

 GAS TRANSPORT AND TECHNOLOGY X		 SORC INGENIERIA		
NOMBRE DEL DOCUMENTO				
Documento	Fecha	Revisión	Contrato No.	Página 1 de 33
GT-M-MC-03	02/07/2025	1	-	

Página 1 de 33

CLIENTE

GTX

TÍTULO PROYECTO

AMPLIACIÓN CPF MA CONCHITA

CONTRATO NÚMERO

-

1	Construcción	02/07/2025	JPA	JAB	SORC
0	Construcción	04/06/2025	JPA	JAB	SORC
B	Emitido para revisión interna	28-05-25	JPA	JAB	SORC
A	Emitido para revisión interna	23-05-25	JPA	JAB	SORC
Rev.	Descripción	Fecha	Elaboró	Revisó	Aprobó
		Revisión			



GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: :-

CONTENIDO

INFORME DE RESULTADOS INTERCAMBIADOR DE CALOR GAS- GAS (E-302)	3
1) ALCANCE	3
2) NORMAS	3
3) INTRODUCCIÓN	4
4) DATOS DE ENTRADA	6
4.1 Condiciones operativas	6
4.2 Composición del gas natural (cromatografía)	7
4.3 Propiedades físicas de los fluidos	8
4.4 Parámetros de diseño térmico	9
5) CÁLCULOS Y SELECCIÓN	10
5.1 Intercambiador 1: Gas–Gas	11
5.2 Selección preliminar de equipos	19
5.3 Selección de materiales	22
5.4 Diseño geométrico de la soldadura	24
6) RESULTADOS Y CONCLUSIONES	31
6.1 Resultados del Intercambiador Gas–Gas	32
6.2 Conclusiones	32
7) ANEXOS	33



GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: : -

INFORME DE RESULTADOS INTERCAMBIADOR DE CALOR GAS- GAS (E-302)

1) ALCANCE

El presente documento tiene por objetivo la validación y el dimensionamiento técnico del intercambiador de calor **Gas-Gas (E-302)**, correspondiente al proyecto “**Ampliación CPF María Conchita**”, cuyo propósito es incrementar la capacidad de tratamiento de gas de **20 MMSCFD a 30 MMSCFD**, bajo condiciones operativas de presión y temperatura de **450-900 psig y 98 °F**, respectivamente.

Este informe se enfoca en el análisis del **Intercambiador Gas-Gas (E-302)**, en el cual el **gas saturado** es enfriado utilizando como fluido frío el gas de retorno proveniente del separador(**S-301**).

Se incluyen la revisión de cálculos de carga térmica, verificación de eficiencia, estimación del área de intercambio térmico y criterios de selección de materiales, así como el dimensionamiento mecánico básico del equipo. Esto último abarca:

- Número de tubos
- Configuración de pasos de tubo y carcasa
- Distribución y tipo de deflectores (baffles)
- Longitud y disposición del haz tubular

No se consideran en este informe aspectos relacionados con equipos existentes, modificaciones externas al intercambiador, ni elementos fuera del alcance del sistema de intercambio de calor.

2) NORMAS

Las referencias documentales consideradas para la elaboración de la presente **memoria de cálculo**, y que respaldan los criterios de diseño térmico y mecánico aplicables al **intercambiador de calor gas-gas**, son las siguientes:

- **TEMA (Tubular Exchanger Manufacturers Association):** Recomendaciones y estándares aplicables al diseño, fabricación y evaluación de intercambiadores de calor tipo carcasa y tubos, incluyendo configuraciones para servicio con gases y mezclas bifásicas.



GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: : -

- **ASME B31.3 – Código de Tuberías de Procesos:** Norma que rige el diseño, fabricación e instalación de sistemas de tuberías sometidas a presión en plantas de proceso.
- **API 5L – Especificaciones para Tuberías de Transporte:** Norma aplicable a tuberías utilizadas en el transporte de hidrocarburos líquidos y gaseosos, considerando sus exigencias mecánicas y de integridad.
- **Procedimientos internos de SEDIMA CORP:** Documentación técnica corporativa que establece los lineamientos para diseño, análisis, calidad y control de ingeniería, aplicables al desarrollo del alcance del proyecto.

3) INTRODUCCIÓN

Como parte del proyecto “**Ampliación CPF María Conchita**”, se busca incrementar la capacidad de tratamiento de gas natural de **20 MMSCFD a 30 MMSCFD**, para lo cual se ha previsto la incorporación de nuevos equipos de proceso que permitan adecuar térmicamente las condiciones del gas en las distintas etapas del proceso, manteniendo la eficiencia operativa y la integridad del sistema existente.

En este contexto, uno de los requerimientos clave es la incorporación del **intercambiador de calor tipo gas–gas (E-302)**, el cual permite recuperar energía térmica mediante el intercambio entre el gas saturado de entrada y el gas frío ya procesado. Este proceso no solo mejora la eficiencia energética general del sistema, sino que también contribuye a reducir la carga térmica en las etapas posteriores de enfriamiento para la remoción de los hidrocarburos condensables, y lograr con ello el satisfactorio tratamiento del gas.

El intercambiador ha sido diseñado para integrarse directamente en el esquema de proceso actual, sin requerir modificaciones a los separadores, líneas ni sistemas auxiliares existentes. Su implementación responde a las nuevas condiciones de operación definidas para el proyecto: **caudal de 30 MMSCFD, dimensionado a la menor presión de operación de 450 psig y temperatura de entrada de 98 °F, preservando el rating ANSI 600.**

El proyecto se localiza en el municipio de **Riohacha**, departamento de **La Guajira**, Colombia. Las coordenadas geográficas aproximadas del área de estudio son **11.54444° N, -72.90722° W**.

GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: :-

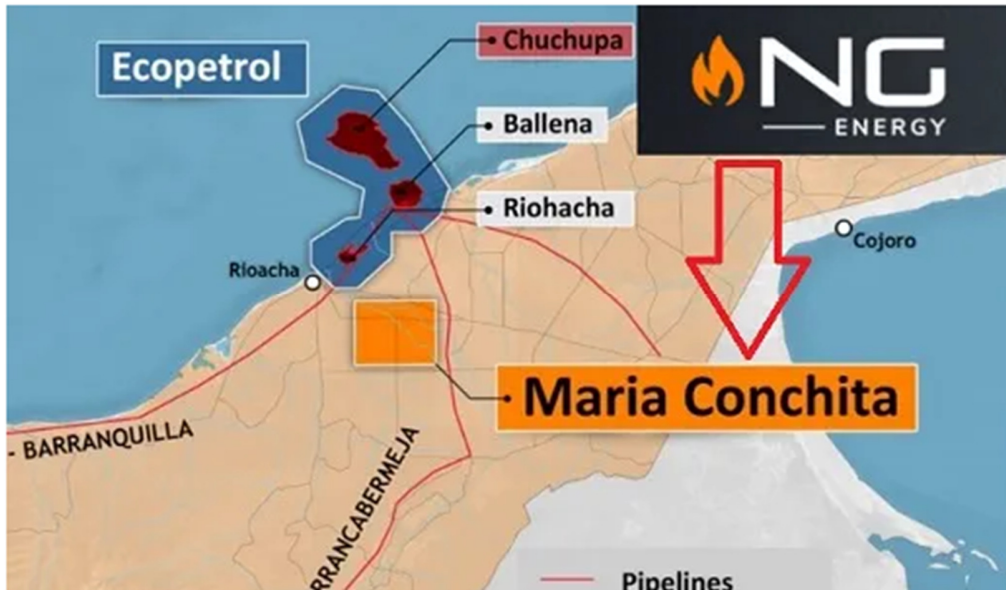


Figura 1: Ubicación del Campo María Conchita.

Esta revisión presenta la **justificación técnica, termodinámica y de diseño** que respalda la selección y dimensionamiento del Intercambiador Gas–Gas (E-302), considerando:

- Las memorias de cálculos suministrada como datos de entrada (Data sheets).
- Las propiedades reales del gas natural.
- Las condiciones del medio refrigerante (gas frío).
- Las restricciones de operación.
- Los criterios de eficiencia térmica, seguridad y continuidad del proceso

El informe incluye además la planimetría para construcción y el dimensionamiento mecánico básico del equipo, abarcando aspectos como el **número de tubos, longitudes, configuración de pasos, distribución de deflectores (baffles)** y disposición del **haz tubular**.



GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: : -

4) DATOS DE ENTRADA

A continuación, se detallan las condiciones operativas, propiedades de los fluidos y parámetros relevantes que se han considerado para el dimensionamiento y diseño del intercambiador de calor Gas–Gas (E-302), un equipo esencial para el proceso de tratamiento del gas natural en el proyecto “Ampliación CPF María Conchita”. Estos datos se basan en las condiciones operativas reales del sistema, las cuales incluyen el caudal, la presión y la temperatura del gas natural a lo largo del proceso, así como la composición precisa del gas natural, obtenida mediante un análisis cromatográfico exhaustivo.

El intercambiador Gas–Gas (E-302) tiene como objetivo la transferencia de calor entre el gas saturado proveniente de la entrada del sistema y el gas frío que ha pasado previamente por el separador. La composición del gas es crucial para poder evaluar con precisión las propiedades termodinámicas del fluido y entender su comportamiento térmico bajo las condiciones específicas del proceso. En particular, el análisis cromatográfico permite conocer la distribución molar de los distintos componentes del gas natural, lo que facilita la estimación de propiedades como la densidad, el calor específico, la viscosidad y la conductividad térmica.

Estos parámetros son fundamentales para el desarrollo de los cálculos térmicos, que a su vez sirven de base para el diseño y dimensionamiento del intercambiador. Además, las condiciones operativas como el caudal de gas natural, la presión de entrada (450 psig) y la temperatura de entrada (98 °F) se integran en el modelo térmico para garantizar que el equipo sea capaz de manejar el flujo de gas a las temperaturas y presiones requeridas, optimizando la eficiencia térmica en el proceso de intercambio de calor.

La correcta selección de estos parámetros no solo permite alcanzar los objetivos de eficiencia térmica, sino también garantiza que el intercambiador de calor funcione dentro de los márgenes operativos de seguridad y cumpla con los requisitos del proceso de ampliación.

4.1 Condiciones operativas

Para el dimensionamiento térmico del intercambiador de calor **Gas–Gas (E-302)**, se han considerado las siguientes condiciones operativas, definidas de acuerdo con los parámetros reales del proceso en la planta CPF María Conchita:

- **Caudal de gas natural:** 30 millones de pies cúbicos estándar por día (MMSCFD), correspondiente al caudal total de procesamiento previsto tras la ampliación de capacidad.
- **Rango de presión de entrada:** 450-900 psig, en línea con la presión operativa establecida para el sistema aguas arriba del intercambiador de calor.

GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: : -

- **Temperatura de entrada del gas saturado:** 98 °F, correspondiente al gas húmedo o saturado que requiere ser enfriado antes de ingresar a las etapas siguientes del proceso.
- **Presión de salida esperada:** será determinada en función de la caída de presión permisible a través del intercambiador de calor, estimada inicialmente dentro de un rango entre 5-10 psid para evitar impactos en la eficiencia del sistema.
- **Temperatura objetivo tras intercambio térmico:** se definirá conforme a los requerimientos térmicos de diseño, con el objetivo de optimizar la recuperación de energía y preparar el gas para su posterior acondicionamiento. Esta temperatura dependerá del equilibrio térmico alcanzado entre el gas saturado de entrada y el gas frío del separador, utilizado como medio de enfriamiento.

Estas condiciones representan los parámetros base para el análisis térmico y permitirán establecer las necesidades de área de intercambio, características geométricas del equipo y configuración mecánica óptima para alcanzar los objetivos operativos del proceso.

4.2 Composición del gas natural (cromatografía)

La composición molar del gas natural utilizada para el análisis térmico se obtuvo mediante cromatografía, como se muestra a continuación:

Tabla 1. Cromatografía

	COMPONENTE	MOLE%	WEIGHT %
H ₂	HYDROGEN	0,00	0,00
CO ₂	CARBON DIOXIDE	0,38	0,98
N ₂	NITROGEN	0,23	0,38
C1	METHANE	98,19	92,66
C2	ETHANE	0,27	0,48
C3	PROPANE	0,16	0,41
iC4	i-BUTANE	0,08	0,27
nC4	n-BUTANE	0,02	0,08
iC5	i-PENTANE	0,05	0,20
nC5	n-PENTANE	0,01	0,05
C6	HEXANES	0,03	0,17
C7	HEPTANES	0,09	0,48
C8	OCTANES	0,11	0,74

GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: :-

COMPONENTE		MOLE%	WEIGHT %
C9	NONANES	0,16	1,17
C10	DECANES	0,11	0,84
C11	UNDECANES	0,06	0,55
C12+	DODECANES PLUS	0,05	0,54

PROPIEDADES CALCULADAS DEL GAS TOTAL		
GAS GRAVITY	0,5869	@14,65 PSIA & 60°F
WHOLE SAMPLE MOLE WEIGHT	16,99	g mol-1
IDEAL GAS DENSITY	0,7152	kg m-3 @14,65 psia & 60°F
IDEAL GROSS CALORIFIC VALUE	1044,4	BTU ft-3 @14,65 psia & 60°F
IDEAL NET CALORIFIC VALUE	941,4	BTU ft-3 @14,65 psia & 60°F
PSEUDO CRITICAL PRESS	665,9	psia
PSEUDO CRITICAL TEMP	349,7	Rankie
GAS COMPRESSIBILITY FACTOR, Z	0,9978	@14,65 PSIA & 60°F
REAL GROSS CALORIFIC VALUE	1046,6	BTU ft-3 @14,65 psia & 60°F
REAL NET CALORIFIC VALUE	943,4	BTU ft-3 @14,65 psia & 60°F

4.3 Propiedades físicas de los fluidos

Las propiedades físicas del gas natural que se utilizan para el diseño térmico del intercambiador Gas-Gas (E-302) han sido calculadas a partir de la composición molar determinada mediante análisis cromatográfico, así como de las condiciones de operación del sistema. Estas propiedades son esenciales para evaluar el comportamiento del fluido en el proceso de transferencia de calor y permiten estimar parámetros como el coeficiente global de transferencia, el régimen de flujo y la caída de presión.

Las propiedades consideradas son las siguientes:

- **Calor específico a presión constante (C_p):** Determinado en función de la temperatura media del gas dentro del intercambiador. Este valor influye directamente en la capacidad del gas para almacenar energía térmica y en el cálculo de la carga térmica.
- **Densidad:** Calculada a partir de la ley de los gases reales, utilizando el factor de compresibilidad (Z) obtenido para las condiciones de presión y temperatura del



GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: :-

proceso. La densidad es necesaria para estimar el flujo másico y el número de Reynolds.

- **Viscosidad dinámica:** Determinada con base en la composición y temperatura del gas, influye en la evaluación del régimen de flujo (laminar o turbulento) y en la resistencia al paso del fluido por el intercambiador.
- **Conductividad térmica:** Estimada en función de la mezcla gaseosa y la temperatura media del proceso. Este valor es fundamental para determinar la eficiencia de la transferencia de calor entre las corrientes.

Además de estas propiedades básicas, en los cálculos térmicos también se tendrán en cuenta parámetros derivados como la viscosidad cinemática, el número de Prandtl (Pr) y el número de Reynolds (Re), que permiten caracterizar el tipo de flujo dentro del intercambiador y seleccionar las correlaciones adecuadas para el cálculo del coeficiente de transferencia de calor.

4.4 Parámetros de diseño térmico

Para el diseño del intercambiador de calor **Gas–Gas (E-302)** se definen los siguientes parámetros técnicos y geométricos, basados en las condiciones operativas del sistema y en criterios de ingeniería aplicables a servicios con gas natural seco.

- **Tipo de intercambiador:** carcasa y tubos.
- **Orientación:** Horizontal por facilidad de operación
- **Fluidos de trabajo:**
 - Lado caliente: gas saturado (entrada a 98 °F).
 - Lado frío: gas seco del separador.
- **Caída de presión máxima permisible:** Entre 5 y 10 psid por lado.
- **Factor de ensuciamiento:** 0.001–0.003 $\text{ft}^2 \cdot \text{h} / ^\circ\text{F} \cdot \text{Btu}$ (valores se basan en la tabla 9.9 del Capítulo 9 del manual GPSA).
- **Coeficiente global de transferencia de calor (U):** "Estimado entre 40 y 70 $\text{BTU} / \text{h} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$. Estos valores se basan en la tabla 9.9 del Capítulo 9 del manual GPSA

Configuración geométrica preliminar (valores por definir. Ver tabla 3):



GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: : -

- Diámetro de carcasa.
- Número de tubos.
- Diámetro externo del tubo.
- Longitud de los tubos.
- Espesor de tubos.
- Número de pasos por el lado del tubo.
- Configuración de tubos (paso triangular, cuadrado, etc.).
- Número de deflectores (baffles).
- Espaciamiento entre deflectores.
- Área total de intercambio térmico estimada.
- Material de construcción.

5) CÁLCULOS Y SELECCIÓN

El dimensionamiento térmico del intercambiador de calor **Gas-Gas (E-302)** se realizó con base en las condiciones de operación descritas previamente, aplicando los principios fundamentales de transferencia de calor y balance de energía. El objetivo del diseño fue garantizar una adecuada recuperación térmica entre el gas saturado de entrada y el gas frío proveniente del separador, asegurando un funcionamiento eficiente y confiable dentro del sistema existente.

Para el análisis se consideraron los siguientes criterios técnicos:

- **Método de cálculo:** se empleó el método de la **diferencia de temperatura media logarítmica (LMTD)**, ajustado mediante un factor de corrección, para reflejar condiciones reales del intercambiador.
- **Configuración térmica:** se seleccionó un esquema de **flujo contracorriente**, ya que esta disposición maximiza el gradiente de temperatura a lo largo del intercambiador y permite una transferencia de calor más eficiente, lo cual es clave para alcanzar la temperatura de salida deseada sin requerir un área excesiva.



GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: : -

- **Coeficiente global de transferencia de calor (U):** estimado en función de las propiedades térmicas de los gases, la configuración del equipo y las resistencias de la película interna, película externa, pared del tubo y depósitos, si los hubiera.
- **Caída de presión permisible:** se controló dentro del rango de **5 a 10 psid** por lado, asegurando la continuidad del proceso y evitando penalizaciones energéticas.
- **Área de intercambio térmico requerida (A):** determinada a partir de la carga térmica total (Q), calculada con el flujo másico, el calor específico y la diferencia de temperatura entre las corrientes, tomando en cuenta la eficiencia del sistema y las condiciones objetivo de enfriamiento.

El diseño geométrico preliminar incluyó consideraciones como el número y longitud de los tubos, tipo de paso, número de deflectores y configuración del haz tubular, todo orientado a asegurar un régimen de flujo **turbulento** ($Re > 4000$) en ambas corrientes, optimizando así la eficiencia del intercambio térmico y minimizando el tamaño del equipo.

Los resultados de estos cálculos servirán como base para la selección definitiva del equipo, ya sea mediante diseño interno o especificación a un proveedor, y podrán ser validados mediante herramientas de simulación térmica o verificación conforme a normas técnicas aplicables como **ASME Sec. VIII** y **TEMA**.

5.1 Intercambiador 1: Gas–Gas

El intercambiador **Gas–Gas (E-302)** tiene como objetivo reducir la temperatura del gas saturado que ingresa a la planta, utilizando el gas seco proveniente del separador como fluido frío. Este enfriamiento previene que el gas saturado llegue a la etapa de deshidratación con una temperatura demasiado alta, lo que podría afectar la eficiencia del proceso de separación de agua.

Cálculos realizados:

- **Carga térmica (Q):** La carga térmica es la cantidad de calor que debe transferir el intercambiador para enfriar el gas de entrada hasta la temperatura deseada. Para calcularla, usamos la siguiente ecuación de balance de energía:

$$Q = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T$$

GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: : -

Donde:

- \dot{m} : caudal másico del gas (lb/s)
- C_p : Calor específico promedio (Btu/lb*°F)
- ΔT : diferencia de temperatura entre entrada y salida
- **Coeficiente global de transferencia de calor (U):** El **coeficiente global de transferencia de calor** es una propiedad que depende de la naturaleza de los fluidos, el diseño del intercambiador y el régimen de flujo. Se puede obtener mediante simulaciones o correlaciones empíricas basadas en la geometría del intercambiador, pero generalmente se estima para un tipo de fluido determinado.

$$U = \frac{Q}{A \cdot \Delta T_{lm}}$$

Donde:

A es el **área de transferencia de calor** (en ft²).

ΔT_{lm} es la **diferencia de temperatura media logarítmica** (LMTD) entre los fluidos a través del intercambiador de calor. Se calcula con:

$$\Delta T_{lm} = \frac{(T_{h,in} - T_{c,out}) - (T_{h,out} - T_{c,in})}{\ln\left(\frac{T_{h,in} - T_{c,out}}{T_{h,out} - T_{c,in}}\right)}$$

Donde:

- $T_{h,in}$ y $T_{h,out}$ son las temperaturas de entrada y salida del fluido caliente (gas saturado).
- $T_{c,in}$ y $T_{c,out}$ son las temperaturas de entrada y salida del fluido frío (gas proveniente del separador).

Cálculos de diseños Geométricos

El diseño geométrico del intercambiador de calor E-302 se desarrolló con el objetivo de dimensionar adecuadamente sus componentes internos, asegurando que cumplan con los requerimientos térmicos y de operación del proceso. Esta etapa de diseño incluyó el análisis detallado de elementos clave como el número y diámetro de los tubos, su longitud, el espesor de pared, la configuración del haz tubular y la disposición de los deflectores en la carcasa.



GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: : -

La selección de estos parámetros se basó en una combinación de recomendaciones normativas, buenas prácticas de ingeniería y la verificación del cumplimiento de condiciones críticas como la caída de presión permitida, el régimen de flujo turbulento ($Re > 4000$) y la eficiencia de transferencia térmica. El dimensionamiento también consideró la compatibilidad con los materiales seleccionados, el tipo de servicio (flujo de gas en ambos lados), y la integración con la infraestructura existente.

Para determinar la geometría del haz tubular, se estimaron inicialmente el número de tubos necesarios para alcanzar el área de transferencia térmica requerida, así como el diámetro externo e interno de los mismos. Posteriormente, se definieron la longitud de los tubos y el tipo de paso, buscando

mantener velocidades de flujo adecuadas que aseguren una buena eficiencia térmica sin exceder los límites de caída de presión establecidos.

La disposición de deflectores en el lado de la carcasa fue diseñada para inducir un patrón de flujo transversal sobre los tubos, incrementando la turbulencia del fluido y mejorando así el coeficiente de transferencia de calor. Se estimó el número de deflectores y la separación entre ellos en función de la longitud total del intercambiador, asegurando además que la pérdida de carga se mantuviera dentro del rango permisible.

Este conjunto de cálculos permitió obtener un diseño preliminar que cumple con los objetivos del proceso en términos de capacidad térmica, eficiencia operativa y confiabilidad mecánica, sirviendo como base para una futura validación mediante simulaciones térmicas o especificaciones del proveedor.

Cálculos del caudal volumétrico real del fluido caliente

Para el dimensionamiento del intercambiador se requiere conocer el caudal volumétrico del gas natural en condiciones reales de operación. A partir del caudal a condiciones base y del factor de corrección (FC), se obtiene el caudal real con la siguiente relación:

$$Q_{real} = \frac{Q_{base}}{FC}$$

Donde:

- Q_{real} es el caudal volumétrico real en condiciones de presión y temperatura de proceso.
- Q_{base} es el flujo volumétrico a condiciones estándar (30 MMscfd).
- FC es el factor de corrección.

GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: :-

Aplicando esta expresión:

- Entrada del intercambiador (FC = 31.13):

$$Q_{real} = \frac{30000000scfd}{31.13} = 963647 \frac{ft^3}{d}$$

$$Q_{real} = \frac{963647 \frac{ft^3}{d}}{86400} = 11.15 \frac{ft^3}{s}$$

- Salida del intercambiador (FC = 33.30):

$$Q_{real} = \frac{30000000scfd}{33.3 \times 0.95} = 948466 \frac{ft^3}{d}$$

$$Q_{real} = \frac{948466 \frac{ft^3}{d}}{86400} = 10.96 \frac{ft^3}{s}$$

Cálculo del caudal volumétrico real del fluido frío

De manera análoga al fluido caliente, se calcula el caudal volumétrico real del gas seco (fluido frío), utilizando el mismo flujo base y los factores de corrección (FC) correspondientes a las condiciones reales de operación.

Resultados:

- Entrada del intercambiador (FC = 36.17):

$$Q_{real} = \frac{30000000scfd}{36.17} = 829530 \frac{ft^3}{d}$$

$$Q_{real} = \frac{829530 \frac{ft^3}{d}}{86400} = 9.60 \frac{ft^3}{s}$$

- Salida del intercambiador (FC = 33.54):

$$Q_{real} = \frac{30000000scfd}{33.54 \times 0.95} = 941619.58 \frac{ft^3}{d}$$

$$Q_{real} = \frac{941619.58 \frac{ft^3}{d}}{86400} = 10.89 \frac{ft^3}{s}$$



GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: : -

Cálculo área mínima de paso

Una vez determinado el caudal volumétrico real de ambas corrientes (fluido caliente y fluido frío), se procede a calcular el área mínima de paso requerida en el intercambiador de calor. Esta área representa la sección transversal total necesaria para permitir el flujo de gas a una velocidad controlada, en este caso 25 ft/s, asegurando un régimen de operación eficiente y una caída de presión aceptable.

La relación utilizada es:

$$A = \frac{Q}{v}$$

Donde:

- A es el área mínima de paso (ft²).
- Q es el caudal volumétrico real (ft³/s).
- V es la velocidad del gas (ft/s).

Fluido caliente (gas saturado):

Fluido caliente (gas saturado):

- Entrada
 - Caudal: 11.15 ft³/s
 - Área: 0.446 ft²
- Salida
 - Caudal: 10.96 ft³/s
 - Área: 0.438 ft²

Fluido frío (gas seco):

- Entrada
 - Caudal: 9.60 ft³/s
 - Área: 0.383 ft²



GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: :-

- Salida
 - Caudal: 10.89 ft³/s
 - Área: 0.435 ft²

Determinación del diámetro hidráulico equivalente

Con base en el área mínima de paso calculada para cada corriente, se estimó el diámetro equivalente de un solo conducto circular que permitiría el paso del caudal correspondiente a una velocidad de 25 ft/s. Aunque el intercambiador de calor utiliza múltiples tubos, este cálculo preliminar permite visualizar la escala dimensional del sistema y sirve como punto de partida para determinar el número de tubos necesarios.

La relación empleada es:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}}$$

Tabla 2: Recomendación diámetros.

	Gas saturado	Gas seco
Tamaño mínimo conexión IN	9.04 in	8.39 in
Tamaño mínimo conexión OUT	8.97 in	8.71 in
Tamaño recomendado conexión IN	10 in	10 in
Tamaño recomendado conexión OUT	10 in	10 in

GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: :-

Diseño preliminar del intercambiador

Basado en estimaciones iniciales y prácticas de diseño de intercambiadores carcasa y tubos:

Tabla 3: Comparativa de Diseño de Intercambiador de Calor - Cambios en Diámetro y Longitud de los Tubos

Parámetro	Pre diseño inicial	Recomendación SORC
Número de tubos	220	200
Diámetro externo de tubos	0.75 in	1.05 in
Longitud de tubos	13.12 ft	19.69 ft
Espesor de pared	0.083 in	0.154 in
Material	Acero al Carbono ASTM A36	Acero al Carbono ASTM A36
Número de pasos	1	1
Número de deflectores	17	5
Tipo de deflectores	Segmento simple	Segmento simple
Separación entre deflectores	8 in	41 in
Diámetro de carcasa	17.938 in	24 in
Configuración térmica	Contracorriente	Contracorriente
Caída de presión máxima	10 psid por lado	10 psid por lado
Fouling resistance	0.003 ft ² *h/°F*BTU	0.003 ft ² *h/°F*BTU
Área de transferencia efectiva	622.9 ft ²	1082.8 ft ²
Coef. global transferencia (limpio/sucio)	68.46-46.6 BTU/h*ft ² *°F	68.46-46.6 BTU/h*ft ² *°F
Temperatura gas saturado (in/out)	98.64-68.32 °F	98.64-68.32 °F
Temperatura gas seco (in/out)	35.78-65.89 °F	35.78-65.89 °F
Presión gas saturado (in/out)	460.7-459.41 psia	460.7-459.41 psia
Presión gas seco (in/out)	448.79-440.83 psia	448.79-440.83 psia

Nota: El diseño final presenta una reducción en el número de tubos de 220 a 200, pero compensa esta reducción con un aumento significativo en el diámetro externo de los tubos, que pasa de 0,75 in a 1,05 in, y un incremento considerable en la longitud de los tubos, de 13,12 ft (4.5 metros) a 19,685 ft (6 metros).

Estos cambios resultan en un aumento del 73.8 % en el área de transferencia térmica, pasando de 622,9 ft² en el prediseño a 1082.8 ft² en el diseño final.



GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: : -

Beneficios derivados del cambio en diseño

1. Mayor área superficial de transferencia térmica:

El aumento del diámetro y la longitud de los tubos amplía la superficie disponible para el intercambio de calor, mejorando la eficiencia térmica del intercambiador.

2. Reducción en la velocidad del fluido:

Aunque disminuye el número de tubos, el mayor diámetro interno y longitud aumentan el área hidráulica, permitiendo que el fluido circule a menor velocidad para un mismo caudal, reduciendo la erosión y el desgaste.

3. Disminución de la caída de presión (ΔP):

La reducción en la velocidad del fluido provoca menores pérdidas de presión dentro del intercambiador, mejorando la eficiencia del proceso y reduciendo el consumo energético asociado al manejo del fluido.

4. Optimización del rendimiento general:

El diseño final logra un equilibrio entre menor número de tubos y mayor área efectiva, facilitando un mejor intercambio térmico con menores costos operativos y mantenimiento.

Verificación de caída de presión admisible:

Es importante asegurarse de que la caída de presión en el intercambiador no exceda los valores permitidos, ya que una caída de presión excesiva puede afectar el rendimiento del sistema. La caída de presión depende de las características del flujo y de la geometría del intercambiador.

$$\Delta p = f \cdot \left(\frac{L}{D}\right) \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

Donde:

- f es el **factor de fricción**, que depende del régimen de flujo (laminar, transitorio, o turbulento).
- L es la longitud del tubo.
- D es el diámetro del tubo.
- ρ es la densidad del gas.



GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: :-

- V es la velocidad del gas en los tubos.

5.2 Selección preliminar de equipos

Con base en los resultados térmicos obtenidos en los cálculos desarrollados para el intercambiador **Gas-Gas (E-302)**, se selecciona una configuración preliminar del equipo que cumpla con los requerimientos técnicos del proceso, condiciones de operación, y criterios de eficiencia y mantenibilidad. Esta selección toma en cuenta las características del fluido (gas natural), las restricciones de diseño y la integración con el sistema existente.

Los criterios considerados para la selección son los siguientes:

- **Tipo de intercambiador seleccionado:**

Se opta por un **intercambiador de carcasa y tubos**, debido a su robustez, facilidad de mantenimiento, versatilidad en el manejo de grandes volúmenes de gas y buena eficiencia térmica en aplicaciones de recuperación de energía entre corrientes gaseosas.

- **Orientación:**

Se selecciona una configuración **horizontal**, ideal para servicios con gas natural, facilita el drenaje de condensados (si los hubiera) y se integra mejor con la disposición en campo de la planta CPF.

- **Material de fabricación:**

Se propone el uso de Tubería de acero al carbono API 5LX y elementos de **ASTM A36** para todos los componentes en contacto con el gas, dada su compatibilidad con gas seco y su costo competitivo. Este material también ofrece buena resistencia mecánica bajo las condiciones de presión y temperatura especificadas (450 psig, 98 °F).

- **Número de pasos y configuración del haz tubular:**

Se contempla una configuración de **1 paso por el lado de los tubos**, para controlar la velocidad del gas y optimizar la transferencia de calor sin generar una caída de



GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: :-

presión excesiva. Esta configuración permite lograr el régimen turbulento necesario ($Re > 4000$) para mejorar la eficiencia térmica.

- **Deflectores (baffles):**

Se seleccionarán **deflectores de segmento simple**, espaciados adecuadamente para inducir un flujo transversal del gas por el lado de la carcasa, promoviendo la turbulencia y mejorando el coeficiente de transferencia de calor. El número y separación de los deflectores será definido con base en la longitud del intercambiador, área requerida y caída de presión permitida.

- **Caída de presión:**

La selección del equipo buscará cumplir con la **caída de presión máxima permisible entre 5 y 10 psid**, tanto en el lado del gas saturado como en el lado del gas seco, de acuerdo con los límites establecidos para el proceso.

- **Accesibilidad y mantenimiento:**

El diseño incluirá cabezales desmontables o tipo canal, bridas de acceso y puertos de inspección, facilitando las tareas de mantenimiento, limpieza e inspección durante la operación regular.

- **Integración con la infraestructura existente de la CPF:**

El intercambiador será diseñado para integrarse sin requerir modificaciones a los sistemas de separación, compresión o líneas existentes. Su ubicación, conexiones de entrada y salida, y requerimientos estructurales serán coordinados con la ingeniería de planta para minimizar impactos en el layout y en la operación actual.

Especificaciones de Tubos y Cálculo de Peso Total

Se consideran 220 tubos rectos de acero al carbono grado 1A (ASTM A1), con las dimensiones típicas que se muestran en la tabla #3.

Para el volumen de un solo tubo tenemos;

GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: : -

$$V_{1\ tubo} = \pi \cdot L \cdot (R_{ext}^2 - R_{int}^2)$$

Una vez conocido el volumen del tubo y considerando que la densidad del acero al carbono es de 7850 kg/m³, es posible calcular su peso multiplicando ambos valores.

$$Peso_{1\ tubo} = V_{1\ tubo} \cdot \rho$$

Conociendo el peso de un tubo y considerando que el diseño contempla un total de 220 unidades (ver Tabla 3), se puede calcular el peso total multiplicando el peso de un solo tubo por 220.

$$Peso_{haz\ tubular} = 220 \cdot Peso_{1\ tubo}$$

Conociendo el volumen total, obtenido al multiplicar el volumen de un tubo por 220, y teniendo en cuenta que la densidad del gas es de 1.437 lb/ft³, es posible calcular el peso del gas contenido al 100 % de capacidad.

$$Peso_{haz\ tubular\ lleno} = Peso_{gas} + Peso_{haz\ tubular\ vacio}$$

A continuación, se procede al cálculo del volumen de la carcasa utilizando la siguiente ecuación:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot D_{imt}^2 \cdot L$$

Posterior al cálculo del volumen de la coraza, y conociendo la densidad del material, se determina su peso.

$$Peso\ coraza_{vacía} = V \cdot \rho$$

Se calcula el peso del gas con el fin de sumarlo al peso de la coraza vacía y así obtener el peso total de la coraza. Esto lo tenemos multiplicando el volumen por su densidad 1.517 lb/ft³.

$$Peso_{Coraza} = Peso_{gas\ seco} + Peso_{coraza\ vacía}$$

Tabla #4. Peso del intercambiador de calor E-302

	Haz tubular	Coraza
Peso de equipo vacío (lb)	2733.75	16616,19
Peso de equipo lleno (lb)	2741,76	16662,86

El peso total del intercambiador de calor lleno, considerando el haz tubular y la coraza con el gas contenido, es **19404,62 libras**.

GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: :-

5.3 Selección de materiales

Para garantizar la adecuada selección de materiales y elementos se empleará como criterio de diseño la relación costo-eficiente de material-espesor que responda satisfactoriamente los requerimientos exigidos por ASME B31.3, así:

Tabla #5. Resultados de cálculo ASME B31.3

Variable	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Unidad
P	900	900	900	900	psi
S	60000	35000	35000	35000	psi
D	24	10	8	6	in
F	0,5	0,5	0,5	0,5	
E	1	1	1	1	
T	1	1	1	1	
tcal	0,360	0,257	0,206	0,154	in
CA	0,0625	0,0625	0,0625	0,0625	in
tmin	0,423	0,320	0,268	0,217	in
tselec	0,750*	0,365	0,322	0,280	

*Para el tamaño señalado, se recomendó este tamaño a medida, no convencional, por indicaciones de procura y rápida disponibilidad en mercado, lo cual genera beneficios en la oportunidad de fabricación.

Con lo cual, el piping class del proyecto quedaría definido como:

GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: : -

PIPING CLASS:	AMPLIACIÓN CPF Ma. CONCHITA	RATING 600 ANSI
SERVICIOS:	GAS NATURAL - PROCESO	
MATERIAL:	Acero al Carbón	CÓDIGO: ANSI/ASME B31.3
TOLERANCIA A LA CORROSIÓN:	1/16"	
RANGOS DE TEMPERATURA:	De -20 F a 120 F	
PRESIÓN DE DISEÑO:	900 Psig	

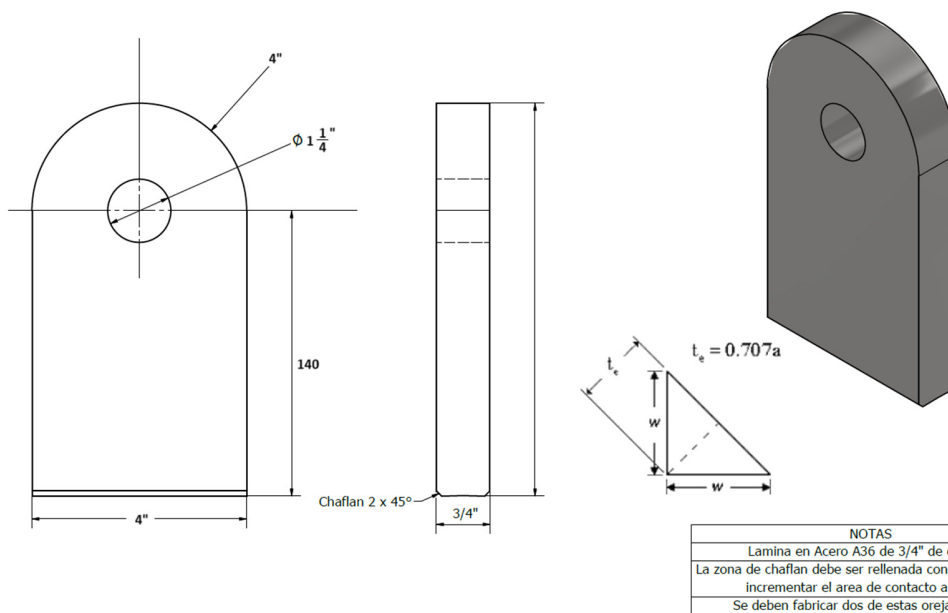
ELEMENTO	DIA (in)	EXTR	CEDULA o ESPESOR	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
TUBERÍA	6"	BE	SCH 40 / STD	CS, SEAMLESS, DIMENSIONS AS PER ANSI B36.10	API 5L Gr B
	8"	BE	SCH 40 / STD		API 5L Gr B
	10"	BE	SCH 40 / STD		API 5L Gr B
	24"	BE	0,750"		API 5L X60
ACCESORIOS	HASTA 1-1/2"	SW	SCH 80	CS, DIMENSIONS AS PER ANSI B16.11	ASTM A234 WPB
	6"	BE	SCH 40 / STD	CS, DIMENSIONS AS PER ANSI B16.9	ASTM A234 WPB
	8" - 10"	BE	SCH 40 / STD	CS, DIMENSIONS AS PER ANSI B16.9	ASTM A234 WPB
	24"	BE	SCH 40	CS, DIMENSIONS AS PER ANSI B16.9	ASTM A234 WPB
O - LETS	HASTA 1-1/2"	SW	SCH 80	CS, DIMENSIONS AS PER MSS SP 97	ASTM A105
	6"	BE	SCH 40 / STD		ASTM A105
	8"	BE	SCH 40 / STD		ASTM A105
	10"	BE	SCH 40 / STD		ASTM A105
BRIDAS	HASTA 1-1/2"	SW RF	SCH 80	CS, DIMENSIONS AS PER ANSI B16.5	ASTM A105
	6"	WN RF	SCH 40 / STD		ASTM A105
	8"	WN RF	SCH 40 / STD		ASTM A105
	10"	WN RF	SCH 40 / STD		ASTM A105
	24"	WN RF	SCH 40		ASTM A105
EMPAQUES	6" - 24"	RF	600 ANSI	API 601 SPIRAL WOUND GASKET, 1/8" THK.	SS-316 (FIBRAS SIN ASBESTOS)
ESPÁRRAGOS				C.S. UNC THREADED ALL THROUGH, DIMENSIONS AS PER ANSI B18.2.2 AND ANSI B16.5	ASTM A193 Gr. B7
TUERCAS				C.S. HEXAGONAL HEAD, UNC. THREADED , DIMENSIONS AS PER ANSI B18.2.1	ASTM A194 Gr. 2H

GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: : -

5.4 Diseño geométrico de la soldadura

Para las condiciones de carga más desfavorables calculadas en el ítem 5.2, a continuación, se presenta el diseño geométrico que define el perfil de filete más idóneo para garantizar el correcto ensamblaje e integridad de fusión en este servicio. Para lo cual las orejas de izaje, marcan la condición de máxima solicitación mecánica a la soldadura, con lo cual se procederá a validar el desempeño del filete a $\frac{1}{4}$ " de perfil, que se definió por geometría constructiva para este servicio:



NOTAS	
Lamina en Acero A36 de $\frac{3}{4}$ " de espesor	
La zona de chafan debe ser rellenada con soldadura para incrementar el area de contacto al equipo	
Se deben fabricar dos de estas orejas de izaje	

Falla cortante en concentrador		
S. fluencia	35000	psi
T.cortante	17500	psi
longitud	4	in
espesor	0,75	in
diametro	1,25	in
Acorte	2,0625	in ²
Fmax	36093,75	Lbf
	18,05	TON

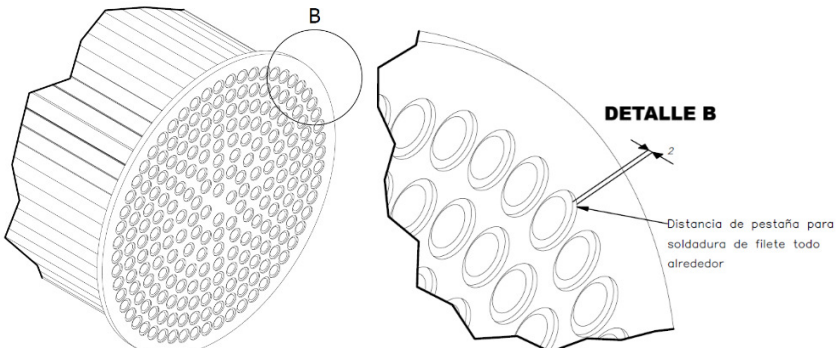
Soldadura Fijación de Base		
Electrodo	60000	psi
tao electro	30000	psi
Filete	0,1875	in
garganta	0,13258252	in
A Soldadura	1,25953395	in ²
Fmax sol	37786,0186	Lbf
	18,9	TON

GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: : -

Con lo cual, la comparación directa de los resultados de falla de toda la carga concentrada del ensamblaje completo en un solo elemento de izaje, muestran desempeño de cumplimiento satisfactorio del filete evaluado; puesto que un solo elemento de izaje, se pudiera soportar la máxima carga muerta del sistema ensamblado, por lo tanto, en la realidad, al distribuir la carga física en dos elementos simétricos de sujeción para el izaje, el factor de seguridad se incrementa a más de 2. Concluyendo así que el filete de ¼" en la soldadura con electrodo E-7018, demuestra ser idóneos para garantizar el adecuado servicio mecánico.

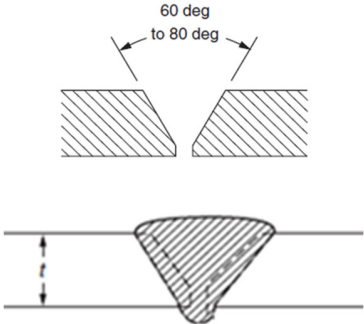
El diseño interno de unión de tubos a los espejos, plantea una soldadura a filete completo todo alrededor, de pestaña de 3/32"

	Parámetro	Valor	Unidad
	Presión diseño	900	psi
	D ext	1,05	in
	filete	0,0938	in
	garganta	0,0663	in
	perímetro	3,2987	in
	Acor	0,2187	in ²
	Electrodo	60.000	psi
	TCortante	30.000	psi
	tao real	3.564	psi
	FS	8,4	

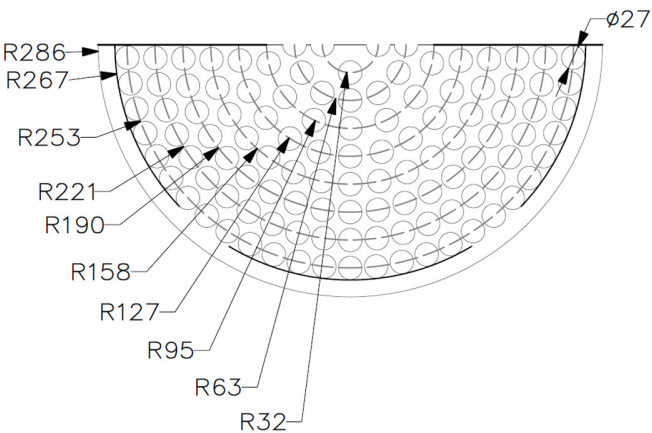
Para las soldaduras exteriores de tubería, el diseño plantea soldadura SMAW, a tope con preparación de junta biselada con electrodo E-6011 / E-6013 y presentación con E-7018.

GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: :-

	Parámetro	Valor	Unidad
	Presión diseño	900	psi
	D ext	24	in
	t pared	0,750	in
	garganta	0,530	in
	perimetro	75,398	in
	Acor	39,986	in ²
	Electrodo	60.000	psi
	TCortante	30.000	psi
	tao real	10.182	psi
	FS	2,9	

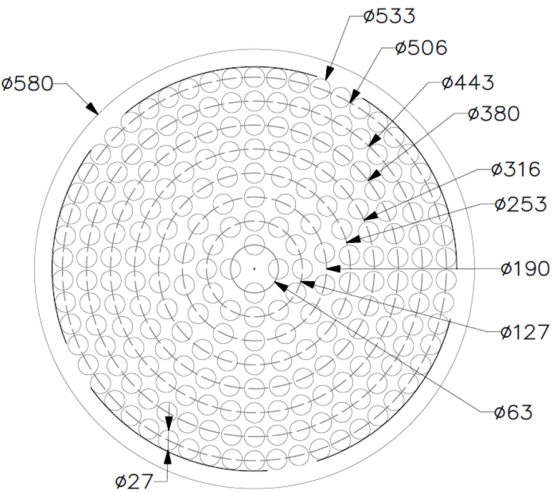
Para las soldaduras internas de los deflectores se plantea soldadura SMAW, en filete todo alrededor de 3/32" con electrodo E-6011 / E-6013 para aplicar como agarre mínimo efectivo de la junta del sistema sobre 30 tubos, es decir cada tubo irá soldado a los espejos, pero como mínimo, sólo 30 de ellos irán soldados a ambos lados de las caras de los deflectores para garantizar el FS en al menos 2.0.

 <p>VISTA EN PERFIL - PLATINA DEFLECTORA</p>	Parámetro	Valor	Unidad
	Presión diseño	900	psi
	A de incidencia	415,48	in
	F incidencia	373928,1	Lbf
	Fde Diseño	747856,1	Lbf
	Electrodo	60.000	psi
	TCortante	30.000	psi
	Area de Pega	30	sq in

GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

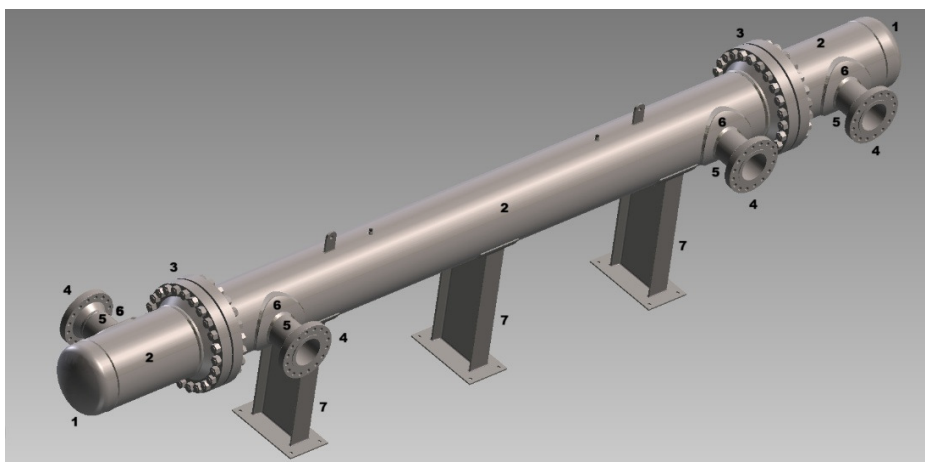
Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: :-

Finalmente, diseño interno de unión la carcasa a los espejos, plantea una soldadura a filete completo todo alrededor, de pestaña de 1/4" mediante soldadura SMAW, con electrodo E-7018.

 <p>VISTA EN PERFIL</p>	Parámetro	Valor	Unidad
	Presión diseño	900	psi
	D ext	22.5	in
	F de incidencia	224356,8	lbf
	Electrodo	70.000	psi
	TCortante	35.000	psi
	Filete	0,250	in
	Garganta	0,177	in
	Acorte	12,773	sq in
	tao real	17.565	psi
	FS	2,0	

CONFIGURACIÓN FINAL DE DISEÑO.

La configuración final de diseño es:



GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: :-

Donde el listado de materiales de los elementos mayores del sistema y su respectiva especificación de acuerdo al piping class del proyecto es:

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CANTIDAD
1	CAP 24". SCH 40. ASTM A234 WPB. CS, BE, DIMENSIONS AS PER ANSI B16.9	2 und
2	TUBERIA 24" BE. 0.750". API 5L-X60. CS, PSL1, Electric Welded Pipe Or SAW Pipe, double random length	7.5 ml
3	FLANGE WN RF 24" ANSI 600 SCH80 ¹ ASTM A105 Gr II. CS, BE, DIM CS, AS PER ANSI B16.5	4 und
4	FLANGE WN RF 10" ANSI 600. SCH 40. ASTM A105 Gr II. CS, BE, DIMENSIONS AS PER ANSI B16.5	4 und
5	TUBERIA 10" BE. SCH-40. API 5L-GrB. CS, PSL1, Electric Welded Pipe Or SAW Pipe, single random length.	2.0 ml
6	PAD DE REFUERZO INDUSTRIAL PARA SALIDA DE 6", FABRICACIÓN SEGÚN PLANOS DE DISEÑO.	4 und
7	SOPORTES DE ANCLAJE INDUSTRIAL, FABRICACIÓN SEGÚN PLANOS DE DISEÑO	3 und

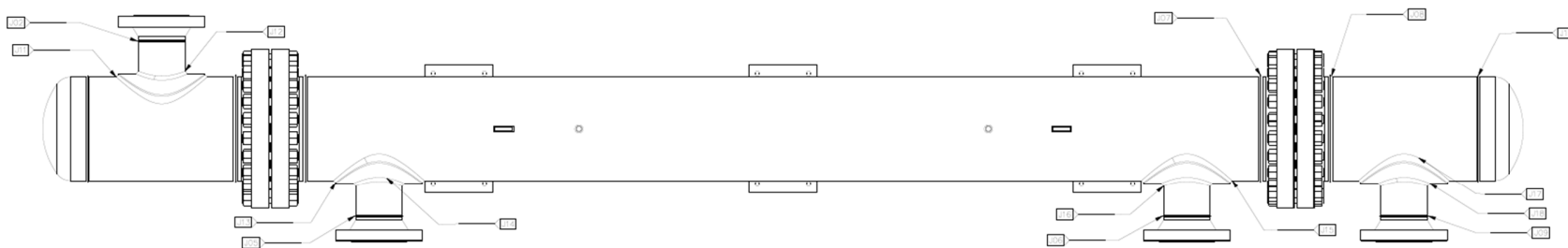
El listado pormenorizado de los demás elementos constitutivos, tales como half cupling, empaques, espárragos y tuercas, estarán especificados en los planos de construcción correspondientes.

El mapa de juntas soldadas queda establecido con 39 juntas externas (siendo las dos últimas las asociadas a los cordones perimetrales de unión entre los espejos y las bridas de acople de la carcasa) y las indicadas en las memorias de cálculo para el ensamblaje interno del cartucho de tubos acoplados a los espejos y deflectores.

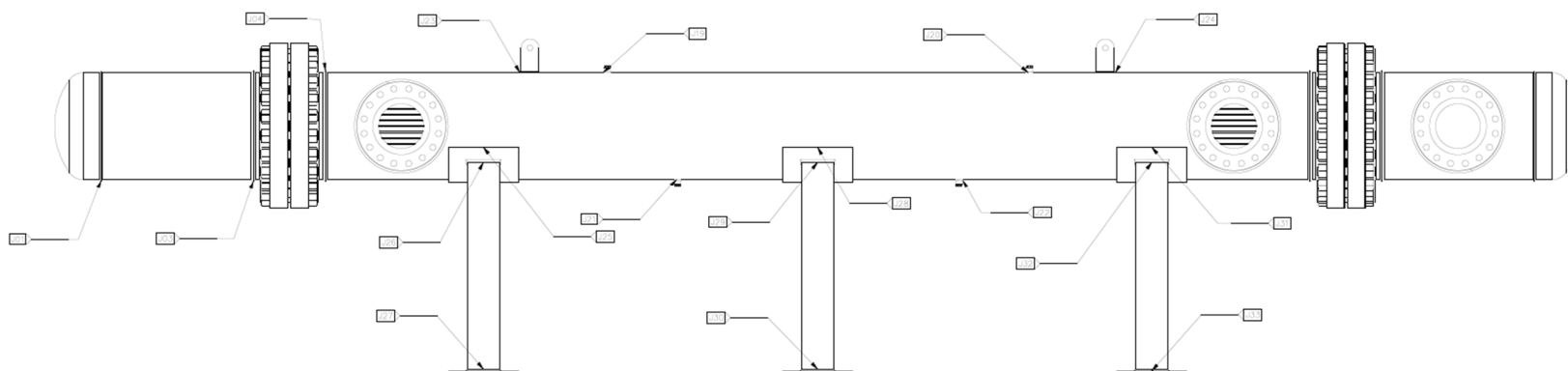
¹ A maquinar en taller para lograr espesor de 0.750".

GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: :-



VISTA EN PLANTA
ESC: 1 : 17.5



GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: :-

TABLA DE JUNTAS

IDENTIFICADOR DE JUNTA	TIPO DE JUNTA	TIPO DE EJECUCIÓN	DIMENSIÓN	SCHEDUL E	ANSI	PROCESO	ELECTRODO	CÓDIGO / NORMA
J1	A TOPE	TODO ALREDEDOR	24"	0.750"	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J2	A TOPE	TODO ALREDEDOR	10"	STD	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J3	A TOPE	TODO ALREDEDOR	24"	0.750"	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J4	A TOPE	TODO ALREDEDOR	24"	0.750"	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J5	A TOPE	TODO ALREDEDOR	10"	STD	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J6	A TOPE	TODO ALREDEDOR	10"	STD	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J7	A TOPE	TODO ALREDEDOR	24"	0.750"	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J8	A TOPE	TODO ALREDEDOR	24"	0.750"	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J9	A TOPE	TODO ALREDEDOR	10"	STD	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J10	A TOPE	TODO ALREDEDOR	24"	0.750"	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J11	FILETE	TODO ALREDEDOR	20"	0.750"	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J12	FILETE	TODO ALREDEDOR	10"	STD	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J12 - RAIZ	FILETE	TODO ALREDEDOR	10"	STD	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J13	FILETE	TODO ALREDEDOR	20"	0.750"	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J14	FILETE	TODO ALREDEDOR	10"	STD	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J14-RAIZ	FILETE	TODO ALREDEDOR	10"	STD	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J15	FILETE	TODO ALREDEDOR	20"	0.750"	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J16	FILETE	TODO ALREDEDOR	10"	STD	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J16-RAIZ	FILETE	TODO ALREDEDOR	10"	STD	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J17	FILETE	TODO ALREDEDOR	20"	0.750"	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J18	FILETE	TODO ALREDEDOR	10"	STD	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J18-RAIZ	FILETE	TODO ALREDEDOR	10"	STD	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J19	FILETE - 3/32"	TODO ALREDEDOR	3/4"	XS	# 3000	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1

GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: : -

IDENTIFICADOR DE JUNTA	TIPO DE JUNTA	TIPO DE EJECUCIÓN	DIMENSIÓN	SCHEDUL E	ANSI	PROCESO	ELECTRODO	CÓDIGO / NORMA
J20	FILETE - 3/32"	TODO ALREDEDOR	3/4"	XS	# 3000	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J21	FILETE - 3/32"	TODO ALREDEDOR	3/4"	XS	# 3000	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J22	FILETE - 3/32"	TODO ALREDEDOR	3/4"	XS	# 3000	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J23	FILETE - 1/4"	TODO ALREDEDOR	4" x 3/4"	3/4"	A-36	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J24	FILETE - 1/4"	TODO ALREDEDOR	4" x 3/4"	3/4"	A-36	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J25	FILETE - 3/32"	TODO ALREDEDOR	Según Plano	1/2"	A-36	SMAW	E-6013	ASME SEC VIII. DIV 1
J26	FILETE - 3/32"	TODO ALREDEDOR	Según Plano	1/2"	A-36	SMAW	E-6013	ASME SEC VIII. DIV 1
J27	FILETE - 3/32"	TODO ALREDEDOR	Según Plano	1/2"	A-36	SMAW	E-6013	ASME SEC VIII. DIV 1
J28	FILETE - 3/32"	TODO ALREDEDOR	Según Plano	1/2"	A-36	SMAW	E-6013	ASME SEC VIII. DIV 1
J29	FILETE - 3/32"	TODO ALREDEDOR	Según Plano	1/2"	A-36	SMAW	E-6013	ASME SEC VIII. DIV 1
J30	FILETE - 3/32"	TODO ALREDEDOR	Según Plano	1/2"	A-36	SMAW	E-6013	ASME SEC VIII. DIV 1
J31	FILETE - 3/32"	TODO ALREDEDOR	Según Plano	1/2"	A-36	SMAW	E-6013	ASME SEC VIII. DIV 1
J32	FILETE - 3/32"	TODO ALREDEDOR	Según Plano	1/2"	A-36	SMAW	E-6013	ASME SEC VIII. DIV 1
J33	FILETE - 3/32"	TODO ALREDEDOR	Según Plano	1/2"	A-36	SMAW	E-6013	ASME SEC VIII. DIV 1
J34 ESPEJO	FILETE - 1/4"	TODO ALREDEDOR	24"	SCH40	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1
J35 ESPEJO	FILETE - 1/4"	TODO ALREDEDOR	24"	SCH40	600	SMAW	E-7018	ASME SEC VIII. DIV 1

6) RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Como resultado del estudio técnico realizado para el dimensionamiento del intercambiador de calor tipo **Gas–Gas (E-302)**, correspondiente al proyecto “*Ampliación CPF María Conchita*”, se definieron los parámetros operativos y de diseño que garantizan su adecuado desempeño térmico bajo las nuevas condiciones del proceso. El diseño fue desarrollado considerando la composición real del gas natural, las condiciones de operación esperadas, y los requerimientos de eficiencia y compatibilidad con la infraestructura existente.



GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: : -

6.1 Resultados del Intercambiador Gas–Gas

Este intercambiador tiene como función principal reducir la temperatura del gas saturado que ingresa al sistema, utilizando como fluido frío el gas seco proveniente del separador. Esta etapa de precalentamiento permite mejorar la eficiencia del sistema general al recuperar energía térmica y minimizar el consumo de refrigeración adicional.

6.2 Conclusiones

- El intercambiador **Gas–Gas (E-302)** está correctamente dimensionado para cumplir con las nuevas condiciones operativas del CPF, garantizando la reducción de temperatura requerida para facilitar el tratamiento posterior del gas.
- La configuración horizontal tipo carcasa y tubos, con dos pasos en los tubos y flujo en contracorriente, representa una solución robusta y eficiente, compatible con la planta existente y de fácil mantenimiento.
- El diseño permite mantener la caída de presión dentro de límites permisibles, lo cual asegura una operación estable del sistema sin sobrecargar los equipos de compresión ni afectar la continuidad del proceso.
- El material de fabricación propuesto, acero al carbono ASTM A36, asegura resistencia adecuada a las condiciones térmicas y químicas del gas, sin incurrir en sobrecostos de materiales especiales.
- Considerando que la validación mecánica de los intercambiadores de calor ya ha sido realizada conforme a los códigos y estándares aplicables (ASME Sección VIII División 1 y TEMA), se recomienda ahora verificar específicamente el cumplimiento de la prueba hidráulica, según lo establecido en la normativa ASME.

Dicha normativa indica que la prueba debe realizarse aplicando una presión equivalente a 1.5 veces la presión máxima de diseño. En este caso, siendo dicha presión de **900 psig**, la prueba hidráulica deberá llevarse a cabo a una presión de **1350 psig**, durante un período mínimo de **dos horas**, conforme a los requisitos de la norma.

GTX
Riohacha, Guajira
Colombia

Documento: : GT-M-MC-03
Fecha: : 02/07/2025
Revisión: : 1
Contrato No.: :-

7) ANEXOS

Listado de planos del proyecto.

1. GT-M-PL-01 – Hoja 1: Isométrico, planta y perfil acotado.
2. GT-M-PL-01 – Hoja 2: Listado de Materiales.
3. GT-M-PL-01 – Hoja 3: Detalle ensamble interno de la coraza.
4. GT-M-PL-01 – Hoja 4: Detalle constructivo de espejos y baffles deflectores.
5. GT-M-PL-01 – Hoja 5: Detalle constructivo cartucho de tubos internos.
6. GT-M-PL-01 – Hoja 6: Soportes.
7. GT-M-PL-01 – Hoja 7: Identificación de juntas soldadas.

8) CONTROL DE CAMBIOS

Revisión 1: Se ajusta el diseño para atender la solicitud de cambio del cliente en cuanto a especificaciones de trabajo, así:

- Uso de tubería de 24" API 5L X 60 de 0.750" y fabricación de costura longitudinal.
- Re-orientación de las boquillas por diseño del piping del sistema.
- Uso de conexiones tipo Branch con refuerzo para fabricación local.

