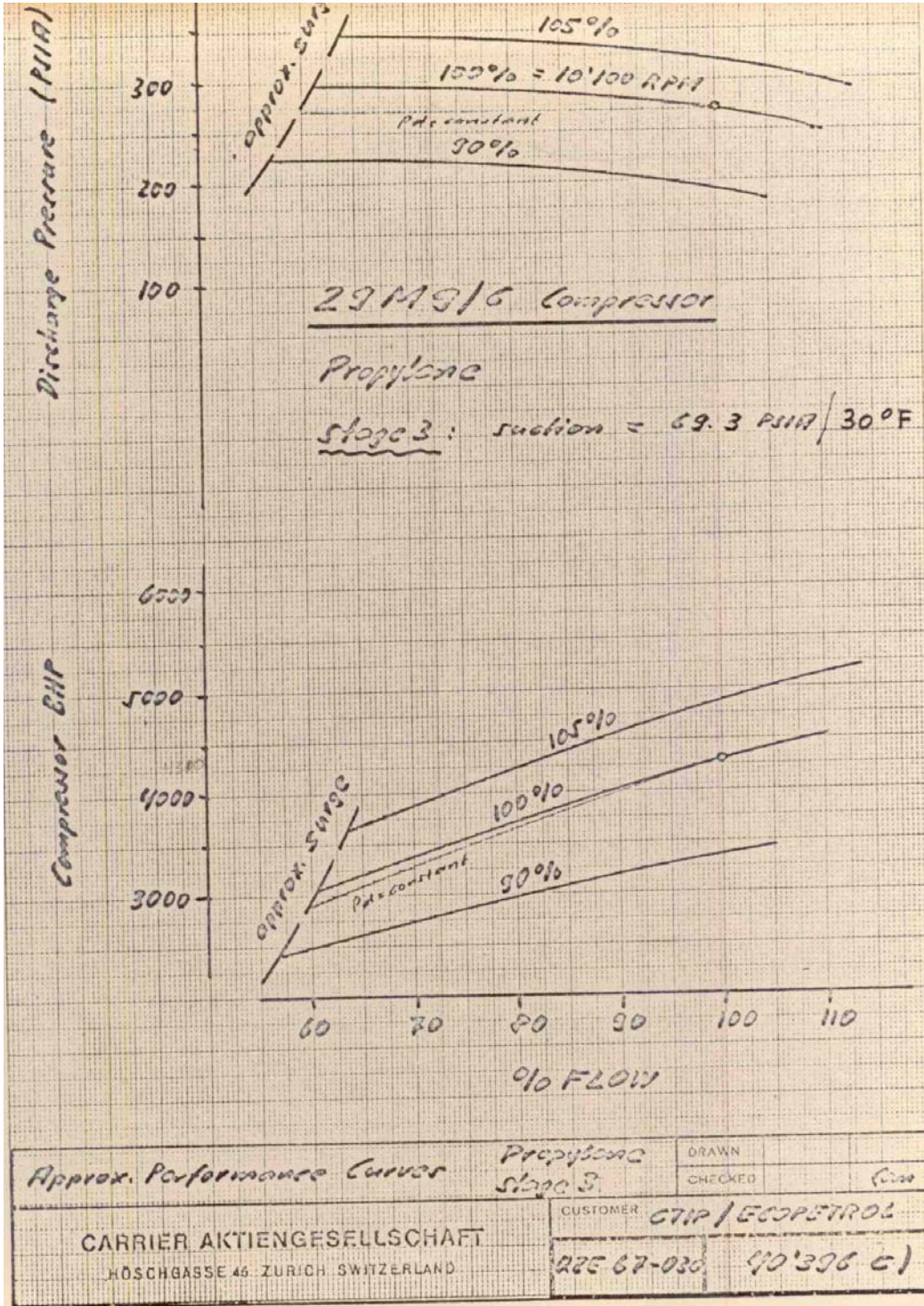
29M9/6 Compressor

Propylene

Stage 2: suction = 43.8 PSIA / 17 °F



Approx. Performance Curve	Propylene Stage 2	DRAWN	
		CHECKED	low
CARRIER AKTIENGESELLSCHAFT HÖSCHGASSE 46 ZÜRICH SWITZERLAND		CUSTOMER <u>CHP/ECOPSTROE</u>	
		<u>235 67-030</u>	<u>40'395 b)</u>



- COMPRESOR DE DIOXIDO CARBONO (CO2)

& Lubr. Oil Plant Barrancabermeja COLOMBIA		DATA SHEET FOR CENTRIFUGAL COMPRESSORS		Rev. 3	
PURCHASER <u>ECOPETROL</u>		MANUFACTURER <u>CARRIER-THOMASSEN</u>			
DESTINATION <u>COLOMBIA</u>		TYPE AND SIZE <u>3.8 M.S.</u>			
UNIT <u>MEK UNIT</u>		SERIAL NO.			
ITEM NO. <u>C-1202</u>		NO. REQUIRED <u>1</u>		QUOTE NO. <u>467-606-15</u> DATE <u>3-1-67</u>	
SERVICE <u>FLUE GAS COMPRESSOR</u>		PURCHASER ORDER NO.		DATE	
PROCESS REQUIREMENTS					
GAS HANDLED	WARM COND. (NORM. COND.)	COLD COND. (NORM. COND.)	Other Conditions		
			A	B	C
(1) (2) SEE SHEET 2	2625	2625			
BAROMETER, psia					
STD CU FT PER MIN (14.7 psia— 60 F—Dry) OR WEIGHT FLOW, lb per min					
INLET CONDITIONS					
Pressure, psia	3.0	3.0			
Temperature, deg F	35	0			
Relative Humidity, percent					
Molecular Weight (M)	47.19	44.58			
Cp/Cv (K <sub>1</sub> )	1.22	1.26			
Compressibility (Z <sub>1</sub> )	0.9982	0.998			
Inlet Volume, cfm	12120	11378			
DISCHARGE CONDITIONS					
Pressure, psia	21.0	21.0			
Temperature, deg F	316	306			
Cp/Cv (K <sub>2</sub> )	1.1826				
Compressibility (Z <sub>2</sub> )	0.9977				
HORSEPOWER REQUIRED BY DRIVER					
SPEED, rpm	558	556			
ESTIMATED SURGE, ICFM (At Speed Above)	7191	7289			
ADIABATIC HEAD (H <sub>g</sub> )					
PERFORMANCE CURVE NO.	Q731-109	40' 382 1001			
CORROSIVENESS AND REMARKS REGARDING GAS					
NOTES 1) FLUE GAS CAN CONTAIN UP TO 5 ppm OF WAX PARTICLES. 2) IN ORDER TO PREVENT WAX DEPOSITS 400 LB/HR OF WASH OIL (50/50 MIXTURE OF MEK AND TOLUENE) SHALL BE INJECTED VIA SPRAY NOZZLE IN THE SUCTION			LINE BEFORE THE COMPRESSOR NOZZLE IN ACCORDANCE WITH THOMASSEN RECOMMENDATION		

Anexo C. Data sheets de los intercambiadores de calor.

ECOPETROL PARAFFIN WAX & LUBRICATING OIL PLANT BARRANCABERMEJIA COLOMBIA		COMPAGNIA TECNICA INDUSTRIE PETROLI S. p. A. ROMA M/R E.616		JOB: 1066 D.S. 1200 E.6 REV 4	
<b>EXCHANGER SPECIFICATION SHEET</b>					
1	Service of unit	MOIST SOLVENT - F.O. FILTRATE		Item No.	E-1212
2	Size	Type	AES	Connected in	
3	Surface per unit	sqft	1342	Shells per unit	1
				Surface per shell	sqft 1342
<b>PERFORMANCE OF ONE UNIT</b>					
4				SHELL SIDE	TUBE SIDE
5	Fluid circulated			F.O. FILTRATE	MOIST SOLVENT
6	Total fluid entering	lbs/hr	Kg/hr	151,058	216,541
7	vapor	lbs/hr	Kg/hr		
8	liquid	lbs/hr	Kg/hr	151,058	216,541
9	steam	lbs/hr	Kg/hr		
10	non-condensables	lbs/hr	Kg/hr		
11	Fluid vaporized or condensed	lbs/hr	Kg/hr		
12	Steam condensed	lbs/hr	Kg/hr		
13	Gravity - liquid	°API	°API	374	373
14	Viscosity - liquid	CPS	CPS	0.7	0.6
15	Molecular weight - Vapors				
16	Specific heat - liquids	BTU/Lb°F	Cal/Kg°C		
17	Latent heat - vapors	BTU/lb	Cal/Kg		
18	Temperature in	°F	°C	81	125
19	Temperature out	°F	°C	106	108
20	Operating outlet pressure	lb/sq. in.	kg/cm <sup>2</sup>		
21	Number of passes			1	2
22	Velocity	f/sec	m/sec		
23	Pressure drop	PSI	kg/cm <sup>2</sup>	* 10-10	10-4
24	Fouling resistance (allowed)	hr. ft <sup>2</sup> °F	hr. m <sup>2</sup> °C	0.002	0.001
25	Total fouling resistance (calculated)	BTU	Cal		
		hr. ft <sup>2</sup> °F	hr. m <sup>2</sup> °C		
26	Heat exchanged - BTU/hr	Cal/hr		M.T.D. (corrected) °F 2-19	
27	Transfer rate - BTU/hr. sqft. °F	Cal/hr. m <sup>2</sup> °C	70	Clean	
<b>CONSTRUCTION</b>					
28	Design pressure	PSIG	Kg/cm <sup>2</sup> G	130	520
29	Test pressure	PSIG	Kg/cm <sup>2</sup> G	195	780
30	Design temperature	°F	°C	155	175
31	Tubes	ASTM A-214 No.	O.D. 3/4" SWG 14	Length 20'	Pitch 1" <input checked="" type="checkbox"/>
32	Shell	ASTM A-288 Gr. C FBR	LD	Thickness	
33	Shell cover	ASTM A-285 Gr. C FBR		Floating head cover	ASTM A-285 Gr. C FBR
34	Channel	ASTM A-285 Gr. C FBR		Channel cover	ASTM A-105 Gr. I
35	Tube sheets - Stationary	ASTM A-105 Gr. I		Floating	ASTM A-105 Gr. I
36	Boffle - Crds	ASTM A-288 Gr. C	Type CUT VERT.	Thickness	PITCH 7.2" %Cut 24 <input checked="" type="checkbox"/>
37	Boffle - Long		Type	Thickness	
38	Tube supports	ASTM A-288 Gr. C		Thickness	
39	Gaskets	ARMCO CLAD ASBESTOS			
40	Connections - Shell - In	6"	Out 6"	Series 150° RF	
41	Channel - In	6"	Out 6"	Series 300° RF	
42	Corrosion allowance - Shell Side	1/8"		Tube side	1/8"
43	Code requirements	ASME SECT VIII ECOPETROL DES. SPEC. EDS 8.1		TEMA Class "R"	
44	Weights - Each shell		Bundle	Full of water	
45	Notes: Indicate after each part whether stress relieved (S.R.) and whether radiographed (X-R)				
Remarks: * SIZE FOR 197,000 #/hr					
2	APRIL 18-67	REVISED AS SHOWN	4	16-3-68	REVISED AS BUILT
1	16-2-67	ISSUED FOR INQUIRY	3	AUG 1-67	ISSUED FOR ORDER
No.	DATE		ISSUE & REVISIONS		Approvals

EXCHANGER SPECIFICATION SHEET

1	Service of unit	DWD AVHE	Type	ATS (1)	Item No.	E-1213
2	Size		Shells per unit	1	Connected in	
3	Surface per unit	sqft 2110	Surface per shell	sqft 2110		

PERFORMANCE OF ONE UNIT

			SHELL SIDE	TUBE SIDE
4	Fluid circulated		ATM SOLVENT	DWD MIX
5	Total fluid entering	lbs/hr	94,406	214,159
6	vapor	lbs/hr	94,406	
7	liquid	lbs/hr		214,159
8	steam	lbs/hr		
9	non-condensables	lbs/hr		
10	Fluid evaporated or condensed	lbs/hr	39,650	
11	Steam condensed	lbs/hr		
12	Gravity - liquid	°API	39.6	33.1
13	Viscosity - liquid	CPs	-0.34	0.66 - 0.49
14	Molecular weight - Vapors	IN-OUT	78.9 - 77.3	
15	Specific heat - liquids	BTU/lb °F		
16	Latent heat - vapors	BTU/lb		
17	Temperature in	°F	212	110
18	Temperature out	°F	200	184
19	Operating outlet pressure	lb/sq. in. G	2	38
20	Number of passes		1	4
21	Velocity	ft/sec		
22	Pressure drop	PSI	1-1	15-9
23	Fouling resistance (allowed)	hr.ft.°F	0.001	0.002
24	Total fouling resistance (calculated)	hr.ft.°F		
25	Heat exchanged - BTU/hr	Cal/hr	7,590,000	
26	Transfer rate - BTU/hr. sqft. °F	Cal/hr. m² °C	75	
27	M.T.D. (corrected) °F		48	
28	Transfer rate - BTU/hr. sqft. °F	Cal/hr. m² °C	75	

CONSTRUCTION

28	Design pressure	PSIG	60	105
29	Test pressure	PSIG	90	157.5
30	Design temperature	°F	250	235
31	Tube	ASTM A 214 No.	O.D. 3/4"	BWG 14
32	Shell	ASTM A 285 Gr. C FBQ I.D.	O.D.	Length 20'
33	Shell cover	ASTM A 285 Gr. C FBQ		Pitch 15/16"
34	Channel	ASTM A 285 Gr. C FBQ		Thickness
35	Tube sheets - Stationary	ASTM A 105 Gr. I		Floating head cover ASTM A 285 Gr. C FBQ
36	Baffle - Cross	ASTM A 283 Gr. C	Type VERTICAL	Channel cover ASTM A 105 Gr. I
37	Baffle - Long		Type	Floating ASTM A 105 Gr. I
38	Tube supports	ASTM A 283 Gr. C		Thickness PITCH: 27" Cut 46
39	Gaskets	ARMCO CLAD ASBESTOS		Thickness
40	Connections - Shell - In	16"	Out 12"	Series 150" RF
41	Channel - In	6"	Out 6"	Series 150" RF
42	Corrosion allowance - Shell Side	1/8"		Tube side 1/8"
43	Code requirements	ASME SECT VIII-ED PETROL DES. SP. EDS 3-1		TEMA Class "R"
44	Weights - Each shell	Bundle		Full of water

Note: Indicate after each part whether stress relieved (S.R.) and whether radiographed (X.R.)

Remarks: (1) STACK E-1213 ABOVE E-1218

2	AUG. 1, 1967	ISSUED FOR ORDER	3	16-3-68	REVISED AS BUILT
1	APRIL 13, 1967	ISSUED FOR INQUIRY			
No.	DATE	ISSUE & REVISIONS			

<b>ECOPETROL</b> PARAFFIN WAX & LUBRICATING OIL PLANT BARRANCABERMEJA COLOMBIA		COMPAGNIA TECNICA INDUSTRIE PETROLI S. p. A. ROMA M/R E.3 B		JOB: 1066 D/S 1200 E.7 REV. 4	
EXCHANGER SPECIFICATION SHEET					
1	Service of unit <i>DWO MIX EXCHANGER</i>			Item No. <i>E-1214</i>	
2	Size	Type	AES		
3	Surface per unit <i>sqft</i>	Shells per unit	<i>1</i>		
			Surfaces per shell <i>sqft</i> <i>541</i>		
PERFORMANCE OF ONE UNIT					
4			SHELL SIDE		TUBE SIDE
5	Fluid circulated		<i>DWO PRODUCT</i>		<i>DWO MIX</i>
6	Total fluid entering	lbs/hr	<i>28,939</i>		<i>214,152</i>
7	vapor	lbs/hr			
8	liquid	lbs/hr	<i>28,939</i>		<i>214,152</i>
9	steam	lbs/hr			
10	non-condensables	lbs/hr			
11	Fluid vaporized or condensed	lbs/hr			
12	Steam condensed	lbs/hr			
13	Gravity - liquid	°API	<i>22.5</i>		<i>33.1</i>
14	Viscosity - liquid <i>IN-OUT</i>	CPG	<i>5.1/200</i>		<i>0.49/0.45</i>
15	Molecular weight - Vapors				
16	Specific heat - liquids	BTU/lb°F			
17	Latent heat - vapors	BTU/lb			
18	Temperature in	°F	<i>401</i>		<i>184</i>
19	Temperature out	°F	<i>263</i>		<i>201</i>
20	Operating outlet pressure	lb/sq. in.	<i>95</i>		<i>23</i>
21	Number of passes		<i>1</i>		<i>2</i>
22	Velocity	ft/sec			
23	Pressure drop <i>ALL-CALC.</i>	PSI	<i>15-14.2</i>		<i>15-13.9</i>
24	Fouling resistance (allowed)	hr.ft²°F/Col	<i>0.002</i>		<i>0.002</i>
25	Total fouling resistance (calculated)	hr.ft²°F/Col			
26	Heat exchanged - BTU/hr	<i>2,224,000</i>	M.T.D. (corrected) <i>27</i>		<i>125.3</i>
27	Transfer rate - BTU/hr. sqft. °F	<i>32.8</i>	Clear		
CONSTRUCTION					
28	Design pressure	PSIG	<i>175</i>		<i>105</i>
29	Test pressure	PSIG	<i>262</i>		<i>157</i>
30	Design temperature	°F	<i>450</i>		<i>255</i>
31	Tubes <i>ASTM A-119</i> No.	O.D. <i>3/4"</i>	S.W.G. <i>14</i>	Length <i>20'</i>	Pitch <i>1"</i>
32	Shell <i>ASTM A-285 Gr. C FBQ</i> S.D.	O.D.		Thickness	
33	Shell cover <i>ASTM A-285 Gr. C FBQ</i>		(SR)	Floating head cover <i>ASTM A-285 Gr. C FBQ</i>	
34	Channel <i>ASTM A-285 Gr. C FBQ (SR)</i>			Channel cover <i>ASTM A-212 Gr. B</i>	
35	Tube sheets - Stationary <i>ASTM A-212 Gr. B</i>			Floating <i>ASTM A-212 Gr. B</i>	
36	Baffle - Crts <i>ASTM A-283 Gr. C</i>	Type	<i>CUT VERT.</i>	Thickness <i>PITCH 3/28</i>	MCut <i>13</i>
37	Bohle - Long	Type		Thickness	
38	Tube supports <i>ASTM A-283 Gr. C</i>			Thickness	
39	Gaskets <i>ARMCO CLAD ASBESTOS</i>				
40	Connections - Shell - In	3"	Out	3"	Series <i>150°RF</i>
41	Channel - In	6"	Out	6"	Series <i>150°RF</i>
42	Corrosion allowance - Shell Side	<i>1/8"</i>			Tube side <i>1/8"</i>
43	Code requirements <i>ASME SECT VIII - ECOPETROL DES. SPEC EDS 3.1</i>			TEMA Class <i>"R"</i>	
44	Weights - Each shell		Bundle		Full of water
45	Note: Indicate after each part whether stress relieved (S.R.) and whether radiographed (X-R)				
Remarks: <i>PROVIDE CHEM. CLEANING CONNECTIONS</i>					
2	<i>APRIL 13-1967</i>	<i>REVISED AS SHOWN</i>	4	<i>9-3-68</i>	<i>REVISED AS BUILT</i>
1	<i>16-2-67</i>	<i>ISSUED FOR INQUIRY</i>	3	<i>MAY 23 1967</i>	<i>ISSUED FOR ORDER</i>
No.	DATE		ISSUE & REVISIONS		PER M/R'S D/S - Approvals

<b>ECOPETROL</b> PARAFFIN WAX & LUBRICATING OIL PLANT BARRANCABERMEJA COLOMBIA	COMPAGNIA TECNICA INDUSTRIE PETROLI S. p. A. R O M A M/R E.3 B	JOB: 1066 D/S 1200 E.3 REV: 3
--	--	-------------------------------------

EXCHANGER SPECIFICATION SHEET

1	Service of unit <b>DWO PRODUCT COOLER</b>	Item No. <b>E-1216</b>
2	Size	Type <b>AES</b> Connected in
3	Surface per unit <b>1288</b> sqft	Shells per unit <b>1</b> Surface per shell <b>1288</b> sqft

PERFORMANCE OF ONE UNIT.

		SHELL SIDE		TUBE SIDE
5	Fluid circulated	<b>DWO PRODUCT *</b>		<b>C.W.</b>
6	Total fluid entering	lbs/hr	<b>37,898</b>	<b>247,000</b>
7	vapor	lbs/hr		
8	liquid	lbs/hr	<b>37,898</b>	<b>247,000</b>
9	steam	lbs/hr		
10	non-condensables	lbs/hr		
11	Fluid vaporized or condensed	lbs/hr		
12	Steam condensed	lbs/hr		
13	Gravity - liquid	°API	<b>22.5</b>	
14	Viscosity - liquid <b>W - OUT</b>	CGS	<b>95/260</b>	
15	Molecular weight - Vapor			
16	Specific heat - liquids	BTU/lb°F		
17	Latent heat - vapors	BTU/lb		
18	Temperature in	°F	<b>330</b>	<b>105</b>
19	Temperature out	°F	<b>150</b>	<b>120</b>
20	Operating outlet pressure	lb/sq. in.	<b>110</b>	<b>40</b>
21	Number of passes		<b>1</b>	<b>2</b>
22	Velocity	ft/sec.		
23	Pressure drop <b>ALL - CALC.</b>	PSI	<b>15 - 5.91</b>	<b>7 - 2.66</b>
24	Fouling resistance (allowed)	hr.ft. <sup>2</sup> /°F	<b>0.002</b>	<b>0.003</b>
25	Total fouling resistance (calculated)	hr.ft. <sup>2</sup> /°F		
26	Heat exchanged - BTU/hr	<b>3,700,000</b>	M.T.D. (corrected) °F <b>102.2</b>	
27	Transfer rate - BTU/hr. sqft. °F	<b>28.1</b>	Clean	

CONSTRUCTION

28	Design pressure	PSIG	<b>175</b>	<b>100</b>
29	Test pressure	PSIG	<b>263</b>	<b>150</b>
30	Design temperature	°F	<b>380</b>	<b>170</b>
31	Tubes <b>ASTM B-111 IN. O.D. 3/4" BWG 16</b>	O.D.	<b>3/4"</b>	Length <b>20'</b> Pitch <b>1"</b>
32	Shell <b>ASTM A-285 Gr. C FBQ I.D.</b>	O.D.		Thickness
33	Shell cover <b>ASTM A-285 Gr. C FBQ</b>		<b>(SR)</b>	Floating head cover <b>ASTM A-285 Gr. C FBQ</b>
34	Channel <b>ASTM A-285 Gr. C FBQ (SR)</b>			Channel cover <b>ASTM A-212 Gr. B</b>
35	Tube sheets - stationary <b>ASTM B-171 NRB</b>			Floating <b>ASTM B-171 NRB</b>
36	Baffle - Crs <b>ASTM A-283 Gr. C</b>	Type	<b>CUT VERT.</b>	Thickness <b>PITH 4.89"</b> $\mu$ cut <b>20</b>
37	Baffle - Long	Type		Thickness
38	Tube supports <b>ASTM A-283 Gr. C</b>			Thickness
39	Gaskets <b>ARMCO CLAD ASBESTOS / BRASS CLAD ASBESTOS</b>			
40	Connections - Shell - In	<b>3"</b>	Out <b>3"</b>	Series <b>150#RF</b>
41	Channel - In	<b>6"</b>	Out <b>6"</b>	Series <b>150#RF</b>
42	Corrosion allowance - Shell Side		<b>1/8"</b>	Tube side <b>1/8"</b>
43	Code requirements <b>ASME SECT. VIII - ECOPETROL DES. SPEC</b>			TEMA Class <b>"R"</b>
44	Weights - Each shell		Bundle	Full of water

45 Notes indicate after each part whether stress relieved (S.R.) and whether radiographed (X.R.)

Remarks: \* LIGHT DISTILLATE 50/50 PAYOLA-RIOZULIA OPERATION.

2	MAY 25 1967	ISSUED FOR ORDER - REVISED AS PER MFRS D/S	
1	18-2-67	ISSUED FOR INQUIRY	3   23-3-68 REVISED AS BUILT
No.	DATE	ISSUE & REVISIONS	
			Approvals

COMPAGNIA TECNICA INDUSTRIE PETROLI S.P.A.		ROMA		1066
LUBRICATING OIL PLANT BARRANCABERMEJA COLOMBIA		M/R E-6/B		D.S. 100 E-11 REV. 3
<b>EXCHANGER SPECIFICATION SHEET</b>				
1	Service of unit	DWD DRY SOLVENT COOLER		Item No. E-1218 (1)
2	Size	Type	AJS	Connected in
3	Surface per unit	sqft	3,630	Shells per unit
				Surface per shell
				sqft
				3,630
<b>PERFORMANCE OF ONE UNIT</b>				
4				SHELL SIDE
5	Fluid circulated			TUBE SIDE
6	Total fluid entering	lbs/hr	kg/hr	ATM SOLVENT
7	vapor	lbs/hr	kg/hr	94,406
8	liquid	lbs/hr	kg/hr	54,756
9	steam	lbs/hr	kg/hr	39,650
10	non-condensables	lbs/hr	kg/hr	
11	Fluid vaporized or condensed	lbs/hr	kg/hr	54,756
12	Steam condensed	lbs/hr	kg/hr	
13	Gravity - liquid	IN-OUT	°API	°API
14	Viscosity - liquid	IN-OUT	EPS	CKS
15	Molecular weight - Vapors			
16	Specific heat - liquids		BTU/Lb °F	Cal/kg °C
17	Latent heat - vapors		BTU/lb	Cal/kg
18	Temperature in		°F	°C
19	Temperature out		°F	°C
20	Operating outlet pressure		lb/sq. in.	kg/cm <sup>2</sup>
21	Number of passes			
22	Velocity		ft/sec.	m/sec.
23	Pressure drop	ALL - CALC.	PSI	kg/cm <sup>2</sup>
24	Fouling resistance (allowed)		hr.ft <sup>2</sup> .°F	hr.m <sup>2</sup> .°C
25	Total fouling resistance (calculated)		BTU	Cal
26	Heat exchanged - BTU/hr	Cal/hr	13,063,000	M.T.D. (corrected) °F
27	Transfer rate - BTU/hr. sqft.	°F	Cal/hr. m <sup>2</sup>	°C
				60
				Clean
<b>CONSTRUCTION</b>				
28	Design pressure	PSIG	kg/cm <sup>2</sup>	35
29	Test pressure	PSIG	kg/cm <sup>2</sup>	53
30	Design temperature	°F	°C	250
31	Tube	ASTM B-111 INH. ADM. TP. B	O.D. 3/4"	BWG 16
32	Shell	ASTM A-201 Gr. B FBQ		O.D.
33	Shell cover	ASTM A-201 Gr. B FBQ		
34	Channel	ASTM A-201 Gr. B FBQ		
35	Tube sheets	Stationary ASTM B-171 NRB		
36	Baffle	Crts ASTM B-171 NRB	Type VERTICAL	
37	Baffle - Long		Type	
38	Tube supports	ASTM B-171 NRB		
39	Gaskets	ARMCO CLAD ASBESTOS / BRASS CLAD ASBESTOS		
40	Connections - Shell - In	2x10"	Out 6"	Series 150 * RF
41	Channel - In	12"	Out 12"	Series 150 * RF
42	Corrosion allowance - Shell Side	1/8"		Tube side 1/8"
43	Code requirements	ASME SECT. VIII-UCOPETROL DES. SP. EDS 3.1		TEMA Class "R"
44	Weights - Each shell		Bundle	Full of water
45	Note: Indicate after each part whether stress relieved (S.R.) and whether radiographed (X-R)			
Remarks: (1) STACK E-1213 ABOVE E-1218 - PROVIDE φ 3/4" VENT CONNECTION -				
2	AUG. 1-1967	REVISED AS SHOWN - ISSUED FOR ORDER		
1	APRIL 13-1967	ISSUED FOR INQUIRY   3   9-3-68 REVISED AS BUILT		
	DATE	ISSUE & REVISIONS		

.ECOPETROL PARAFFIN WAX & LUBRICATING OIL PLANT BARANGABERMEJA COLOMBIA		COMPAGNIA TECNICA INDUSTRIE PETROLI S. p. A. ROMA M/R E.3 C		JOB: 1066 D: 9 1200 E 9 REV: 3	
EXCHANGER SPECIFICATION SHEET					
1	Service of unit <i>PRODUCT WAX-WAX MIX EXCHANGER</i>			Plant No. <i>E-1880</i>	
2	Size	Type	Connected in		
3	Surface per unit <i>sqft</i>	<i>946</i>	Shells per unit	<i>1</i>	Surface per shell <i>sqft</i> <i>946</i>
PERFORMANCE OF ONE UNIT					
4				SHELL SIDE	TUBE SIDE
5	Fluid circulated			<i>WAX PRODUCT</i>	<i>WAX MIX</i>
6	Total fluid entering	lbs/hr	<i>kg/hr</i>	<i>21,042</i>	<i>12,026</i>
7	vapor	lbs/hr	<i>kg/hr</i>		
8	liquid	lbs/hr	<i>kg/hr</i>	<i>21,042</i>	<i>12,026</i>
9	steam	lbs/hr	<i>kg/hr</i>		
10	non-condensables	lbs/hr	<i>kg/hr</i>		
11	Fluid vaporized or condensed	lbs/hr	<i>kg/hr</i>		
12	Steam condensed	lbs/hr	<i>kg/hr</i>		
13	Gravity - liquid	"API	"API	<i>45.4</i>	<i>38.3</i>
14	Viscosity - liquid	CP	CP	<i>1.5 - 5.0</i>	<i>3.3 - 0.6</i>
15	Molecular weight - Vapors				
16	Specific heat - liquids	BTU/lb °F	Cal/kg °C		
17	Latent heat - vapors	BTU/lb	Cal/kg		
18	Temperature in	°F	°C	<i>324</i>	<i>130</i>
19	Temperature out	°F	°C	<i>160</i>	<i>160</i>
20	Operating outlet pressure	lb/sq. in. G	kg/cm <sup>2</sup> G	<i>55</i>	<i>28</i>
21	Number of passes			<i>1</i>	<i>2</i>
22	Velocity	ft/sec	m/sec		
23	Pressure drop	PSI	kg/cm <sup>2</sup>	<i>20 - 1.01</i>	<i>15 - 234</i>
24	Fouling resistance (allowed)	hr-ft <sup>2</sup> °F / BTU	hr-mg <sup>2</sup> °C / Cal	<i>0.002</i>	<i>0.002</i>
25	Total fouling resistance (calculated)	hr-ft <sup>2</sup> °F / BTU	hr-mg <sup>2</sup> °C / Cal		
26	Heat exchanged - BTU/hr	<i>1,900,000</i>		M.T.D. (corrected) °F <i>62.6</i>	
27	Transfer rate - BTU/hr. sq. ft. °F	<i>32</i>		Clean	
CONSTRUCTION					
28	Design pressure	PSIG	kg/cm <sup>2</sup> G	<i>160</i>	<i>100</i>
29	Test pressure	PSIG	kg/cm <sup>2</sup> G	<i>240</i>	<i>150</i>
30	Design temperature	°F	°C	<i>385</i>	<i>245</i>
31	Cover ASTM A-214 No.	O.D.	<i>3/4"</i>	swg <i>14</i>	length <i>20'</i>
32	Shell ASTM A-285 Gr. C FBR	I.D.	O.D.	Thickness	
33	Shell cover ASTM A-285 Gr. C FBR	Flanging head cover ASTM A-285 Gr. C FBR			
34	Channel ASTM A-285 Gr. C FBR	Channel cover ASTM A-105 Gr. I			
35	Tube sheets - Stationary ASTM A-105 Gr. I	Flouring ASTM A-105 Gr. I			
36	Tuffin - C-88 ASTM A-283 Gr. C	Type	<i>CUT VERT.</i>	Thickness	<i>PITCH 4-21</i>
37	Boiler - Long	Type		Thickness	<i>%CUT 18</i>
38	Tube supports ASTM A-283 Gr. C	Type		Thickness	
39	Gaskets ARMO CLAD ASBESTOS				
40	Connections - Shell - in	<i>3"</i>	Out	<i>3"</i>	Series <i>150#RF</i>
41	Channel - in	<i>4"</i>	Out	<i>4"</i>	Series <i>150#RF</i>
42	Corrosion allowance - Shell Side		<i>1/8"</i>	Tube side	<i>1/8"</i>
43	Code requirements	<i>ASME SECT VIII - ECOPETROL DES SPEC</i>		TEMA Class <i>"R"</i>	
44	Weight - Each shell	Bundle		Full of water	
45	Notes indicate after each part whether stress relieved (S.R.) and whether radiographed (X.R.)				
Remarks: <i>PROVIDE CHEM. CLEANING CONNECTIONS</i>					
2	<i>MAY 23-1967</i>	<i>REVISED AS SHOWN</i>			
1	<i>16-2-67</i>	<i>ISSUED FOR INQUIRY</i>		3	<i>23-3-68 REVISED AS BUILT</i>
No.	DATE	ISSUE & REVISIONS			
					Approvals

ELOPETROL PARAFFIN WAX & LUBRICATING OIL PLANT BARRANCABERMEJIA COLOMBIA		COMPAGNIA TECNICA INDUSTRIE PETROLI S. p. A R O M A M/R E.G/C		JOB 1066 Q.S. 4200 E. 23 REV. 3	
EXCHANGER SPECIFICATION SHEET					
1	Service of unit <i>PRODUCT WAX MIX PVHE</i>			Item No. <i>E-1221</i>	
2	Size	Type <i>BKU</i>	Connected in		
3	Surface per unit <i>sqft</i>	<i>2530</i> $\Delta$	Shells per unit <i>1</i>	Surface per shell <i>sqft</i> <i>2530</i> $\Delta$	
PERFORMANCE OF ONE UNIT					
4			SHELL SIDE		TUBE SIDE
5	Fluid circulated		<i>WAX MIX</i>		<i>PRESSURE VAP. SOLV.</i>
6	Total fluid entering	lbs/hr    kg/hr	<i>120,260</i>		<i>49,992</i>
7	vapor	lbs/hr    kg/hr			<i>49,992</i>
8	liquid	lbs/hr    kg/hr	<i>120,260</i>		
9	steam	lbs/hr    kg/hr			
10	non-condensables	lbs/hr    kg/hr			
11	Fluid vaporized or condensed	lbs/hr    kg/hr	<i>36,899</i>		<i>49,992</i>
12	Steam condensed	lbs/hr    kg/hr			
13	Gravity - liquid	<i>IN - OUT</i> °API    °API	<i>38.3 - 38.5</i>		<i>35.9</i>
14	Viscosity - liquid	<i>IN - OUT</i> cP    cKS    cPS	<i>0.6 - 0.5</i>		<i>0.3</i>
15	Molecular weight - Vapors		<i>78.3</i>		<i>82.5</i>
16	Specific heat - liquids	BTU/lb °F    Cal/kg °C			
17	Latent heat - vapors	BTU/lb    Cal/kg			
18	Temperature in	°F    °C	<i>162</i>		<i>325</i>
19	Temperature out	°F    °C	<i>211</i>		<i>230</i>
20	Operating outlet pressure	lb/sq. in G    kg/cm <sup>2</sup>	<i>2</i>		<i>25</i>
21	Number of passes		<i>1</i>		<i>2</i>
22	Velocity	ft/sec    m/sec			
23	Pressure drop <i>ALL - CALC.</i>	PSI    kg/cm <sup>2</sup>	<i>NEGL.</i>		<i>3 - 3</i>
24	Fouling resistance (allowed)	hr.ft <sup>2</sup> .°F    hr.mq. <sup>2</sup> .°C	<i>0.001</i>		<i>0.002</i>
25	Total fouling resistance (calculated)	BTU    Cal			
26	Heat exchanged - BTU/hr Cal/hr	<i>3,800,000</i>	M.T.D. (corrected) °F    °C		<i>79</i>
27	Transfer rate - BTU/hr sqft. °F	<i>Cal/hr m<sup>2</sup>.°C</i> <i>49</i> $\Delta$	Clean		
CONSTRUCTION					
28	Design pressure	PSIG    kg/cm <sup>2</sup> G	<i>35</i>		<i>60</i>
29	Test pressure	PSIG    kg/cm <sup>2</sup> G	<i>53</i>		<i>90</i>
30	Design temperature	°F    °C	<i>275</i>		<i>400</i>
31	Tubes <i>ASTM A-814</i> No.	O.D. <i>3/4"</i>	BWG <i>14</i>	Length <i>20'</i>	Pitch <i>1" □</i>
32	Shell <i>ASTM A-285 Gr. C FBQ</i> I.D.	O.D.	Thickness		
33	Shell cover <i>ASTM A-285 Gr. C FBQ</i>	Floating head cover			
34	Channel <i>ASTM A-285 Gr. C FBQ (BONNET TYPE)</i>	Channel cover			
35	Tube sheets - stationary <i>ASTM A-105 Gr. I</i>	Floating			
36	Baffle - <i>C</i>	Type	Thickness		
37	Boffle - Long	Type	Thickness		
38	Tube support <i>ASTM A-283 Gr. C</i>	Thickness			
39	Gaskets <i>ARMCO CLAD ASBESTOS</i>				
40	Connections - Shell - In <i>4"</i>	Out <i>1/2" G° VAP-2-10"</i>	Series <i>150° RF</i>		
41	Channel - In <i>12"</i>	Out <i>8"</i>	Series <i>150° RF</i>		
42	Corrosion allowance - Shell Side <i>1/8"</i>	Tube side <i>1/8"</i>			
43	Code requirements <i>ASME SECT. VIII ELOPETROL DES. SPEEDS 3-1</i>	TEMA Class <i>"R"</i>			
44	Weights - Each shell	Bundle	Full of water		
45	Notes: Indicate after each part whether stress relieved (S.R.) and whether radiographed (X.R.)				
Remarks:					
2	AUG. 1. 67	ISSUED FOR ORDER	3	9-3-68	REVISED AS BUILT
1	APRIL 13. 1967	ISSUED FOR INQUIRY			
No.	DATE	ISSUE & REVISIONS		Approval	

ECOPETROL PARAFFIN WAX & LUBRICATING OIL PLANT BARRANCOBERMEZ COLOMBIA		COMPAGNIA TECNICA INDUSTRIE PETROLI S. p. A. R. O. M. A. MIR E.6/C		JOB: 1066 O.S. 1200 E-20 REV. 3	
EXCHANGER SPECIFICATION SHEET					
1	Service of unit	FO. MIX AVHE (WET)		Item No.	E-1226
2	Size	Type	AJS (1)	Connected in	
3	Surface per unit	sqft	1,800	Surface per shell	sqft 1,800
PERFORMANCE OF ONE UNIT					
			SHELL SIDE		TUBE SIDE
4	Fluid circulated			MOIST SOLVENT	FOOTS OIL MIX
5	Total fluid entering	lbs/hr	Kg/hr	97,966	197,651
6	vapor	lbs/hr	Kg/hr	97,966	
7	liquid	lbs/hr	Kg/hr		197,651
8	steam	lbs/hr	Kg/hr		
9	non-condensables	lbs/hr	Kg/hr		
10	Fluid vaporized or condensed	lbs/hr	Kg/hr	52,000	
11	Steam condensed	lbs/hr	Kg/hr		
12	Gravity - liquid	°API	°API	37.1	36.7
13	Viscosity - liquid	CP-OUT	CP-INS	0.34	0.55 - 0.36
14	Molecular weight - Vapors	IN-OUT		78.8/77	
15	Specific heat - liquids	BTU/Lb°F	Cal/kg°C		
16	Latent heat - vapors	BTU/lb	Cal/kg		
17	Temperature in	°F	°C	206	85
18	Temperature out	°F	°C	199	183
19	Operating outlet pressure	lb/sq. in. G	kg/cm² G	16	38
20	Number of passes			1	4
21	Velocity	ft/sec	m/sec		
22	Pressure drop	ALL - CALC.	PSI	1-1	18-10
23	Fouling resistance (allowed)	hr.ft².°F	hr.mq.°C	0.001	0.002
24	Total fouling resistance (calculated)	BTU	Cal		
25	Heat exchanged - BTU/hr	Cal/hr		9,230,000	
26	Transfer rate - BTU/hr. sqft. °F	Cal/hr. m².°C		90	
27				M.T.D. (corrected) °F	57
28				Clean	
CONSTRUCTION					
28	Design pressure	PSIG	Kg/cm² G	60	105
29	Test pressure	PSIG	Kg/cm² G	90	157.5
30	Design temperature	°F	°C	256	230
31	Tube	ASTM A-286 No.	O.D. 3/4"	BWG 14	Length 20'
32	Shell	ASTM A-285 Gr. C FBQ I.D.	O.D.		Pitch 15/16" Δ
33	Shell cover	ASTM A-285 Gr. C FBQ			Thickness
34	Channel	ASTM A-285 Gr. C FBQ			Floating head cover ASTM A-285 Gr. C FBQ
35	Tube sheets - Stationary	ASTM A-105 Gr. I			Channel cover ASTM A-105 Gr. I
36	Baffle - Crs	ASTM A-283 Gr. C	Type VERTICAL		Floating ASTM A-105 Gr. I
37	Boiler - Long		Type		Thickness PITCH: 23.2 %Cut 48 (3)
38	Tube supports	ASTM A-283 Gr. C			Thickness
39	Gaskets	ARMCO CLAD ASBESTOS			Thickness
40	Connections - Shell - In	16"	Out 2x10" (3)		Series 150* RF
41	Channel - In	6"	Out 6"		Series 150* RF
42	Corrosion allowance - Shell Side	1/8"			Tube side 1/8"
43	Code requirements	ASME SECT. VIII-ECOPETROL DES. SP. EDS 3-1		TEMA Class	"R"
44	Weights - Each shell	Bundle			Full of water
45	Note: Indicate after each part whether stress relieved (S.R.) and whether radiographed (X-R)				
Remarks: PROVIDE CHEMICAL CLEANING CONNECTIONS - (1) STACK E-1226 ABOVE E-1232					
2	AUG. 4-1967	REVISED AS SHOWN - ISSUED FOR ORDER			
1	APRIL 13-1967	ISSUED FOR INQUIRY (3) 9-3-68 REVISED AS BUILT			
No.	DATE	ISSUE & REVISIONS			

ECOPETROL PARAFFIN WAX & LUBRICATING OIL PLANT BARRANCABERMEJA COLOMBIA		COMPAGNIA TECNICA INDUSTRIE PETROLI S. p. A R O M A M/R E. b/c		1066 1200 E-27 REV 3	
EXCHANGER SPECIFICATION SHEET					
1	Service of unit	F.O. MIX No 1 RVHE		Item No.	E-1229
2	Size	Type	N/S (INVERTED) Connected in		
3	Surface per unit	sqft	3,730	Shells per unit	1 Surface per shell sqft 3,730
PERFORMANCE OF ONE UNIT					
4	Fluid circulated			SHELL SIDE	TUBE SIDE
5	Total fluid entering	lbs/hr	Kg/hr	F.O. MIX	DRY SOLVENT
6	vapor	lbs/hr	Kg/hr	197.651	115.376
7	liquid	lbs/hr	Kg/hr	197.651	115.376
8	steam	lbs/hr	Kg/hr		
9	non-condensables	lbs/hr	Kg/hr		
10	Fluid vaporized or condensed	lbs/hr	Kg/hr	97.971	115.376
11	Steam condensed	lbs/hr	Kg/hr		
12	Gravity - liquid	IN-OUT	°API	°API	
13	Viscosity - liquid	IN-OUT	CPs	CPs	
14	Molecular weight - Vapors				
15	Specific heat - liquids		BTU/lb °F	Cal/kg °C	
16	Latent heat - vapors		BTU/lb	Cal/kg	
17	Temperature in		°F	°C	
18	Temperature out		°F	°C	
19	Operating outlet pressure		lb/sq. in	kg/cm <sup>2</sup>	
20	Number of passes				
21	Velocity		ft/sec	m/sec	
22	Pressure drop	ALL - CALC.	PSI	kg/cm <sup>2</sup>	
23	Fouling resistance (allowed)		hr.ft <sup>2</sup> .°F	hr.mq. <sup>2</sup> .°C	
24	Total fouling resistance (calculated)		BTU	Cal	
25	Heat exchanged	BTU/hr	Cal/hr		M.T.D. (corrected) °F °C
26	Transfer rate	BTU/hr. sqft. °F	Cal/hr. m <sup>2</sup> .°C		Clean
CONSTRUCTION					
27	Design pressure	PSIG	kg/cm <sup>2</sup>	75	60
28	Test pressure	PSIG	kg/cm <sup>2</sup>	112.5	90
29	Design temperature	°F	°C	260	340
30	Tubes	ASTM A-270 No.	O.D.	3/4"	DWG 14 Length 20' Pitch 1" □
31	Shell	ASTM A-285 Gr. C FBQ	I.D.		Thickness
32	Shell cover	ASTM A-285 Gr. C FBQ			Floating head cover ASTM A-285 Gr. C FBQ
33	Channel	ASTM A-285 Gr. C FBQ			Channel cover ASTM A-105 Gr. I
34	Tube sheets - Stationary	ASTM A-105 Gr. I			Floating ASTM A-105 Gr. I
35	Baffle - Crs	ASTM A-283 Gr. C	Type	VERTICAL	Thickness PITCH - 18" 1/8" 30/3
36	BoWle - Long		Type		Thickness
37	Tube supports	ASTM A-283 Gr. C			Thickness
38	Gaskets	ARMCO CLAD ASBESTOS			
39	Connections - Shell - In	6"	Out	2x12" 3	Series 150" RF
40	Channel - In	16"	Out	6"	Series 150" RF
41	Corrosion allowance - Shell Side	1/8"			Tube side 1/8"
42	Code requirements	ASME SECT VIII ECOPETROL DES-SP EDS 3-1 TEMA Class "R"			
43	Weights - Each shell	Bundle Full of water			
44	Note: Indicate after each part whether stress relieved (S.R.) and whether radiographed (X.R.)				
Remarks: PROVIDE CHEMICAL CLEANING CONNECTIONS -					
2	AUG. 1 - 1967	REVISED AS SHOWN - ISSUED FOR ORDER			
1	APRIL 13 - 1967	ISSUED FOR INQUIRY 3   9-3-68 REVISED AS BUILT			
No.	DATE	ISSUE & REVISIONS			

ECOPETROL  
PARAFFIN WAX &  
LUBRICATING OIL PLANT  
BARRANCABERMEJA  
COLOMBIA

COMPAGNIA TECNICA INDUSTRIE PETROLI S. P. A.  
ROMA  
M/R E-6/C

DD 1066  
DES 1200 E-03  
REV 3

EXCHANGER SPECIFICATION SHEET

1	Service of unit	FO. MIX VAPORIZER		Item No.	E-1231
2	Size	Type	AES	Connected in	
3	Surface per unit	sqft	1610	Shells per unit	1
				Surface per shell	sqft 1610

PERFORMANCE OF ONE UNIT

				SHELL SIDE	TUBE SIDE
				FOOTS OIL MIX	HOT OIL
4	Fluid circulated				
5	Total fluid entering	lbs/hr	Kg/hr	99,685	261,000
7	vapor	lbs/hr	Kg/hr		
8	liquid	lbs/hr	Kg/hr	99,685	261,000
9	steam	lbs/hr	Kg/hr		
10	non-condensables	lbs/hr	Kg/hr		
11	Fluid vaporized or condensed	lbs/hr	Kg/hr	96,545	
12	Steam condensed	lbs/hr	Kg/hr		
13	Gravity - liquid	IN-OUT	°API	349 - 313	2
14	Viscosity - liquid	IN-OUT	CPK CKS CPS	0.36 - 1.05	0.4 - 0.8
15	Molecular weight - vapors			83.9	
16	Specific heat - liquids		BTU/lb °F Cal/kg °C		
17	Latent heat - vapors		BTU/lb Cal/kg		
18	Temperature in		°F °C	207	650
19	Temperature out		°F °C	410	470
20	Operating outlet pressure		lb/sq. in. kg/cm²	30	
21	Number of passes			1	4
22	Velocity		f/sec m/sec		
23	Pressure drop	ALL - CALC	PSI kg/cm²	10 - 9	10 - 10
24	Fouling resistance (allowed)		hr.ft.°F BTU hr.mq.°C	0.002	0.003
25	Total fouling resistance (calculated)		BTU hr.ft.°F Cal		
26	Heat exchanged - BTU/hr Cal/hr	23,444,000			M.T.D. (corrected) °F °C 224
27	Transfer rate - BTU/hr. sqft. °F Cal/hr. m² °C	65			Clean

CONSTRUCTION

28	Design pressure	PSIG	Kg/cm²	75	130	
29	Test pressure	PSIG	Kg/cm²	112.5	195	
30	Design temperature	°F	°C	490	700	
31	Tubes	ASTM A-214 No.	O.D. 3/4"	BWG 14	Length 16' Pitch 1" □	
32	Shell	ASTM A-285 Gr. C FBQ I.D.		O.D.	Thickness	
33	Shell cover	ASTM A-285 Gr. C FBQ			Floating head cover ASTM A-285 Gr. C FBQ	
34	Channel	ASTM A-285 Gr. C FBQ			Channel cover ASTM A-105 Gr. I	
35	Tube sheets - Stationary	ASTM A-105 Gr. I			Floating ASTM A-105 Gr. I	
36	Baffle - Cross	ASTM A-283 Gr. C	Type VERTICAL		Thickness PITCH 11.4" %Cv 29	
37	Baffle - Long		Type		Thickness	
38	Tube supports	ASTM A-283 Gr. C			Thickness	
39	Gaskets	ARMCO CLAD ASBESTOS				
40	Connections - Shell - In	6"	Out 12"	Series 150" RF		
41	Channel - In	6"	Out 6"	Series 300" RF		
42	Corrosion allowance - Shell Side	1/8"		Tube side 1/8"		
43	Code requirements	ASME SECT. VIII-ECOPETROL DES. SP. EDS 3-1			TEMA Class "R"	
44	Weights - Each shell		Bundle		Full of water	
45	Notes: Indicate after each part whether stress relieved (S.R.) and whether radiographed (X.R.)					

Remarks: PROVIDE CHEMICAL CLEANING CONNECTIONS -

2	AUG. 4-1967	REVISED AS SHOWN - ISSUED FOR ORDER
1	APRIL 13-1967	ISSUED FOR INQUIRY   3   16-3-68 REVISED AS BUILT
No.	DATE	ISSUE & REVISIONS

APPROVED

ECOPETROL PARAFFIN WAX & LUBRICATING OIL PLANT BARRANCABERMEJA COLOMBIA		COMPAGNIA TECNICA INDUSTRIE PETROLI S. p. A. R O M A M/R. E-G/B		JOB 1066 D S 1200 E-23 REV 3	
EXCHANGER SPECIFICATION SHEET					
1	Service of unit	FD. PRESS SOLVENT CONDENSER		Item No. E-1234	
2	Size	Type AES		Connected in	
3	Surface per unit	sqft 1,590	Shells per unit 1	Surface per shell sqft 1,590	
PERFORMANCE OF ONE UNIT					
4	Fluid circulated			SHELL SIDE	TUBE SIDE
5	Total fluid entering	lbs/hr	Kg/hr	DRY SOLVENT	COOLING WATER
6	vapor	lbs/hr	Kg/hr	115,376	533,000
7	liquid	lbs/hr	Kg/hr	115,376	533,000
8	steam	lbs/hr	Kg/hr		
9	non-condensables	lbs/hr	Kg/hr		
10	Fluid vaporized or condensed	lbs/hr	Kg/hr		
11	Steam condensed	lbs/hr	Kg/hr		
12	Gravity - liquid	°API	°API	35.5	
13	Viscosity - liquid	IN - OUT	CPS	0.27 - 0.45	
14	Molecular weight - Vapors				
15	Specific heat - liquids	BTU/lb°F	Cal/kg°C		
16	Latent heat - vapors	BTU/lb	Cal/kg		
17	Temperature in	°F	°C	265	105
18	Temperature out	°F	°C	125	120
19	Operating outlet pressure	lb/sq. in.	kg/cmq.²	15	
20	Number of passes			1	2
21	Velocity	ft/sec	m/sec		
22	Pressure drop	ALL - CALC.	PSI	5-5	7-5
23	Fouling resistance (allowed)	hr.ft.°F	hr.mq.°C		
24	Total fouling resistance (calculated)	BTU	Cal	0.001	0.003
25	Heat exchanged	BTU/hr	Cal/hr	7,992,000	M.T.D. (corrected) °F 26-56
26	Transfer rate	BTU/hr. sqft.	°F	Cal/bc. m² °C 90	Clean
27	CONSTRUCTION				
28	Design pressure	PSIG	Kg/cm² E	60	100
29	Test pressure	PSIG	Kg/cm² E	90	150
30	Design temperature	°F	°C	315	170
31	Tubes	ASTM B-111 INN. ADM. #15	O.D. 3/4"	BWG 16	Length 16'
32	Shell	ASTM A-289 Gr. B FBG	O.D.		Thickness
33	Shell cover	ASTM A-204 Gr. B FBG			Floating head cover ASTM A-286 Gr. B FBG
34	Channel	ASTM A-286 Gr. B FBG			Channel cover ASTM A-105 Gr. I
35	Tube sheets	Stationary ASTM B-171 NRB			Floating ASTM B-171 NRB
36	Baffle	Cross ASTM B-371 NRB	Type VERTICAL.		Thickness PITCH 7.5" %CUT 23
37	BoMle - Long		Type		Thickness
38	Tube supports	ASTM B-171 NRB			Thickness
39	Gaskets	ARMCO CLAD ASBESTOS / BRASS CLAD ASBESTOS			
40	Connections - Shell - In	6"	Out 6"		Series 150" RF
41	Channel - In	8"	Out 8"		Series 150" RF
42	Corrosion allowance - Shell Side	1/8"			Tube side 1/8"
43	Code requirements	ASME SECT. VIII ECOPETROL DES. SP. EDS 3-1 TEMA Class "R"			
44	Weights - Each shell		Bundle		Full of water
45	Note: Indicate after each part whether stress relieved (S.R.) and whether radiographed (X.R.)				
Remarks: PROVIDE CHEMICAL CLEANING CONNECTIONS -					
2	AUG. 4-1967	ISSUED FOR ORDER		3	9-3-68 REVISED AS BUILT
1	APRIL 13-1967	ISSUED FOR INQUIRY			
No.	DATE	ISSUE & REVISIONS			
		APPROVAL			

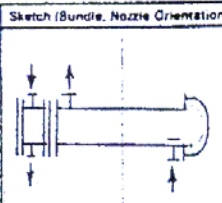
ECOPETROL PARAFFIN WAX & LUBRICATING OIL PLANT BARRANCABERMEJA COLOMBIA		COMPAGNIA TECNICA INDUSTRIE PETROLI S.p.A. R O M A H/R E-6/B		JOB 1066 D.S. 1000 E30 REV. 3	
<b>EXCHANGER SPECIFICATION SHEET</b>					
1	Service of unit	STRIPPER CONDENSER		Item No.	E-1235
2	Size	Type	AES	Connected in	
3	Surface per unit	sqft	4000	Shells per unit	1
				Surface per shell	sqft 4000
<b>PERFORMANCE OF ONE UNIT</b>					
4	Fluid circulated			SHELL SIDE	TUBE SIDE
5	Total fluid entering			SOLV. + STEAM	COOLING WATER
6	vapor	lbs/hr	Kg/hr	50,343	917,000
7	liquid	lbs/hr	Kg/hr	47,043	
8	steam	lbs/hr	Kg/hr	3,300	917,000
9	non-condensables	lbs/hr	Kg/hr		
10	Fluid vaporized or condensed	lbs/hr	Kg/hr	47,043	
11	Steam condensed	lbs/hr	Kg/hr	3,300	
12	Gravity - liquid (EXCEPT STEAM)	°API	°API	37.6	
13	Viscosity - liquid	CPs	CPs	1.0	
14	Molecular weight - Vapors (EXCEPT STEAM)			81.1	
15	Specific heat - liquids	BTU/Lb.°F	Cal/kg.°C		
16	Latent heat - vapors	BTU/lb	Cal/kg		
17	Temperature in	°F	°C	215	105
18	Temperature out	°F	°C	125	120
19	Operating outlet pressure	lb/sq. in G	kg/cm <sup>2</sup> G	1	15
20	Number of passes			1	2
21	Velocity	ft/sec	m/sec		
22	Pressure drop	PSI	kg/cm <sup>2</sup>	1-1	7-4
23	Fouling resistance (allowed)	hr.ft <sup>2</sup> .°F	hr.mq.°C		
24	Total fouling resistance (calculated)	BTU	Cal	0.002	0.003
25	Heat exchanged - BTU/hr	Cal/hr		13,750,000	
26	Transfer rate - BTU/hr. sqft. °F	Cal/hr. m <sup>2</sup> .°C		50	
27	M.T.D. (corrected) °F	°C		68.9	
28	Transfer rate - BTU/hr. sqft. °F	Cal/hr. m <sup>2</sup> .°C		50	
29	Transfer rate - BTU/hr. sqft. °F	Cal/hr. m <sup>2</sup> .°C		50	
30	Transfer rate - BTU/hr. sqft. °F	Cal/hr. m <sup>2</sup> .°C		50	
<b>CONSTRUCTION</b>					
31	Design pressure	PSIG	Kg/cm <sup>2</sup> G	60	100
32	Test pressure	PSIG	Kg/cm <sup>2</sup> G	90	150
33	Design temperature	°F	°C	265	170
34	Tube	ASTM B-111 NRB	O.D. 3/4"	BWG 16	Length 20'
35	Shell	ASTM A-204 Gr. B FBQ	O.D.		Thickness
36	Shell cover	ASTM A-204 Gr. B FBQ			Floating head cover ASTM A-204 Gr. B FBQ
37	Channel	ASTM A-204 Gr. B FBQ			Channel cover ASTM A-105 Gr. I
38	Tube sheets - Stationary	ASTM B-171 NRB			Floating ASTM B-171 NRB
39	Baffle - Cross	ASTM B-171 NRB	Type		Thickness PITCH: 25" %Cu 43/3
40	Baffle - Long		Type		Thickness
41	Tube supports	ASTM B-171 NRB			Thickness
42	Gaskets	ARMED CLAD ASBESTOS/BRASS CLAD ASBESTOS			
43	Connections - Shell	In 16"	Out 6"		Series 150# RF
44	Connections - Channel	In 10"	Out 10"		Series 150# RF
45	Corrosion allowance - Shell Side	1/8"			Tube side 1/8"
46	Code requirements	ASME SECT. VIII-ECOPETROL DES. SPLDS 3-1 TEMA Class "R"			
47	Weights - Each shell	Bundle Full of water			
48	Note:	Indicate after each part whether stress relieved (S.R.) and whether radiographed (X-R)			
Remarks: PROVIDE CHEMICAL CLEANING CONNECTIONS - PROVIDE 3/4" VENT CONNECTION					
2	DATE	AUG-1-1967 REVISED AS SHOWN - ISSUED FOR ORDER			
1	DATE	APRIL 13-67 ISSUED FOR INQUIRY   3   9-3-68 REVISED AS BUILT			
ISSUE & REVISIONS					

ECOPETROL PARAFFIN WAX & LUBRICATING OIL PLANT BARRANCABERMEJA COLOMBIA		COMPAGNIA TECNICA INDUSTRIE PETROLI S. P. A. R O M A W/R E-6/B		JOB 1066 D S 1200 E-31 REV 3	
EXCHANGER SPECIFICATION SHEET					
1	Service of unit <i>MEK CONDENSER</i>		Item No. <i>E-1236</i>		
2	Size		Type <i>AES</i>	Connected in	
3	Surface per unit <i>sqft 300</i>		Shells per unit <i>1</i>	Surface per shell <i>sqft 300</i>	
PERFORMANCE OF ONE UNIT					
4			SHELL SIDE		TUBE SIDE
5	Fluid circulated		<i>MEK &amp; STEAM</i>		<i>COOLING WATER</i>
6	Total fluid entering		<i>2212</i>		<i>47.500</i>
7	vapor		<i>1.936</i>		
8	liquid				<i>47.500</i>
9	steam		<i>276</i>		
10	non-condensables				
11	Fluid vaporized or condensed		<i>1.936</i>		
12	Steam condensed		<i>276</i>		
13	Gravity - liquid		<i>0.8 SG</i>		
14	Viscosity - liquid		<i>0.4 @ 180°F - 0.3 @ 165</i>		
15	Molecular weight - Vapors <i>IN-OUT</i>		<i>72.1 - 18</i>		
16	Specific heat - liquids		<i>BTU/Lb°F</i>		<i>Cal/kg°C</i>
17	Latent heat - vapors		<i>BTU/lb</i>		<i>Cal/kg</i>
18	Temperature in		<i>165</i>		<i>105</i>
19	Temperature out		<i>120</i>		<i>120</i>
20	Operating outlet pressure		<i>17 PSIA</i>		
21	Number of passes		<i>1</i>		<i>4</i>
22	Velocity		<i>f/sec</i>		<i>m/sec</i>
23	Pressure drop <i>ALL - CALC.</i>		<i>PSI</i>		<i>kg/cmq</i>
24	Fouling resistance (allowed)		<i>hr.ft²°F</i>		<i>hr.mq.°C</i>
25	Total fouling resistance (calculated)		<i>BTU</i>		<i>Cal</i>
26	Heat exchanged - <i>BTU/hr</i> <i>Cal/hr</i>		<i>710,000</i>		<i>M.T.D. (corrected) °F - 39.2</i>
27	Transfer rate - <i>BTU/hr. sqft. °F</i>		<i>Cal/hr. m² °C</i>		<i>60</i>
CONSTRUCTION					
28	Design pressure		<i>PSIG</i>		<i>Kg/cm² E</i>
29	Test pressure		<i>PSIG</i>		<i>Kg/cm² E</i>
30	Design temperature		<i>°F</i>		<i>°C</i>
31	Tube <i>ASTM B-111</i>		<i>O.D. 3/4" BWG 16</i>		<i>Length 16' Pitch 1" □</i>
32	Shell <i>ASTM A-106 Gr. B</i>		<i>O.D.</i>		<i>Thickness</i>
33	Shell cover <i>ASTM A-204 Gr. B</i>		<i>Floating head cover ASTM A-204 Gr. B</i>		<i>Thickness</i>
34	Channel <i>ASTM A-106 Gr. B</i>		<i>Channel cover ASTM A-105 Gr. I</i>		<i>Thickness</i>
35	Tube sheets - Stationary <i>ASTM B-171 NRB</i>		<i>Floating ASTM B-171 NRB</i>		<i>Thickness</i>
36	Baffle - Cross <i>ASTM A-106 Gr. B</i>		<i>Thickness PITCH - 26" %Cut 4" □</i>		<i>Thickness</i>
37	Bozzle - Long		<i>Thickness</i>		<i>Thickness</i>
38	Tube supports <i>ASTM A-177 NRB</i>		<i>Thickness</i>		<i>Thickness</i>
39	Gaskets <i>ARMED CLAD ASBESTOS / BRASS CLAD ASBESTOS</i>		<i>Series 150° RF</i>		<i>Series 150° RF</i>
40	Connections - Shell - In <i>8"</i>		<i>Out 4"</i>		<i>Series 150° RF</i>
41	Channel - In <i>4"</i>		<i>Out 4"</i>		<i>Series 150° RF</i>
42	Corrosion allowance - Shell Side <i>1/8"</i>		<i>Tube side 1/8"</i>		<i>Tube side 1/8"</i>
43	Code requirements <i>ASME SECT. VIII-ECOPETROL DES SPEEDS B-1</i>		<i>TEMA Class "R"</i>		<i>Full of water</i>
44	Weights - Each shell		<i>Bundle</i>		<i>Full of water</i>
45	Notes: Indicate after each part whether stress relieved (S.R.) and whether radiographed (X-R)				
Remarks: <i>PIPING SEAL TO SUBMERGE 15 TUBES. (1) PROVIDE ADDITIONAL BOTTOMS BAFFLES HEIGHT 4.1" - WIDE 6.9" - PITCH - 8.65" - PROVIDE 3/4" VENT CONNECTION -</i>					
2	<i>AUG. 4-1967</i>		<i>REVISED AS SHOWN - ISSUED FOR ORDER</i>		
1	<i>APRIL 13-1967</i>		<i>ISSUED FOR INQUIRY - 3/9-3-68 REVISED AS BUILT</i>		
No.	DATE		ISSUE & REVISIONS		Approval

TUBULAR HEAT EXCHANGER SPECIFICATION E-1245

THIS DOCUMENT CONTAINS PROPRIETARY INFORMATION BELONGING TO BADGER ENGINEERS, INC. OR ITS AFFILIATED COMPANIES AND SHALL BE USED ONLY FOR THE PURPOSE FOR WHICH IT WAS DESIGNED. NO PART SHALL BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, ELECTRONIC OR MECHANICAL, INCLUDING PHOTOCOPYING, RECORDING, OR BY ANY INFORMATION STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF BADGER ENGINEERS, INC. ANY UNAUTHORIZED USE OF THIS DOCUMENT IS PROHIBITED AND SHALL BE RETURNED UPON REQUEST.

Client		ECOPETROL		Item no.		TT-301	
Unit		TRIPLE EFFECT DWD RECOVERY		Location		BARRANCABERMEJA, COLUMBIA	
1	Service	MEDIAN PRESSURE FLASH HEATER		Mfr			
2	Size	37 X 192	Type	AES	(Hor/Vert)	Connected In	Parallel Series
3	Surf./Unit	(Gross/ Eff.) 2756	ft <sup>2</sup> Shells/Unit	1	Surf./Shell (Gross/ Eff.)	2815	ft <sup>2</sup>
PERFORMANCE OF ONE UNIT							
5	Fluid Allocation	Shell Side			Tube Side		
6	Fluid Name	LP FLASH LIQUID			HP FLASH VAPORS		
7	Fluid Quantity, Total	127,773 lb/h			54,475		
8	Vapor (In/Out)	lb/h			24,026	54,475	
9	Liquid	127,773			103,747	54,475	
10	Steam	lb/h					
11	Water	lb/h					
12	Noncondensable	lb/h					
13	Temperature	°F			210.6	271.5	361.6
14	Specific Gravity, Liquid				0.768	0.728	0.673
15	Viscosity, Liquid/Vapor	cP			0.40/0.0098	0.29/0.0099	0.15/0.0129
16	Molecular Weight, Vapor				80.4	84.0	
17	Molecular Weight, Noncondensable						
18	Specific Heat, Liquid/Vapor	Btu/lb °F			0.51/0.40	0.54/0.40	0.56/0.42
19	Thermal Conductivity, Liquid/Vapor	Btu/h.ft. °F			0.068/0.012	0.051/0.012	0.054/0.012
20	Latent Heat	Btu/lb					
21	Inlet Pressure	- (psig) (psia)			54.7	94.7	
22	Velocity	ft/s					
23	Pressure Drop, Allow/Calc.	psi			5/2	5/0.5	
24	Fouling, Resistance (Min.)	h.ft <sup>2</sup> °F/Btu			0.002	0.002	
25	Heat Exchanged	Btu/h			MTD (Connected) (Weighted)		67.40 °F
26	Transfer Rate, Service	49.24			Btu/h.ft <sup>2</sup> °F Clean		Btu/h.ft <sup>2</sup> °F
CONSTRUCTION OF ONE SHELL							
28		Shell Side			Tube Side		
29	Design Pressure	psig			75	150	
30	Design Temperature	°F			460	650	
31	No. Passes per Shell				1	2	
32	Corrosion Allowance				1/8"	1/8"	
33	Insulation	3" TLXK (BY OTHERS)			3" TLXK (BY OTHERS)		
34	Connections	In			Out		
35	Size &	6" - 150" RF			12" - 300" RF		
36	Rating	Intermediate			6" - 300" RF		
37	Tube No.	896 OD 0.75" Thk 14GA (Min/Avg)			Length	16' Pitch 1"	
38	Tube	CORROSION RESISTANT STEEL PER A-179			Tube Type	PLAIN	
39	Shell	A-285 GR.C ID 37" - OD			Shell Cover	A-285 GR.C (1) (Inlet) (Remov.)	
40	Channel	A-285 GR.C			Channel Cover	A-285 GR.C (1) (Inlet) (Remov.)	
41	Tube Sheet - Stationary	A-285 GR.C			Tube Sheet - Floating	A-285 GR.C (1)	
42	Floating Head Cover	A-285 GR.C			Impingement Protection	A-285 GR.C (1)	
43	Baffles - Cross	A-285 GR.C (1) Type VERT. SEAM			% Cut	35 Spacing 11"	
44	Baffles - Long	NOT REQUIRED			Seal Type		
45	Supports - Tube	A-285 GR.C (1) Type INLET ARCH			Fig. hd/Ubend		
46	Bypass Seal Arrangement	SEAL STRIPS			Tube - Tubesheet Joint	EXPANDED	
47	Expansion Joint	NOT REQUIRED			Design Metal Temp. Shell	°F Tube °F	
48	Gaskets Shell Side	1/2" TLX. COMP. ASME SECTION VIII			Tube Side	1/2" TLX. COMP. ASME SECTION VIII	
49		Floating Head			1/2" TLX. COMP. ASME SECTION VIII		
50	Code Requirements	ASME SECTION VIII, DIV 1 - (DESIGN) (2) TEMA Class "R"					
51	Weight/Shell	BY VENDOR			lb: Filled with Water	BY VENDOR	
52	Remarks	(1) A-515/A-516 (ALL GRADES) MAY BE SUBSTITUTED FOR A-285 GR.C					
53		(2) ASME CODE STAMP IS NOT REQUIRED					
54		(3) FABRICATOR SHALL PREPARE SURFACES FOR PAINTING PER SPEC. 6 & PAINT WITH STANDARD SHOP PRIMER					



DATE / APP / CLIENT / APPROVAL / DESCRIPTION / ISSUE

TUBULAR HEAT EXCHANGER SPECIFICATION

E-1246

THIS DOCUMENT CONTAINS PROPRIETARY INFORMATION BELONGING TO BADGER ENGINEERS, INC. FOR THE PURPOSE FOR WHICH IT WAS SUPPLIED. IT SHALL NOT BE COPIED, REPRODUCED OR OTHERWISE USED, NOR SHALL SUCH INFORMATION BE CONTINUED IN ANY OTHER FORM, WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF BADGER ENGINEERS, INC. AND SHALL BE RETURNED UPON REQUEST.

Client: **ECOPETROL** Item no: **TT-302**

Unit: **TRIPLE EFFECT DWD RECOVERY** Location: **BARRAKABER MEJA, COLUMBIA**

1 Service: **M.P. FLASH TRIM HEATER** Mtr  
 2 Size: **19 X 144** Type: **AES** (Hor/Vert) Connected In Parallel Series  
 3 Surf. Unit (Gross/Eff): **288.9** H<sup>2</sup> Shells/Unit: **1** Surf/Shell (Gross/Eff): **297** H<sup>2</sup>

PERFORMANCE OF ONE UNIT				
		Shell Side	Tube Side	
5 Fluid Allocation				
6 Fluid Name		LP FLASH LIQUID	STEAM	
7 Fluid Quantity, Total	lb/h	127,773	2,700	
8 Vapor (In/Out)	lb/h	24,026 / 40,768	2,700	
9 Liquid	lb/h	103,747	87,005	
10 Steam	lb/h		2,700	
11 Water	lb/h			
12 Noncondensable	lb/h			
13 Temperature	°F	291.5	287.0	365 / 365
14 Specific Gravity, Liquid		0.728	0.737	
15 Viscosity, Liquid/Vapor	cP	0.29/0.099	0.31/0.099	
16 Molecular Weight, Vapor		80.4	80.9	
17 Molecular Weight, Noncondensable				
18 Specific Heat, Liquid/Vapor	Btu/lb °F	0.54/0.40	0.54/0.40	
19 Thermal Conductivity, Liquid/Vapor	Btu/h.ft.°F	0.06/0.012	0.06/0.012	
20 Latent Heat	Btu/lb			
21 Inlet Pressure	psig (psia)	49.7	164.7	
22 Velocity	ft/s			
23 Pressure Drop, Allow/Calc.	psi	5/4.5	2/0.2	
24 Fouling, Resistance (Min.)	h.ft.°F/Btu	0.002	0.001	
25 Heat Exchanged	Btu/h	2,314,000	MTD (Guaranteed) (Weighted) 71.98 °F	
26 Transfer Rate, Service	Btu/h.ft.°F Clean	111.28	Btu/h.ft.°F	

CONSTRUCTION OF ONE SHELL

	Shell Side	Tube Side	Sketch (Bundle, Nozzle Orientation)
28			
29 Design Pressure	psig: 75	175	
30 Design Temperature	°F: 460	400	
31 No. Passes per Shell	1	2	
32 Corrosion Allowance	1/8"	1/2"	
33 Insulation	3" TIK (BY OTHERS)	3" TIK (BY OTHERS)	
34 Connections	12" 150° RF	3" 150° RF	
35 Size & Rating	14" 150° RF	13" 150° RF	

DATE:   
 APPROVAL:   
 DESCRIPTION:   
 ISSUE:

IF REVISED AS NOTED I FOR CLIENT APPROVAL

37 Tube No.	126	OD	3/4"	Thk	AGA (Min/Max)	Length	12'	Pitch	1"	30 60 90 45
38 Tube	CARBON STEEL PER A-179 (1) Tube Type PLAIN									
39 Shell	ID	19.25" OD								
40 Channel	A-289 GRC									
41 Tubesheet - Stationary	A-289 GRC									
42 Floating Head Cover	A-289 GRC									
43 Baffles - Cross	A-289 GRC Type VERT SEAM NTW % Cut 23 Spacing 18"									
44 Baffles - Long	NOT REQUIRED									
45 Supports - Tube	A-289 GRC (1) Type FULL BETWEEN EACH BAFFLE Flg. hd/Ubend									
46 Bypass Seal Arrangement	SEAL STRIPS Tube - Tubesheet Joint EXPANDED									
47 Expansion Joint	NOT REQUIRED Design Metal Temp. Shell °F Tube °F									
48 Gaskets Shell Side	1/8" TIK COMP. NESTOS Tube Side 1/8" TIK COMP. NESTOS									
49	Floating Head 1/8" TIK COMP. NESTOS									
50 Code Requirements	ASME SECTION VIII DIV. 1 (DESIGN) (2) TEMA Class "R"									
51 Weight/Shell	BY VENDOR lb: Filled with Water BY VENDOR lb: Bundle									
52 Remarks	(1) 5.5.15.1 A-289 (ALL GRADES) MAY BE SUBSTITUTED FOR A-289 GRC									
53	(2) ASME CODE STAMP IS NOT REQUIRED									
54	(3) FABRICATOR SHALL PROVIDE SURFACE FOR PAINTING PER SPEC-C &									
55	PAINT WITH STANDARD SHOP COILER									

UE(1)-T1  
10-78

BADGER ENGINEERS, INC.

ISSUE

DATE: 1-20-88

SHEET OF

2 B SPE-4541-T-302

Anexo D. Formato para evaluación de los intercambiadores de calor.

INTERCAMBIADOR	servicio	FORMATO PARA EVALUACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR									
		LADO TUBO			LADO CASCO						
		FLUJO	TEMP. ENTRADA	TEMP. SALIDA	PRESSION ENT.	PRESSION SAL.	FLUJO	TEMP. ENTRADA	TEMP. SALIDA	PRESSION ENT.	PRESSION SAL.
E-1212	Site seco Limpio con Residual	—	100	110	280	—	310	64	96	—	—
E-1213	Over T ste con vapores de site	267	80	77	—	—	780	191	180	—	—
E-1214	Wys. calentamiento Interle A/C	109	181	200	—	—	40	300	190	—	—
E-1215	Operat. de lavado Wyg. con Duro de E-1214	—	246	236	—	—	745	190	195	—	—
E-1216	Wapores ste con H2O	1622	94	99	—	—	40	178	99	—	—
E-1218	Extrador de Cera con H2O	245	120	140	—	—	40	173	106	—	—
E-1220	Wapores de E-1222 con la 9 de E-1222	—	312	187	—	—	300	209	206	—	—
E-1221	Residual de E-1222 con vapores de site	375	94	137	—	—	—	197	192	—	—
E-1226	Residual de E-1222 con vapores de site	239	198	200	—	—	16	291	173	—	—
E-1228	Residual E-1228 con Vapores	278	258	236	—	—	—	199	201	—	—
E-1229	Duro T-1205A con A/C	—	569	490	—	—	186	213	378	—	—
E-1231	Site seco con H2O calentamiento	800	91	107	—	—	—	141	80	—	—
E-1234	Wapores de T-1261 con H2O	—	79	84	—	—	—	190	230	—	—
E-1235	Vapores T-282 con H2O	—	80	82	—	—	—	162	101	—	—
E-1245	Wapores de H2O y Despurificad	—	220	413	—	—	490	190	230	—	—
E-1246	Wapores de H2O y Despurificad	—	255	312	—	—	550	255	218	—	—

**Anexo E.** Lista de variables criticas seleccionadas de la Planta de Parafinas y Fenol.

<b>TAG-PI</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>	<b>VO Alta</b>	<b>VO Baja</b>	<b>GC Alta</b>
U1200-FI12621	Flujo P-1202	BPH	750	323	700
U1200-FT_12170	Flujo P-1203	BPH	1120	224	1026
U1200-FT_12140	Flujo P-1212	BPH	470	120	450
U1200-FI_12162A	Flujo P-1214	BPH	94	86	92
U1200-FT_12139	Flujo P-1215	BPH	386	350	376
U1200-FI_12161A	Flujo P-1216	BPH	50	11	37
U1200-FI12672	Flujo P-1251A	BPH	561	168	514
U1200-FI12673	Flujo P-1251B	BPH	561	168	514
U1200-FI12674	Flujo P-1252A	BPH	454	86	416
U1200-FI12675	Flujo P-1252B	BPH	454	86	416
U1200-FI12676	Flujo P-1253A	BPH	372	86	341
U1200-FI12677	Flujo P-1253B	BPH	372	86	341
U1200-FI-12670	Flujo P-1254	BPH	1633	382	1496
U1200-FI-12669	Flujo P-1255	BPH	966	287	886
U1200-FI-12671	Flujo P-1256	BPH	720	139	660

DESCRIPCION	TAG NO	UNIDAD	RAZÓN		TIPO	
			Min	Máx.		
<b><u>C-1101/02 A/B</u></b>						
Flujo	U1120-FR-11002	PCEH	90000	120000	Condición normal de operación	GCO
		PCEH	80000	153500	Mínimo flujo permisible a U-1120/Máximo flujo de diseño	VO
Presión de succión de la primera etapa	PRC-11001	psig	200	230	Condición Normal de Operación	GCO
Temperatura de succión de la primera etapa	TI LOCAL	°F	90	120	Condición Normal de Operación	GCO
Presión de descarga de la primera etapa	PRC-11003	psig	620	700	Condición Normal de Operación	GCO
				713	Máxima presión de diseño	VO
Temperatura de descarga de la primera etapa	TI LOCAL	°F	270	290	Condición Normal de Operación	GCO
				320	Máxima temperatura de diseño	VO
Presión de succión de la segunda etapa	PRC-11003	psig	650	700	Condición Normal de Operación	GCO
Temperatura de succión de la segunda etapa	TI LOCAL	°F	90	105	Condición Normal de Operación	GCO
				125	Baja transferencia de calor	VO
Presión de descarga de la segunda etapa	PI LOCAL	psig	1450	1600	Condición Normal de Operación	GCO
Temperatura de descarga de la segunda etapa	TI LOCAL	°F	230	260	Condición Normal de Operación	GCO
				280	Máxima temperatura de diseño	VO
Presión de succión	PI	PSIG	650	700	Condición Normal	GCO

de reciclo	LOCAL				de Operación	
Temperatura de succión de reciclo	TI LOCAL	°F	150	165	Condición Normal de Operación	GCO
Presión de descarga de la reciclo	PRC-11002	PSIG	1450	1550	Condición Normal de Operación	GCO
				1750	Máxima presión de descarga por diseño	VO
Temperatura de descarga de reciclo	TI LOCAL	°F	165	170	Condición Normal de Operación	GCO
				250	Máxima temperatura de diseño	VO
Presión de aceite de lubricación a chumaceras	PI LOCAL	PSIG	40	70	Condición Normal de Operación	GCO
			20	80	Confiability del equipo	VO
Presión Diferencial de lubricación del carter	PI LOCAL	PSIG	3	5	Confiability operativa, integridad del equipo	VO
				15	Confiability operativa, integridad del equipo	GCO
Temperatura de entrada de aceite de lubricación al carter	TI LOCAL	°F	110	120	Confiability operativa, integridad del equipo	GCO
				145	Confiability operativa, integridad del equipo	VO
Nivel del carter	LI LOCAL	%	30	60	Confiability operativa, integridad del equipo	GCO
			25	75	Confiability operativa, integridad del equipo	VO

<b>PUNTOS CRITICOS DE CONTROL</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Tag No</b>	<b>Unidad</b>			<b>Razón</b>	<b>Tipo</b>
<b>C-1201</b>			Min	Máx.		
<b>Flujo succión primera etapa</b>	U1200-FT_12144	KPCEH	300	450	Flujo normal	GCO
				580	Flujo diseño	VO
<b>Flujo succión segunda etapa</b>	U1200-FT_12145	KPCEH	300	600	Flujo normal	GCO
				1160	Flujo diseño	VO
<b>Flujo succión tercera etapa</b>	U1200-FT_12146	KPCEH	500	700	Flujo normal	GCO
				2523	Flujo diseño	VO
<b>Flujo descarga</b>	U1200-FR_12163	KPCEH	1500	1800	Flujo normal	GCO
				2530	Flujo diseño	VO
<b>Peso molecular del gas</b>	NA	g/mol		42.08	Valor normal	GCO
<b>Presión de succión</b>	U1200-PI_12138	psig	27		Valor normal	GCO
			13		Mínima diseño	VO
<b>Temperatura de succión I ETAPA</b>	U1200-TT_12126	°F	-15		Valor normal	GCO
<b>Temperatura de succión II ETAPA</b>	U1200-TT_12127	°F	17		Valor normal	GCO
<b>Temperatura de succión III ETAPA</b>	U1200-TT_12128	°F	30		Valor normal	GCO
<b>Temperatura de descarga</b>	U1200-TT_12128	°F	30		Valor normal	GCO
<b>Presión de descarga</b>	U1200-PI_12141	psig	257		Valor diseño	GCO
<b>Potencia absorbida</b>	NA	BHP	4820	5240	valor normal	GCO
<b>Velocidad normal</b>	TRISEN	RPM	9600	10100	Valor normal	GCO
				10600	Máxima velocidad continua	VO

<b>Presión del vapor de alimentación a la turbina</b>	PI-LOCAL	psig	420		Valor diseño	GCO
			400	450	Valor normal	VO
<b>Temperatura del vapor de alimentación</b>	TI-LOCAL	°F	720		Valor normal	GCO
			700	750	Valor diseño	VO
<b>Flujo de vapor de 400 psig</b>	U1200-FI_12165	LPH	30000	40000	Valor normal	GCO
				60000	Máximo diseño	VO
<b>Presión del vapor a la salida</b>	U1200-PI_C1201	IN HG	18	24	valor normal operación	GCO
			12	26	Evitar altos consumos de vapor de 400 psig y daño mecánico sobre el compresor	VO
<b>Vibración radial del compresor lado acople V</b>		mils		4	Evitar daños por alta vibración	VO
		mils		4	Evitar daños por alta vibración	VO
<b>Vibración radial del compresor lado empuje V</b>		mils		4	Evitar daños por alta vibración	VO
		mils		4	Evitar daños por alta vibración	VO
<b>Vibración radial de la turbina lado acople V</b>		mils		4	Evitar daños por alta vibración	VO
		mils		4	Evitar daños por alta vibración	VO
<b>Vibración radial de la turbina lado empuje V</b>		mils		4	Evitar daños por alta vibración	VO
		mils		20	Evitar daños por alta vibración	VO
<b>Desplazamiento Axial de la turbina</b>		mils		20	Evitar daños por alta vibración	VO

<b>C-1202</b>						
<b>Flujo</b>	U1200-FT_12142	KPCEH	80	95	Flujo normal	GCO
				157	Flujo diseño	VO
<b>Peso molecular del gas</b>	NA	g/mol		47.9	Valor normal	GCO
<b>Presión de succión</b>	U1200-PT_12107	psig	-8	0	Valor normal	GCO
			-11.7		Valor diseño	VO
<b>Temperatura de succión</b>	TI-LOCAL	°F	0	35	Valor normal	GCO
<b>Presión de descarga</b>	U1200-PI_12147	psia	21		Valor diseño	GCO
<b>Potencia absorbida</b>	NA	BHP	556	558	valor normal	GCO
<b>Velocidad normal</b>	NE	RPM	7191	7289	Valor normal	GCO
				7560	Máxima velocidad continua	VO
<b>Presión del vapor de alimentación a la turbina</b>	PI-LOCAL	psig	420		Valor diseño	GCO
			400	450	Valor normal	VO
<b>Temperatura del vapor de alimentación</b>	TI-LOCAL	°F	720		Valor normal	GCO
			700	750	Valor diseño	VO
<b>Presión del vapor a la salida</b>	U1200-PI_C1202	psig	60	85	valor normal operación	GCO
<b>Vibración radial del compresor lado acople V</b>		mils		4	Evitar daños por alta vibración	VO
		mils		4	Evitar daños por alta vibración	VO
<b>Vibración radial del compresor lado empuje V</b>		mils		4	Evitar daños por alta vibración	VO
		mils		4	Evitar daños por alta vibración	VO
<b>Vibración radial de la turbina lado acople V</b>		mils		4	Evitar daños por alta vibración	VO
		mils		4	Evitar daños por	VO

					alta vibración	
<b>Vibración radial de la turbina lado empuje V</b>		mils		4	Evitar daños por alta vibración	VO
		mils		20	Evitar daños por alta vibración	VO
<b>Desplazamiento Axial de la turbina</b>		mils		20	Evitar daños por alta vibración	VO

### PUNTOS CRITICOS DE CONTROL

Descripción	Tag No	Unidad			Razón	Tipo
			Min	Max		
<b>Presión de diseño lado casco</b>	E1221	PSIG		35	Presión de diseño del tambor	GCO
<b>Temperatura de diseño tubos</b>	E1221	°F		400	Temperatura de diseño lado tubos	GCO
<b>Temperatura de diseño casco</b>	E1221	°F		275	Temperatura de diseño	GCO
<b>Temperatura salida lado casco</b>	E1221	°F		211	Temperatura diseño salida de producto hacia bombas SP1213A-B	VO
<b>E-1222 temperatura de salida carga</b>	U1200-TT_12124	°F	315		Evitar bajas ratas de vaporización y acumulación de solvente sobrecargando el sistema	GCO
<b>Presión de diseño lado casco</b>	E1223	PSIG		60	Presión de diseño del tambor lado casco	GCO
<b>Temperatura de diseño tubos</b>	E1223	°F		600	Temperatura de diseño lado tubos	GCO

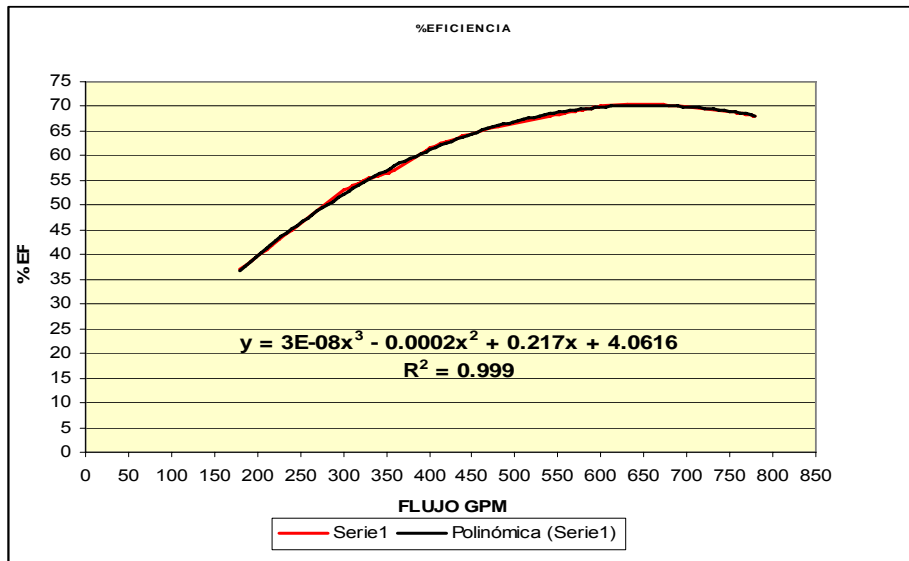
<b>Temperatura de diseño casco</b>	E1223	°F		400	Temperatura de diseño	GCO
<b>Temperatura salida lado casco</b>	E1223	°F		350	Temperatura diseño salida de producto lado casco	VO
<b>E-1223 temperatura de salida carga</b>	U1200-TT_12125	°F	335		Evitar bajas ratas de vaporización y acumulación de solvente sobrecargando el sistema	VO
<b>E-1212</b>	U1200-FT_12130	BHP	200	400	Valor diseño	GCO
<b>E-1213</b>	U1200-FI12620	BHP	100	200	Valor diseño	GCO
<b>E-1214</b>	U1200-FI_12160A	BHP	90		Valor diseño	GCO
<b>E-1215</b>	U1200-FIC12612	BHP	750	810	Valor diseño	GCO
<b>E-1216</b>	U1200-FI_12160A	BHP	100		Valor diseño	GCO
<b>E-1218</b>	U1200-FI12620	BHP		300	Valor diseño	GCO
<b>E-1220</b>	U1200-FI_12162A	BHP	30		Valor diseño	GCO
<b>E-1221</b>	U1200-FT_12140	BHP	120		Valor diseño	GCO
<b>E-1226</b>	U1200-FT_12130	BHP	197.65		Valor diseño	GCO
<b>E-1228</b>	U1200-FT_12130	BHP	207.575		Valor diseño	GCO

Anexo F: Carta de datos del operador de tratamientos.

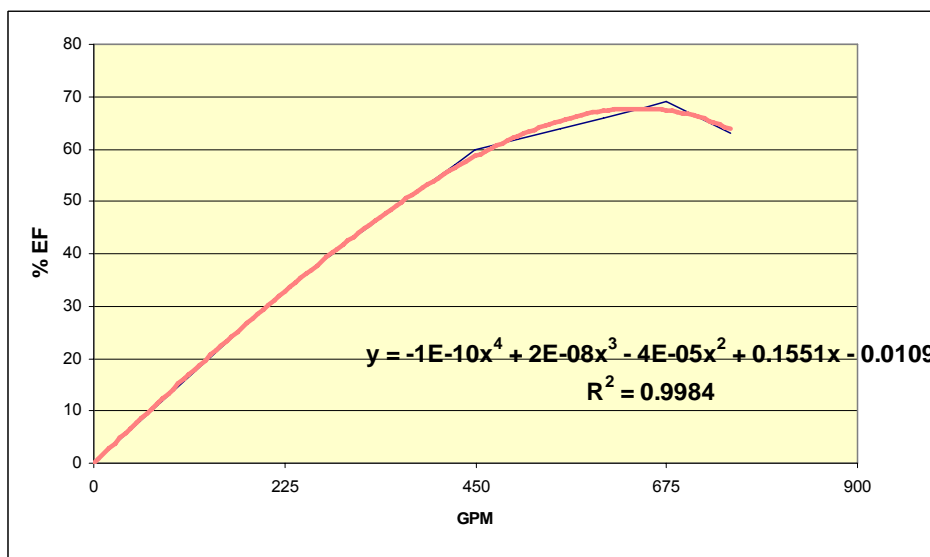
EMPRESA COLOMBIANA DE PETROLEOS CORPORACION ECPETROL		EMPRESA COLOMBIANA DE PETROLEOS COORDINACION DE PARAFINAS CARTA DE DATOS OPERADOR TRATAMIENTOS.					FECHA: MAYO 11/07						
OPERADOR TURNO	A	OPERADOR TURNO	B	OPERADOR TURNO	C	Guía de control							
H. Pacheco	HUBO ARIAS	CINOCARLO P. F.			7:AM	11: AM	3: PM	7: PM	11PM	3:AM	Mínimo	Máximo	
GCB-PPQ-PAR-F-012													
COMPRESOR C-1101 A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>													
I ETAPA											TEMP. VALVULAS		
Presión Succión (psi)	225	225	225	225	225	225	175	250	TURNO A				
Presión Descarga (psi)	675	675	670	670	670	670	550	713	VALVULA	SUCCION	DESCARGA		
Temp.Succión Cilindro 1 y 2 (°F)	94	98	100	100	98	98	90	110	V1	103	197		
Temp.Succión Cilindro 3 y 4 (°F)	90	95	100	100	98	98	90	110	V2	99	238		
Temp.Descarga Cilindro 1 y 2 (°F)	270	275	271	272	275	275		300	V3	92	255		
Temp.Descarga Cilindro 3 y 4 (°F)	290	292	269	270	295	295		300	V4	95	252		
Relación de compresión	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	2,9		2.5	V5	97	209		
II ETAPA											V6	98	213
Presión Succión (psi)	655	655	655	655	655	655	540	700	V7	109	131		
Presión Descarga (psi)	1620	1620	1620	1610	1610	1610	1400	1600	V8	108	134		
Temp. Succión (°F)	94	95	98	98	100	100	90	110	TEMP. VALVULAS				
Temp. Descarga (°F)	156	160	207*	160	160	160		250	TURNO B				
Relación de compresión	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4		2.5	VALVULA	SUCCION	DESCARGA		
RECICLO											V1	117	195
Presión Succión (psi)	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1350		V2	110	209		
Presión Descarga (psi)	1620	1610	1610	1610	1610	1610	1400	1750	V3	103	255		
Temp.Succión (°F)	94	120	121	120	120	120		175	V4	103	247		
Temp. Descarga (°F)	156	145	136	136	135	135		195	V5	102	195		
Relación de compresión	1,1	1,1	1,11	1,11	1,11	1,11		1.1	V6	103	183		
ACEITE LUBRICACION CARTER											V7	119	137
Presión ANTES FILTRO (psi)	54	53	52	52	52	52	40	70	V8	119	141		
Presión DESPUES ENFRIADOR (psi)	47	46	47	46	46	47	40	70	TEMP. VALVULAS				
Temp. ANTES FILTRO (°F)	118	119	129	122	122	122		140	TURNO C				
Temp. DESPUES ENFRIADOR (°F)	0	0	0	0	0	0		140	VALVULA	SUCCION	DESCARGA		
Aceite lubricación cilindros(LUBRIQUIP)											V1	110	194
Flujo (pintas/día)	1450	10,95	1989	11,14	11,12	11,12	8	12	V2	106	233		
Presión descarga bomba (psi)	1450	1450	1350	1400	1400	1400	1200	2500	V3	97	248		
TEMPERATURA AGUA CILINDROS											V4	98	242
I ETAPA (1-2-3 y 4) ENTRADA	86	88	88	88	88	88		90	V5	100	192		
I ETAPA (1-2) SALIDA	105	108	110	110	110	108		120	V6	110	194		
I ETAPA (3-4) SALIDA	140	142	120	120	125	125		120	V7	110	194		
AMPERIOS	37	36	36	36	36	36		57	V8	110	194		
% CARGA (II ETAPA)	75%	75%	75%	75%	75%	75%			TEMP. VALVULAS				
% CARGA (RECICLO)	100%	100%	100%	100%	100%	100%			TURNO A				
DIFERENCIAL F-1101 (psi)	2,1	2,2	2,6	2,6	2,6	2,6		5	TURNO B				
DIFERENCIAL F-1103 (psi)	7,2	6,8	7,0	7,1	7,1	7,1		5	TURNO C				

Anexo G. Gráficas curvas características de las bombas.

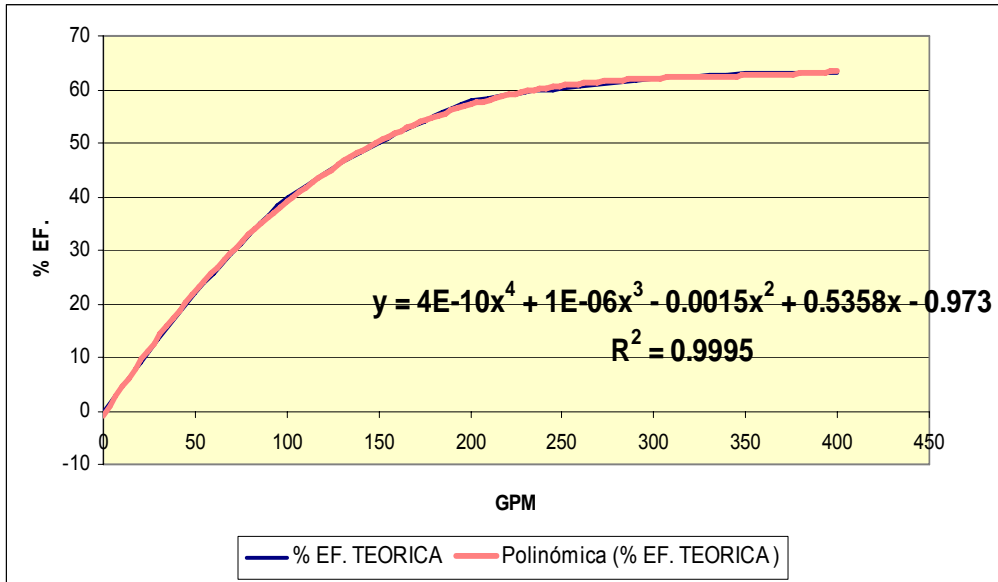
➤ Bomba P-1202 A/B



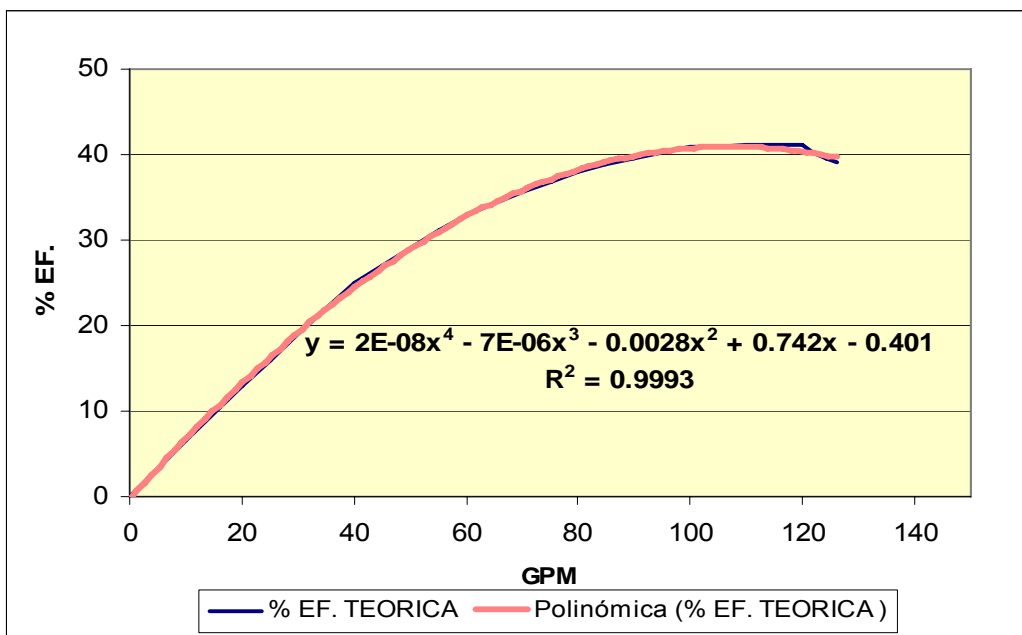
➤ Bomba P-1203 A/B



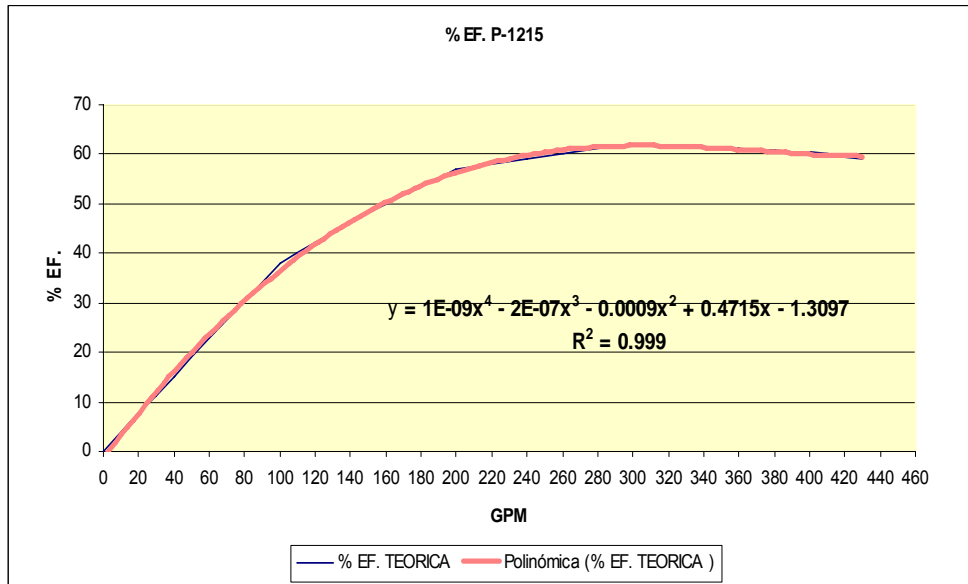
➤ **Bomba P-1212A/B**



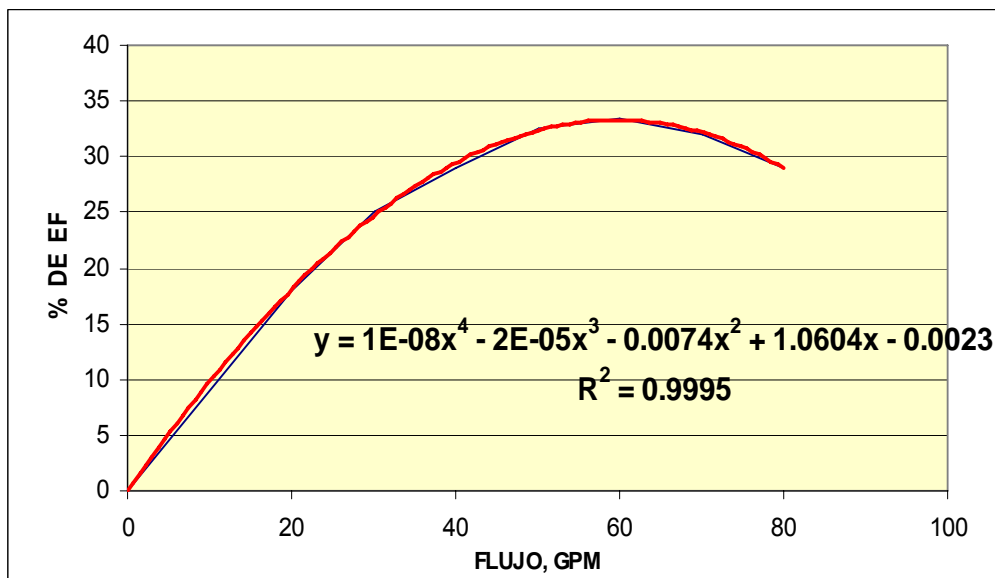
➤ **Bomba P-1214A/B**



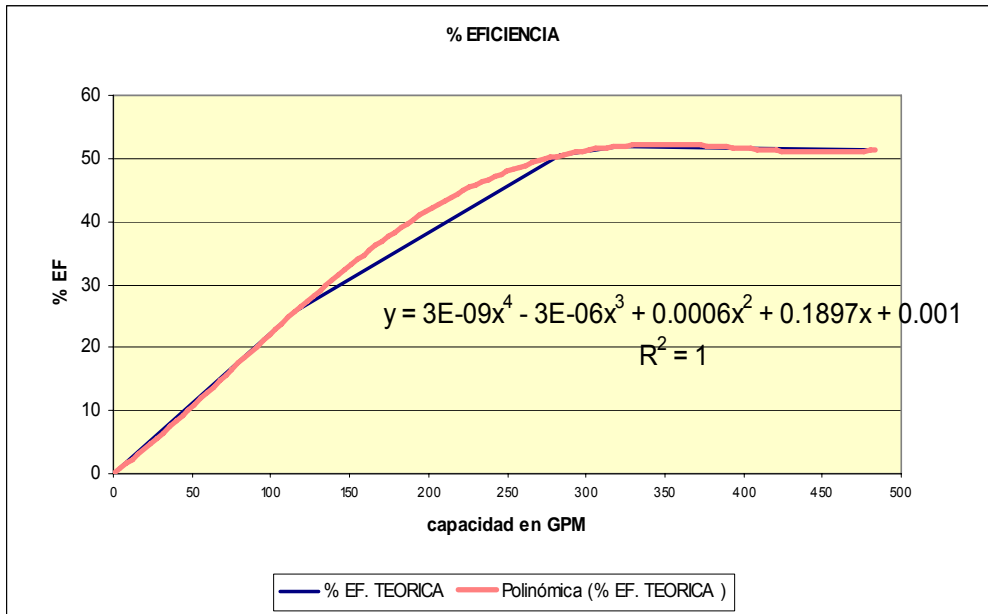
➤ **Bomba P-1215A/B**



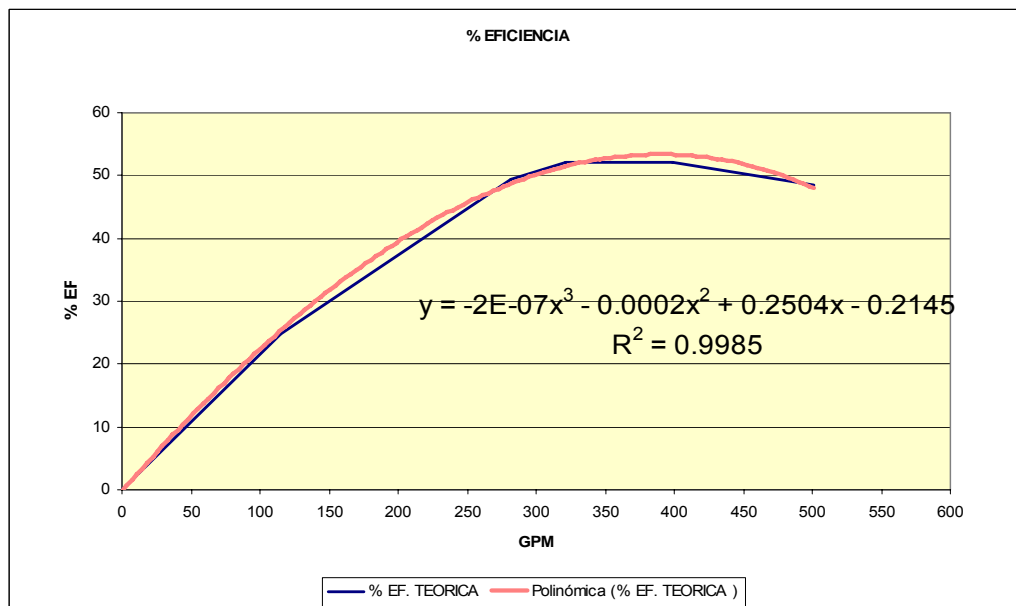
➤ **Bomba P-1216A/B**



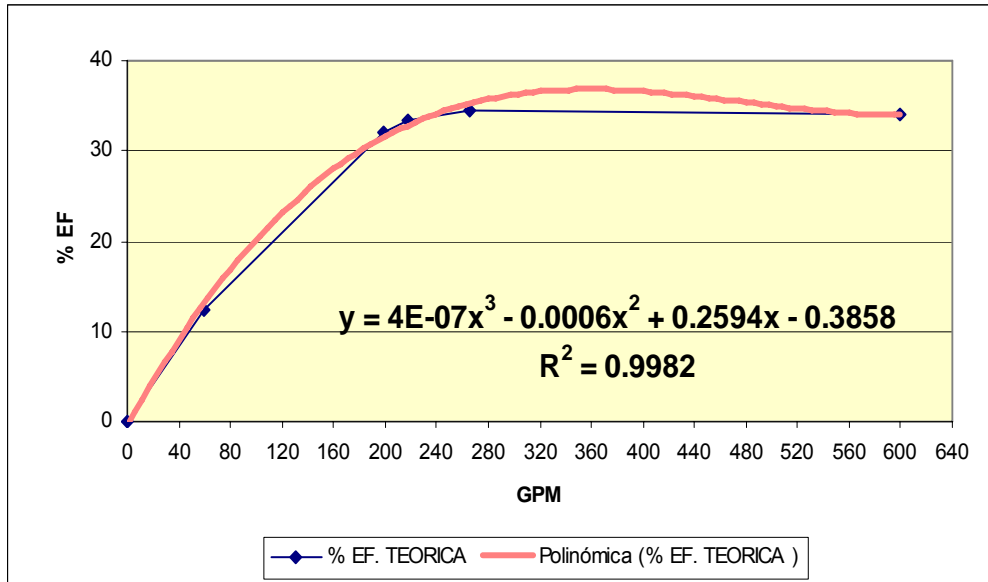
➤ **Bomba P-1251 A**



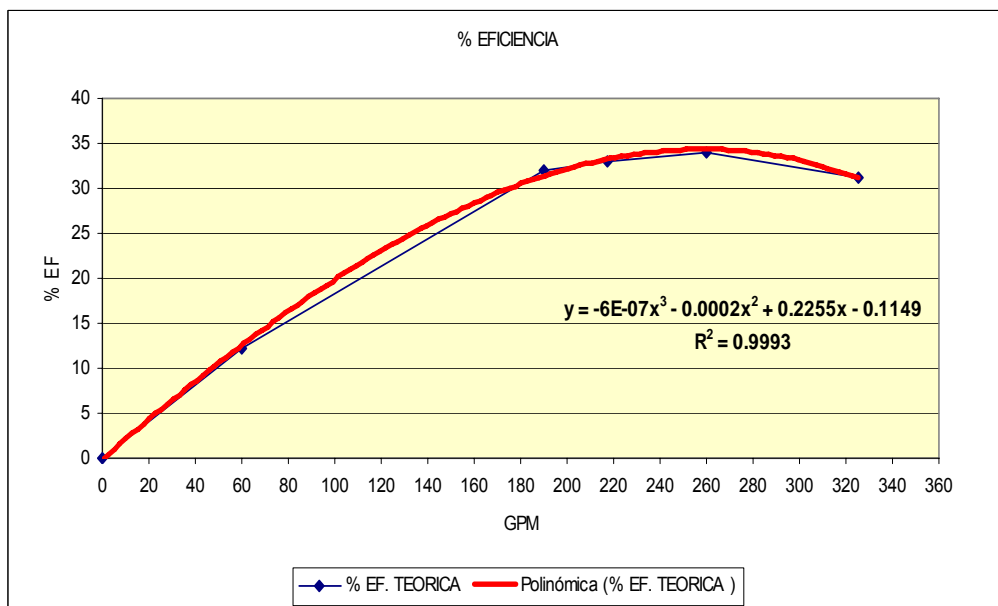
➤ **Bomba P-1251 B**



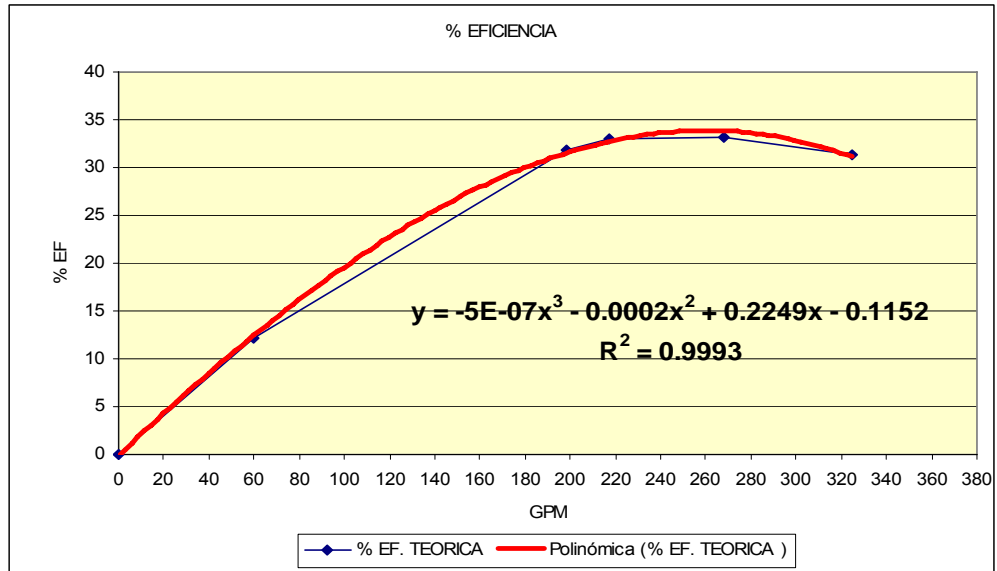
➤ **Bomba P-1252 A**



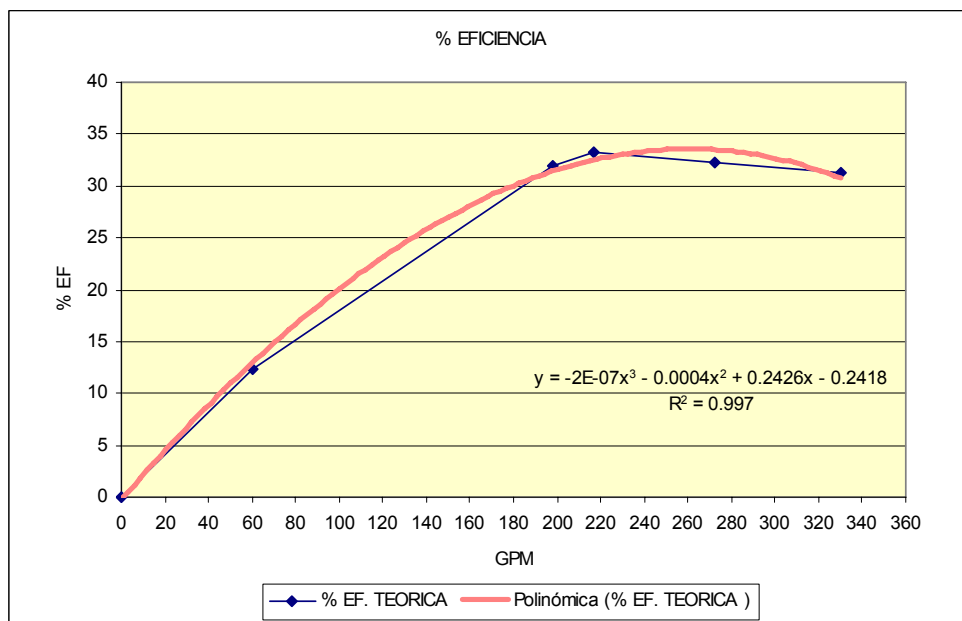
➤ **Bomba P-1252 B**



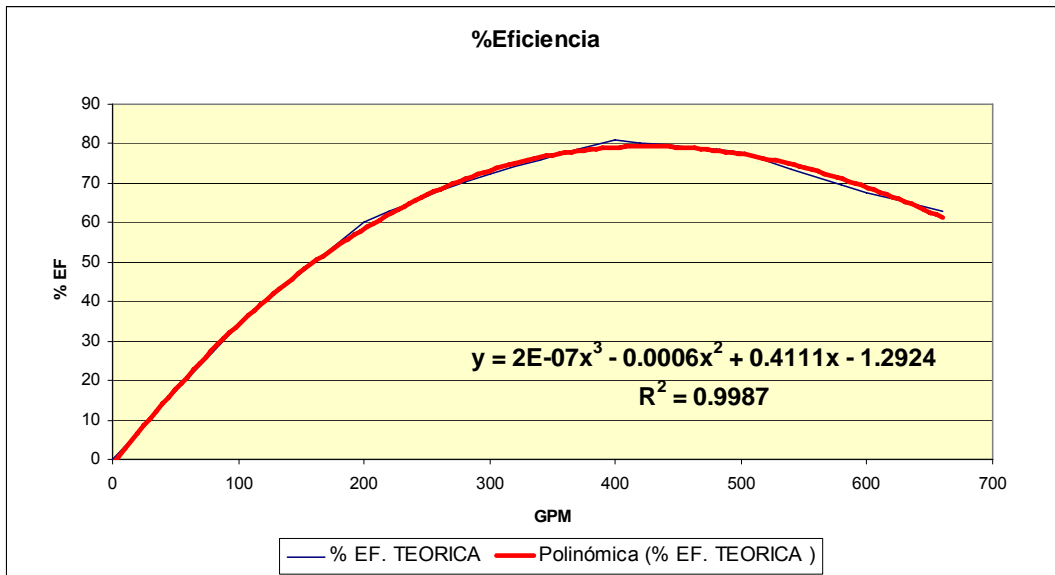
➤ **Bomba P-1253 A**



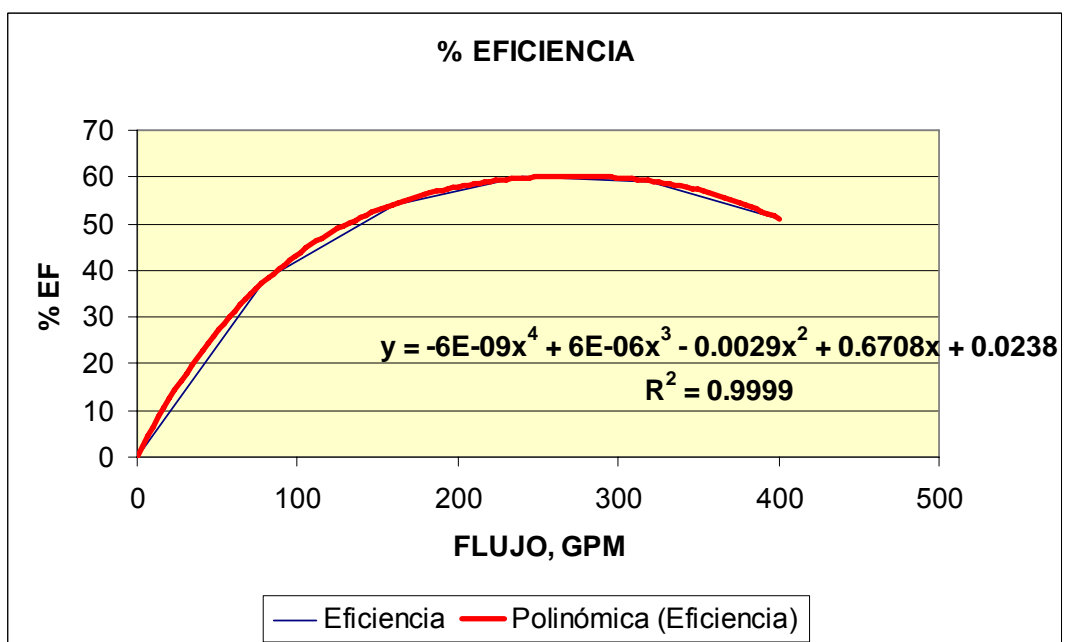
➤ **Bomba P-1253 B**



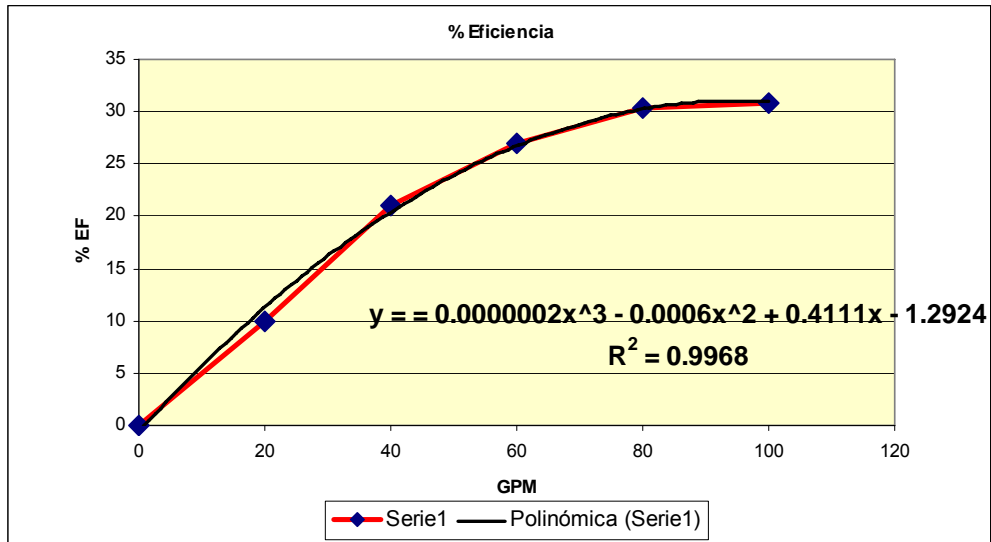
➤ **Bomba P-1256 A/ B**



➤ **Bomba P-753 A/B**



➤ **Bomba P-756 A/B**



**Anexo H. Cálculos del rendimiento del compresor de hidrogeno (C-1101 A / 02 A)**

CALCULOS	SUCCION	DESCARG A	SUCCION	DESCARGA
Tr	9.178	10.696	10.026	10.244
Pr	1.311	7.429	7.377	7.954
Z factor de compresibilidad	1.007395578	1.05698778	1.06028727	1.06365506
Z prom   ρ prom	1.032191677	0.3	1.061971167	0.6
Densidad lb/ft <sup>3</sup>	0.1	0.5	0.6	0.6
k=Cp/Cv	1.4		1.4	
(n-1)/n	0.285714286		0.285714286	
Rc <sup>((k-1)/k)-1</sup>	0.64		0.02	
w lb/min	114.698		2356.228	
Hpoly	721658.5289		27537.20317	
Ghp	2786.969318		2184.644456	
Ghp <sup>0.4</sup>	23.88102015		21.66468141	
BHP	2810.850338		2206.309137	

	Condiciones de operación	Condiciones de diseño
<b>POTENCIA REQUERIDA POR EL COMPRESOR HP</b>	2508.579738	1600
<b>COSTOS DE OPERACIÓN US\$/DIA</b>	2245.680581	1432.32

**Anexo I.** Datos de operación normal para cada etapa del compresor de propileno

**ETAPA I**

FLUJO I ETAPA, acfm	Eficiencia Politropica	n	PSUCCION, psig	Pdescarga, psig	Rc	T° succión (°F)	T. Descarga esperada PARCIAL. (°F)
6494.66	0.71	1.22	18.07	222.06	7.2	-9.00	187.63
6519.99	0.71	1.22	18.23	222.23	7.2	-9.00	187.11
6538.31	0.71	1.22	18.39	222.39	7.2	-9.00	186.59
6587.29	0.71	1.22	18.55	222.55	7.1	-9.00	186.04
6490.49	0.71	1.22	18.72	222.72	7.1	-9.00	185.63
6568.30	0.71	1.22	18.88	222.88	7.1	-9.00	185.07
6616.35	0.71	1.22	18.82	222.10	7.1	-8.82	185.11
6529.02	0.71	1.22	18.23	219.17	7.1	-8.24	186.64
6635.29	0.71	1.22	18.00	218.31	7.1	-8.15	187.06
6593.43	0.71	1.22	18.00	218.80	7.1	-8.40	186.99
6552.53	0.71	1.22	18.00	219.29	7.2	-8.64	186.93
6615.76	0.71	1.22	18.00	219.78	7.2	-8.89	186.77

## II ETAPA

FLUJO II ETAPA, acfm	Eficiencia Politropica	n	Succión, psig	Pdescarga, psig	Rc	T° succió n (°F)	T. Descarga esperada PARCIAL. (°F)
10465.98	0.72	1.22	35.93	222.06	4.7	4.00	153.15
10460.49	0.72	1.22	35.77	222.23	4.7	4.00	153.57
10475.73	0.72	1.22	35.61	222.39	4.7	4.00	154.00
10273.61	0.72	1.22	35.45	222.55	4.7	4.00	154.53
10310.18	0.72	1.22	35.28	222.72	4.7	4.00	154.95
10543.01	0.72	1.22	35.12	222.88	4.8	4.00	155.29
9867.13	0.72	1.22	34.83	222.10	4.8	4.18	156.12
10399.25	0.72	1.22	34.24	219.17	4.8	4.76	156.60
10553.76	0.72	1.22	34.31	218.31	4.8	4.85	156.08
10826.18	0.72	1.22	34.80	218.80	4.7	4.60	154.76
10603.50	0.72	1.22	35.29	219.29	4.7	4.36	153.67

## III ETAPA

FLUJO III ETAPA, acfm	Eficiencia Politropica	n	PSUCCION, psig	Pdescarga, psig	Rc	T° succión (°F)	T. Descarga esperada PARCIAL. (°F)
9311.27	0.72	1.22	52.00	222.06	3.5	4.00	153.15
8825.16	0.72	1.22	52.00	222.23	3.6	4.00	153.57
8939.16	0.72	1.22	52.00	222.39	3.6	4.00	154.00
9213.86	0.72	1.22	52.00	222.55	3.6	4.00	154.53
9591.11	0.72	1.22	52.00	222.72	3.6	4.00	154.95
9111.60	0.72	1.22	52.00	222.88	3.6	4.00	155.29
9549.33	0.72	1.22	52.00	222.10	3.6	4.18	156.12
9138.33	0.72	1.22	52.00	219.17	3.5	4.76	156.60
9083.81	0.72	1.22	52.00	218.31	3.5	4.85	156.08
8825.79	0.72	1.22	52.00	218.80	3.5	4.60	154.76
8948.91	0.72	1.22	52.00	219.29	3.5	4.36	153.67

**Anexo J.** Datos de operación normal de todo el del compresor de propileno

FLUJO TOTAL DE SUCCION acfm	Eficiencia Politrópica	n	T teórica	T real
26271.90	0.74	1.21	160.7169	160
25805.64	0.74	1.21	160.7751	165
25953.20	0.74	1.21	160.7541	162
26074.76	0.74	1.21	160.7354	160
26391.79	0.74	1.21	160.7174	162
26222.91	0.74	1.21	160.7284	160.5
26032.81	0.74	1.21	160.8457	164
26066.59	0.74	1.21	161.1146	159
26272.86	0.74	1.21	160.9531	160.3
26245.40	0.74	1.21	160.605	160.5
26104.94	0.74	1.21	160.279	161
26004.61	0.74	1.21	159.9326	158

**Anexo K.** Cálculos del rendimiento del compresor de propileno

<b>CALCULOS DE RENDIMIENTO</b>	<b>CONDICIONES DE OPERACIÓN</b>	<b>CONDICIONES DE DISEÑO</b>
<b>POTENCIA REQUERIDA POR EL COMPRESOR HP</b>	5165.98495	4820 - 5240
<b>COSTOS DE OPERACIÓN US\$/DIA</b>	4624.589728	4503

CALCULOS	SUCCION	DESCARGA
Tr	0.719	0.942
Pr	0.178	0.266
Z factor de compresibilidad	0.983951519	1.01031164
Z prom   ρ prom	1.0	1.1
Densidad lb/ft <sup>3</sup>	0.998572555	1.1
<b>k=Cp/Cv</b>	1.15	
<b>(n-1)/n</b>	0.1765962078	
Rc <sup>((n-1)/n)-1</sup>	0.621	
w lb/min	26083.332	
<b>H poly</b>	5977.51339	
<b>Ghp</b>	5135.489662	
<b>Ghp<sup>0.4</sup></b>	30.49528832	
<b>BHP</b>	5165.98495	

**Anexo L.** Datos de operación normal del del compresor de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

PROPIEDADES	
PM gas	44
Tc	304.2
Pc	73.83
ω	0.224

C-1202	SUCCION	DESCARGA
Temperatura, (°F)	35.00	316
Presión, (psig)	-11.70	6.30
Flujo, ACFM	2625.00	

<b>FLUJO KPCH</b>	<b>FLUJO, acfm</b>
<b>U1200-FT_12142</b>	
122.35	2039.19
122.63	2043.90
125.48	2091.35
123.98	2066.38
123.86	2064.30
130.30	2171.65
120.46	2007.68
120.72	2012.06
121.10	2018.27

**Anexo M. Cálculos del rendimiento del compresor de dióxido de carbono (CO2)**

<b>CALCULOS</b>	<b>SUCCION</b>	
Tr	0.904	1.417
Pr	0.003	0.020
Z factor de compresibilidad	1.0000176	1.00081432
Z prom   ρ prom	1.0	0.0681
Densidad Lb/h	0.024922118	0.1
(n-1)/n	0.2537313	7.00
$Rc^{(n-1)/n-1}$	0.638	
w lb/min	178.768	
Hpoly 1º parte	68531.1	
<b>H poly</b>	43752.3	
<b>Ghp</b>	329.1888126	
<b>Ghp<sup>0.4</sup></b>	10.16197277	

**Anexo N.** Programa final, que permite al operador determinar la eficiencia de la operación, como un indicador del desempeño operativo y de proceso.



PAG. PRINCIPAL



**BOMBAS**

EFICIENCIA

P-1214 A/B

P-1251 B

P-1253 B

P-1202 A/B

P-1215 A/B

P-1252 A

P-1256 A/B

P-1203 A/B

P-1216 A/B

P-1252 B

P-753 A/B

P-1212 A/B

P-1251 A

P-1253 A

P-755 A/B

PAG. BOMBAS

BOMBA P-1202 A

OP



Desde: 20/11/2007  
Hasta: 21/11/2007

Intervalo: 2h  
Funcion: Promedio

**OPERACIÓN DE LA BOMBA**

P <sub>Succion</sub> , Psig	3
P <sub>descarga</sub> , Psig	205
$\Delta H$ TOTAL, ft	579,65
BHP, HP	84,947

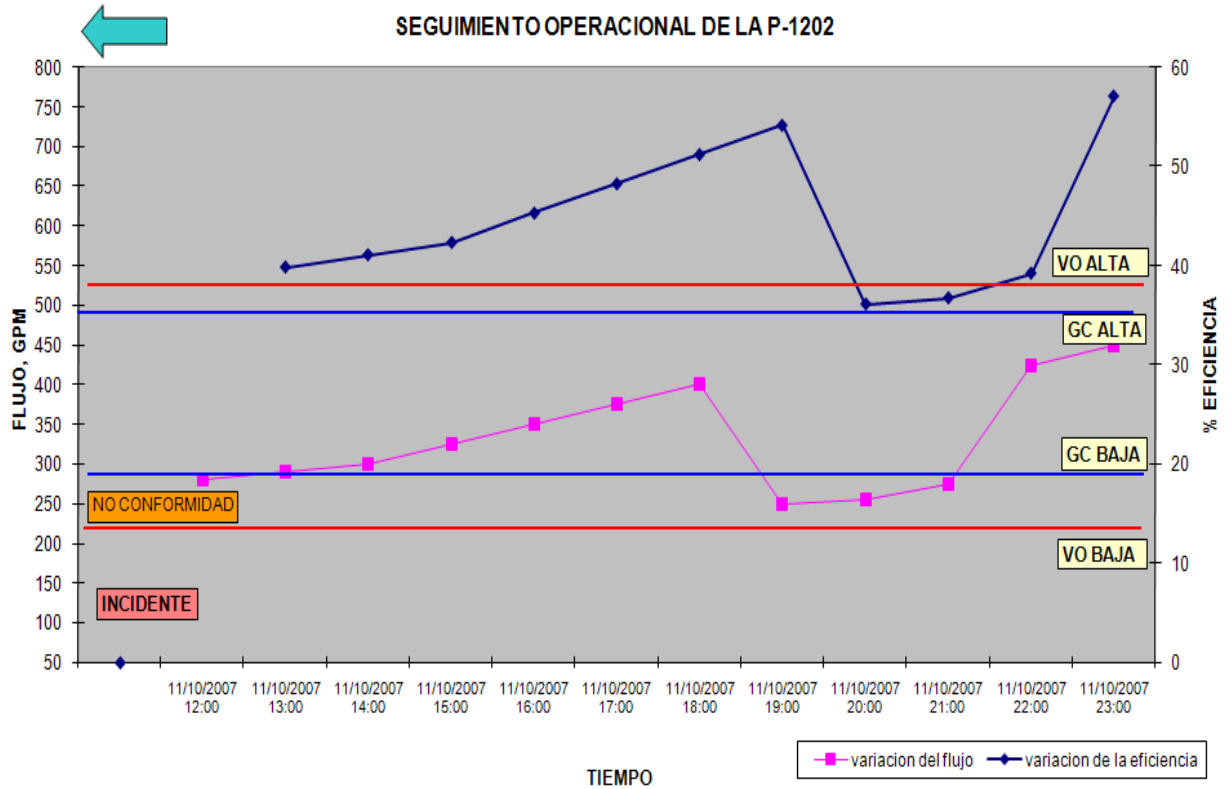


LIMPIAR

COSTOS DE OPERACIÓN US\$/DIA	76,0
COSTOS DE OPERACIÓN US\$/MES	2281,3

VER GRAFICA

Tiempo	FLUJO, BPH	FLUJO, GPM	* EF. DE LA BOMBA
U1200-FI12621			
11/10/2007 12:00	400	280	39,8
11/10/2007 13:00	414,2857143	290	41,07
11/10/2007 14:00	428,5714286	300	42,29
11/10/2007 15:00	464,2857143	325	45,32
11/10/2007 16:00	500	350	48,31
11/10/2007 17:00	535,7142857	375	51,26
11/10/2007 18:00	571,4285714	400	54,2
11/10/2007 19:00	357,1428571	250	36,13
11/10/2007 20:00	364,2857143	255	36,76
11/10/2007 21:00	392,8571429	275	39,23
11/10/2007 22:00	607,1428571	425	57,11
11/10/2007 23:00	642,8571429	450	60
OPERACIÓN NORMAL	NO CONFORMIDAD	INCIDENTE	



**PAG. PRINCIPAL**

**COMPRESORES**

**EFICIENCIA**

<b>COMPRESOR DE HIDROGENO</b>	<b>COMPRESOR DE PROPILENO</b>	<b>COMPRESOR DE CO2</b>
CONDICIONES DE OPERACIÓN C-1101/02A	CONDICIONES DE OPERACIÓN C-1201	CONDICIONES DE OPERACIÓN C-1202



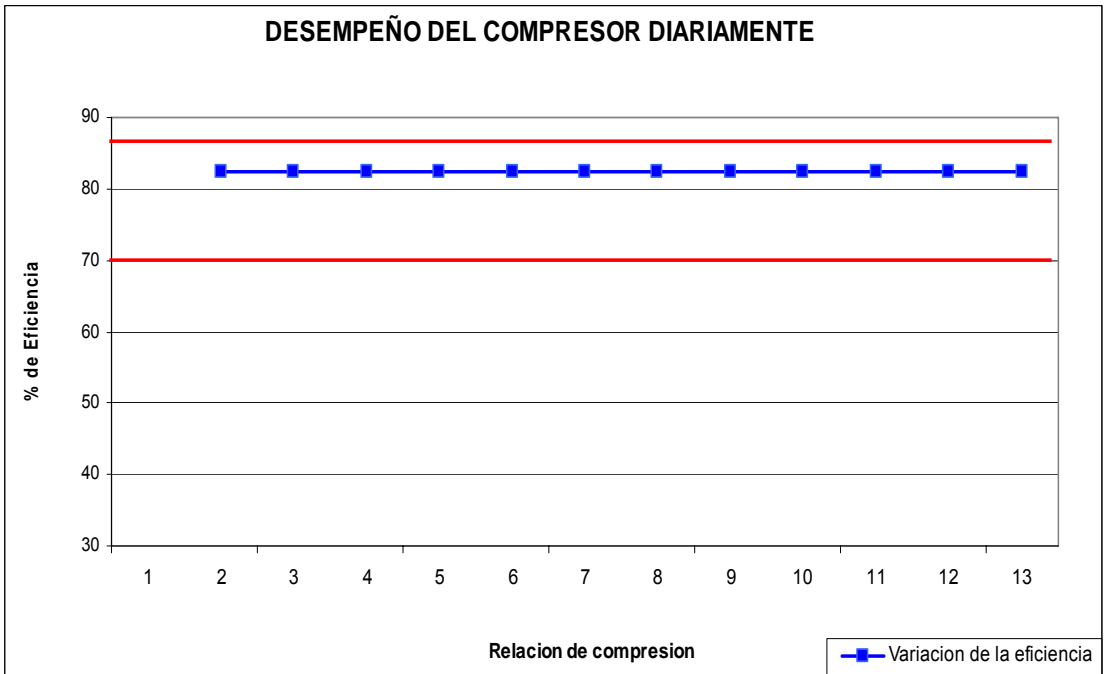
NOTA: Ingresar los datos de presión y temperatura en las casillas amarillas

TURNO DE 6-2

$T_{real} > T_{esp}$  → investigar las posibles fallas mecánicas

VER GRAFICA

Balance presión	VALOR REAL 7:00 AM			VALOR REAL 11:00 AM		
C-1101	I ETAPA	II ETAPA	RECICLO	I ETAPA	II ETAPA	RECICLO
P.Succión (psi)	235	790	1390	225	625	1440
P.Descarga (psi)	788	1400	1500	675	1620	1500
T.Succión (°F)	88,3	128	92	98	95	120
R <sub>c</sub> Calculada	3,2	1,76	1,1	2,9	2,56	1,0
T.Descarga real(°F)	308	200	316	275	292	145
T. Descarga esperada.	337,1	179,2	152,1	296,1	248,3	126,8
% DE EFICIENCIA	83,7	76,3	65,1	83,1	82,1	64,3



PAG.  
PRINCIPAL



## INTERCAMBIADORES DE CALOR

### EFICIENCIA INTERCAMBIADORES

E-1212

E-1216

E-1226

E-1234

E-1246

E-1213

E-1218

E-1228

E-1235

E-1214

E-1220

E-1229

E-1236

E-1215

E-1221

E-1231

E-1245

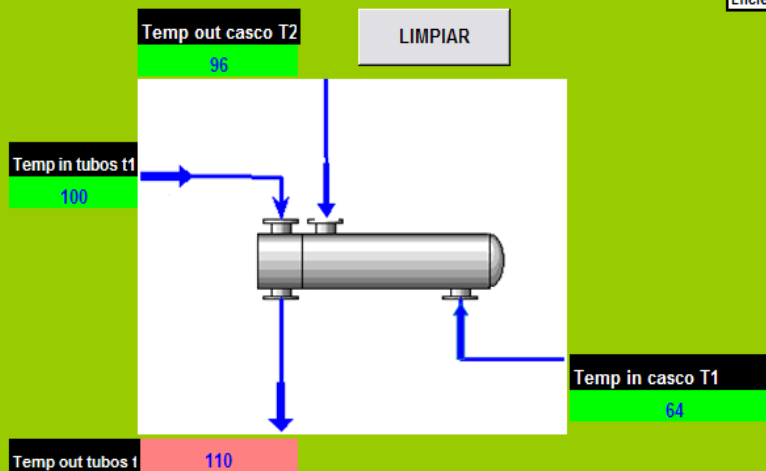
PAGINA  
INT. CALOR

E-1212




DATOS REALES	
Flujo de residual(casco)	
barriles/h	lb/h
310	90.931
Cp Btu/lbm°F	0,4505

Balance de calor	calculado	unidades	diseño	factor de correccion	0,85
Duty, $Q=mCp(T2-T1)$	3.932.589,21	Btu/hr	1.785.000	T1-t2	110
LMTD	31,98	°F		T2-t1	4
U calc	91,62	Btu/hrft2°F	83	LN	3,3142
				Eficiencia Termica	110,39%
				Eficiencia Duty	220,31%



Anexo O: Reporte de asistencia sobre las capacitaciones realizadas a los operadores de la Planta de Parafinas acerca del manejo del programa realizado

	GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA	PSD-00-F-013
	REPORTE DE ASISTENCIA	FECHA: 15 / 11 / 2007

DEPARTAMENTO: Petroquímica COORDINACIÓN: Planta Parafinas

EXPOSITOR(ES): <u>Yuriam Zuhert Malaver S.</u>		HORA INICIO: <u>6:20 am</u>	DURACION: MIN
		HORA FINAL: <u>6:50 am</u>	
TEMA: <u>Capacitación al personal de la planta para la utilización del programa desarrollado</u>		LUGAR: <u>Cuarto de Control</u>	
OBJETIVO: <u>Que el operador maneje el programa para realizar un seguimiento a los Equipos Críticos de la planta</u>			
ASISTENTES			
NOMBRE	REGISTRO	DEPENDENCIA	FIRMA
1. <u>NAN MOROS</u>	<u>2-4211</u>	<u>232340-2</u>	<u>N MOROS</u>
2. <u>FREDY MAIDOUADO</u>	<u>24046</u>	<u>"</u>	<u>Fredy</u>
3. <u>LUDWIG PICO</u>	<u>2-4128</u>	<u>232340-2</u>	<u>Ludwig Pico</u>
4. <u>Javier Diaz Prada</u>	<u>2-2867</u>	<u>232342</u>	<u>Javier</u>
5. <u>Henry García Lefran</u>	<u>22346</u>	<u>232342</u>	<u>Henry</u>
6. <u>Jairon Duarte</u>	<u>2-2674</u>	<u>232342</u>	<u>Jairon</u>
7. <u>Saul Alexander Gonzalez G.</u>	<u>2-4148</u>	<u>232342</u>	<u>Saul G.</u>
8. <u>Jesus E Diaz C.</u>	<u>2-3270</u>	<u>" "</u>	<u>Jesus</u>
9. <u>Hugo A. Arias O.</u>	<u>2-1648</u>		<u>Hugo</u>
10. <u>Diego P. Pardo</u>	<u>2-2975</u>	<u>1 1 ..</u>	<u>Diego</u>
11. <u>CRISTIAN DARIO PLAZAS V.</u>	<u>5-4235</u>	<u>232342</u>	<u>Cristian</u>
12. <u>H. Sambo</u>	<u>2-3376</u>	<u>232342</u>	<u>H. Sambo</u>
13. <u>Nestor Grajalas Vega.</u>	<u>2-1166</u>	<u>232342</u>	<u>Nestor</u>
14.			
15.			

RESUMEN DEL TEMA:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se expuso sobre el trabajo realizado en la planta de parafinas acerca del desempeño de los equipos claves de la planta.</li> <li>Se expuso acerca de la eficiencia de las bombas, compresores e intercambiadores de calor y los Factores que afectan la eficiencia a cada uno de los equipos. Además sobre las acciones preventivas que se pueden realizar antes que los equipos operen en Falla.</li> </ul>	
EXPOSITOR: <u>Yuriam Zuhert Malaver</u>	CONTRATISTA:
SUPERVISOR DE TURNO:	



GERENCIA DE PETROQUIMICA

PSD-00-F-007X

COORDINACIÓN DE DEPENDENCIA 232340-2

FECHA: MIERCOLES.  
OCTUBRE 17 / 2007.

Asistencia del personal

TURNO " B "

TIPO  
REUNION



CURSOS/  
ENTRENAM



CHARLA  
TECNICA

REUNION  
INFORMATIVA



5 MINUTOS/  
SEGURIDAD



EXPOSITOR : ING, YURIAM ZUHEYT MALAVER BOTIA		HORA INICIO: 2:30PM	DURACION
		FINALIZÓ: 2:50PM	MIN.
DIVULGACION DE LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS , CLAVES DE LA PLANTA DE PARAFINAS		LUGAR : CUARTO DE CONTROL	
NOMBRE	REGISTRO	OTRO DCIA	FIRMA
MAURICIO BARRIENTOS	24239	232342	
IVAN MORALES	24211	232342	
ANGE E. GOMEZ	2-1151		
INOCENCIO ESCOBAR	2-2129		
Bonita Elva Vega Gutierrez	2-2568		
Mrs. Jalle	22284		
JURIBO ROSALES	2-2356		
Henry García Latorre	22340		

**RESUMEN Y OBJETIVOS:**

Se expuso sobre el trabajo que se esta realizando en la planta de parafinas acerca del desempeño de los equipos claves de la planta, además, se expuso sobre la eficiencia de las bombas, y los factores que afectan la eficiencia y como se ve reflejado dentro del proceso, la integridad y confiabilidad de los Equipos.

Capacitación al personal de la planta para la utilización de la hoja de calculo