
	TIPO DE DOCUMENTO: <b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	CÓDIGO DEL DOCUMENTO.: <b>IPE-2025-2977-M-MC-001</b>
	PROYECTO: <b>INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA 4TA Y 5TA UCG EN LA E°C° COLPA</b>	HOJA:  1 de 11
	TÍTULO:  <b>MEMORIA DE CÁLCULO ESPESORES DE TUBERÍAS</b>	


## ÍNDICE DE REVISIONES

Fecha	Revisión	Observaciones
28-08-2025	A	Para Revisión del Cliente
23-10-2025	B	Para Aprobación del Cliente

 <b>Ing. Juan Carlos Ferrufino</b> <b>Ingeniero de Proyecto</b> <b>ELABORADO POR</b>	 <b>Ing. Kevin Vargas</b> <b>Especialista de Tuberías</b> <b>REVISADO POR</b>	 <b>Ing. Andres Aguilar L.</b> <b>Gerente de Proyecto</b> <b>APROBADO POR</b>
--	---	---


ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE YPFB TRANSPORTE S.A. Y NO PODRÁ SER REPRODUCIDO O UTILIZADO PARA CUALQUIER FINALIDAD DIFERENTE DE AQUELLA PARA LA QUE HA SIDO SUMINISTRADO.

Archivo: IPE-2025-2977-M-MC-001-RB

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-M-MC-001</b>
	TÍTULO:	HOJA: 2 de 11
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO ESPESORES DE TUBERÍAS</b>	REV: <b>B</b>

## ÍNDICE

<b>1. OBJETIVO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. ALCANCE.....</b>	<b>3</b>
<b>3. REFERENCIAS.....</b>	<b>3</b>
3.1. NORMATIVA APLICABLE .....	3
<b>4. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO (ASME B31.8) .....</b>	<b>3</b>
4.1. TENSIÓN PERMITIDA A LA TEMPERATURA DE DISEÑO “S” .....	4
4.2. FACTOR DE JUNTA LONGITUDINAL “E” .....	4
4.3. FACTOR DE TEMPERATURA “T” .....	4
4.4. FACTOR DE DISEÑO “F” .....	4
4.5. TOLERANCIAS .....	5
<b>5. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO BAJO ASME B31.3.....</b>	<b>5</b>
<b>6. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO BAJO ASME B31.1.....</b>	<b>7</b>
<b>7. DETERMINACIÓN DEL ESQUEMA DE TUBERÍA.....</b>	<b>8</b>
7.1. CLASE A 150# (ASME B 31.8) .....	8
7.2. CLASE D 600# (ASME B31.8).....	9
7.3. CLASE E 900# (ASME B 31.8).....	9
7.4. CLASE L 150# - SERVICIOS GENERALES (GALVANIZADO) – ASME B31.3.....	10
7.5. CLASE W 150# - SERVICIOS DE AGUA (GALVANIZADO) - ASME B 31.1.....	10
<b>8. CONCLUSIONES.....</b>	<b>11</b>

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-M-MC-001</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO ESPESORES DE TUBERÍAS</b>	3 de 11
		REV:
		<b>B</b>

## 1. OBJETIVO

El objetivo del presente documento es realizar el cálculo de Espesores de Cañerías en aplicación de las normas ASME B31.8, ASME B31.3 y ASME B31.1 para el proyecto "INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA 4TA Y 5TA UCG EN LA E°C° COLPA"

## 2. ALCANCE

Tuberías de transporte de hidrocarburos clase 150#, 600# y 900#, así como 150# para servicios como agua, aire, aceite para la implementación de la 4ta y 5ta UCG en la E°C° COLPA.

## 3. REFERENCIAS

### 3.1. NORMATIVA APLICABLE

[Ref. 1.]	Sistema de Tubería para Transporte y Distribución de Gas	ASME B31.8
[Ref. 2.]	Tuberías de proceso	ASME B31.3
[Ref. 3.]	Power Piping	ASME B31.1

## 4. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO (ASME B31.8)

La fórmula adoptada para el cálculo es:

$$t = \frac{P \cdot D}{2(S \cdot E \cdot F \cdot T)} \quad \text{Ec. ( 1 )}$$

De donde:

$t$  = Espesor calculado [inch]

$P$  = Presión de diseño [psig]


$D$  = Diámetro externo [inch]

$S$  = Tensión permitida a temperatura de diseño [psig]

$E$  = Factor de junta longitudinal

$T$  = Factor de Temperatura

$F$  = Factor de Diseño

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-M-MC-001</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO ESPESORES DE TUBERÍAS</b>	4 de 11
		REV:
		<b>B</b>

#### 4.1. TENSIÓN PERMITIDA A LA TEMPERATURA DE DISEÑO “S”

Se tienen los siguientes valores:

- Para ASTM A106 Gr. B  $S = 35000$
- Para API 5L Gr. B  $S = 35000$
- Para API 5L X52  $S = 52000$
- Para API 5L X65  $S = 65000$

#### 4.2. FACTOR DE JUNTA LONGITUDINAL “E”

Se tiene los siguientes valores:

- Tubería sin costura  $E = 1,0$
- Tubería soldada por resistencia eléctrica  $E = 1,0$
- Soldadura por arco sumergido  $E = 1,0$

Para el proyecto se considera cualquiera de las opciones indicadas

#### 4.3. FACTOR DE TEMPERATURA “T”

Para temperaturas por debajo de los 900° F se tiene:

- Para 250° F;  $T = 1,00$
- Para 300° F;  $T = 0,97$
- Para 350° F;  $T = 0,93$
- Para 400° F;  $T = 0,90$

En el proyecto se tiene temperaturas menores a 250°F, por tanto, se usa  $T=1,00$

#### 4.4. FACTOR DE DISEÑO “F”

Existen los siguientes tipos:

- Clase 1; con  $F = 0,72$
- Clase 2; con  $F = 0,60$
- Clase 3; con  $F = 0,50$
- Clase 4; con  $F = 0,40$

Para el proyecto, se considera un factor de 0.50

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-M-MC-001
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO ESPESORES DE TUBERÍAS	5 de 11
		REV:
		B

#### 4.5. TOLERANCIAS

Se consideró la tolerancia “C” como la suma del grado de erosión “C1” y el grado de corrosión permisible “C2”. No se considera tolerancias de erosión o corrosión, ya que el fluido es un gas seco tratado, sin contaminantes que puedan producir erosión o corrosión.

#### 5. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO BAJO ASME B31.3

Para los Servicios de Aceite Lubricante y Aire se utilizó las ecuaciones de ASME B31.3 Para valores de  $t < DE/6$ , el espesor para tubería a presión interna no debe ser inferior al valor calculado mediante cualquiera de las siguientes ecuaciones:

$$t = \frac{P_i \cdot DE}{2(S \cdot E \cdot W + P_i \cdot Y)} \quad \text{Ec. ( 2 )}$$

$$t = \frac{P_i(DI + 2c)}{2[S \cdot E \cdot W - P_i(1 - Y)]} \quad \text{Ec. ( 3 )}$$

Para calcular el espesor de Diseño por presión interna cuando  $t \geq DE/6$  o la relación  $P_i/S \cdot E > 0.385$ , se considera en especial factores tales como: teoría de falla, efectos de fatiga y esfuerzos térmicos.

Donde:

$t$  : Espesor de diseño por presión, calculado para presión interna


$P_i$  : Presión de diseño interna manométrica

$DE$  : Diámetro externo de la tubería

$DI$  : Diámetro interno de la tubería

$S$  : Esfuerzo básico admisible a tensión del material (Tabla A-1 o Tabla A-1M, ASME B31.3) (Para acero galvanizado A53 Gr. B = 20000 psi)

$E$  : Factor de calidad (Tabla A-1A o Tabla A-1B, ASME B31.3)

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-M-MC-001</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO ESPESORES DE TUBERÍAS</b>	6 de 11
		REV:
		<b>B</b>

$W$  : Factor de reducción de la resistencia de la junta de soldadura (apartado 302.3.5e, ASME B31.3)

$Y$  : Coeficiente obtenido de la Tabla 304.1.1 de la ASME B31.3 valido para valores de  $t < D/6$  y para los materiales indicados. Para valores intermedios de temperatura, pueden obtenerse por interpolación. Para valores de  $t \geq D/6$ , se debe usar la siguiente relación:

$$Y = \frac{DI + 2 \cdot c}{DE + DI + 2 \cdot c} \quad \text{Ec. ( 4 )}$$

Finalmente, el espesor de pared requerido se determinó utilizando la siguiente expresión:

$$t_m = t + c \quad \text{Ec. ( 5 )}$$

Donde:

$t_m$  : Espesor de pared mínimo requerido, incluyendo tolerancias mecánicas, por corrosión y por erosión.

$c$  : Suma de tolerancias mecánicas (profundidad del hilo o de la ranura) más las tolerancias por corrosión y por erosión. Para componentes roscados, se aplicó la profundidad nominal del hilo de rosca. Para superficies maquinadas o ranuradas, cuya tolerancia de 0.5 mm (0.02 in), adicional a la profundidad especificada del corte.


El espesor mínimo para el tubo seleccionado, considerando la tolerancia negativa del fabricante, no fue inferior a  $t_m$  . Por tanto:

$$t_n = \frac{t_m}{1 - t_{fab}} \quad \text{Ec. ( 6 )}$$

Donde:

$t_n$  : Espesor de pared nominal, incluyendo la tolerancia de fabricación de la tubería.

$t_{fab}$  : Tolerancia de fabricación de la tubería.

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	<b>IPE-2025-2977-M-MC-001</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO ESPESORES DE TUBERÍAS	7 de 11 REV: <b>B</b>

## 6. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO BAJO ASME B31.1

Para los Servicios donde el Fluido es Agua se utilizó la norma ASME B31.1 el espesor para tubería a presión interna no debió ser inferior al valor calculado mediante cualquiera de las siguientes ecuaciones:

$$t = \frac{P_i \cdot DE}{2(S + P_i \cdot Y)} + A \quad \text{Ec. ( 7 )}$$

$$t = \frac{P_i DI + 2 S A + 2 y P_i A}{2[SE - P_i y - P_i]} \quad \text{Ec. ( 8 )}$$

Donde,

$t$  : Espesor de diseño por presión, calculado para presión interna

$P_i$  : Presión de diseño interna manométrica


$DE$  : Diámetro externo de la tubería

$DI$  : Diámetro interno de la tubería

$S$  : Esfuerzo básico admisible a tensión del material (Apéndice A de ASME B31.1) equivalente a 17100 psig para A106 Gr.B

$A$ : Espesor adicional, para compensar las uniones roscadas según párrafo 102.4.2, corrosión y erosión según párrafo 102.4.1 de ASME B31.1. Se usa una tolerancia 1/64" por roscado y 1/16" por corrosión

$y$ : Coeficiente según tabla 104.1.2 = 0.4

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-M-MC-001</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO ESPESORES DE TUBERÍAS</b>	8 de 11
		REV:
		<b>B</b>

## 7. DETERMINACIÓN DEL ESQUEMA DE TUBERÍA

### 7.1. CLASE A 150# (ASME B 31.8)

Presión de Diseño: 285 psig; desde -20 hasta 100° F

280 psig a 120° F

*Servicios: Gas Combustible, Gas de Instrumentación, Gas de Arranque, Venteo, Alivios y Drenajes Presurizados, escapes y venteo atmosférico.*

NPS	O.D	S	E	F	T	t	Tolerancia ( C )		TM	WT		Aceptación
( in )	( in )	( psi )				( in )	C1	C2	C + t (in)	SCH	WT ( in )	
3/4"	1,050	35000	1	0,5	1	0,008	0,000	0,000	0,009	80	0,154	Si
1"	1,315	35000	1	0,5	1	0,011	0,000	0,000	0,011	80	0,179	Si
2"	2,375	35000	1	0,5	1	0,019	0,000	0,000	0,019	80	0,218	Si
2 ½"	2,875	35000	1	0,5	1	0,023	0,000	0,000	0,023	40	0,203	Si
3"	3,500	35000	1	0,5	1	0,028	0,000	0,000	0,029	40	0,216	Si
4"	4,500	35000	1	0,5	1	0,036	0,000	0,000	0,037	40	0,237	Si
6"	6,625	35000	1	0,5	1	0,053	0,000	0,000	0,054	40	0,280	Si
8"	8,625	35000	1	0,5	1	0,069	0,000	0,000	0,070	40	0,322	Si
10"	10,750	35000	1	0,5	1	0,086	0,000	0,000	0,088	40	0,365	Si
12"	12,750	35000	1	0,5	1	0,104	0,000	0,000	0,104	STD	0,375	Si
14"	14,000	35000	1	0,5	1	0,114	0,000	0,000	0,114	STD	0,375	Si
16"	16,000	35000	1	0,5	1	0,130	0,000	0,000	0,130	STD	0,375	Si

*WT = Espesor de pared normalizado*


*O.D.= Diámetro Externo*

*C1 = 0.00" (tolerancia de erosión)*

*C2 = 0.00" (tolerancia por corrosión)*

*TM = Espesor calculado (C+t)*



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-M-MC-001</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO ESPESORES DE TUBERÍAS</b>	9 de 11
		REV:
		<b>B</b>

## 7.2. CLASE D 600# (ASME B31.8)

Presión de Diseño: 1480 psig; desde -20° a 100° F

1440 psig a 120° F

*Servicios: Gas proceso, derivaciones, succión y descarga de unidades de compresión.*

NPS	O.D	S	E	F	T	t	Tolerancia ( C )		TM	WT		Aceptación
( in )	( in )	( psi )				( in )	C1	C2	C + t (in)	SCH	WT ( in )	
1/2"	0,840	35000	1	0,5	1	0,035	0,000	0,000	0,035	80	0,147	Si
3/4"	1,050	35000	1	0,5	1	0,043	0,000	0,000	0,043	80	0,154	Si
1"	1,315	35000	1	0,5	1	0,054	0,000	0,000	0,054	80	0,179	Si
2"	2,375	35000	1	0,5	1	0,098	0,000	0,000	0,098	80	0,218	Si
3"	3,500	35000	1	0,5	1	0,144	0,000	0,000	0,144	80	0,300	Si
4"	4,500	35000	1	0,5	1	0,185	0,000	0,000	0,185	80	0,337	Si
6	6,625	35000	1	0,5	1	0,273	0,000	0,000	0,273	80	0,432	Si
8"	8,625	35000	1	0,5	1	0,355	0,000	0,000	0,355	80	0,500	Si
10"	10,750	35000	1	0,5	1	0,442	0,000	0,000	0,442	80	0,594	Si
12"	12,750	35000	1	0,5	1	0,525	0,000	0,000	0,525	80	0,688	Si
16"	16,000	35000	1	0,5	1	0,658	0,000	0,000	0,658	80	0,843	Si

*WT = Espesor de pared normalizado*

*O.D.= Diámetro Externo*

*C1 = 0.00" (tolerancia de erosión)*

*C2 = 0.00" (tolerancia por corrosión)*


*TM = Espesor calculado (C+t)*

## 7.3. CLASE E 900# (ASME B 31.8)

Presión de Diseño de la Clase 900#: 2220 psig; desde -20° F a 100° F

Servicios:

*Conexiones a líneas de descarga de Unidades de Compresión. Solo se aplicó la Clase 900# a la brida, el espesor de la misma fue adoptado para Clase 600# (Punto 7.2.).*

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-M-MC-001
	TÍTULO:	HOJA: 10 de 11
	MEMORIA DE CÁLCULO ESPESORES DE TUBERÍAS	REV: B

#### 7.4. CLASE L 150# - SERVICIOS GENERALES (GALVANIZADO) – ASME B31.3

Presión de Diseño 285 psig desde -20 hasta 100° F

*Servicios: Aire de servicios, aceite lubricante, aceite hidráulico, drenajes abiertos, drenaje de aceite.*

NPS	O.D	S	E	Y	T	T	Tolerancia ( C )		TM	WT		Aceptación
( in )	( in )	( psi )				( in )	C1	C2	C + t (in)	SCH	WT ( in )	
1"	1,315	20000	1	0,4	1	0,009	0,022	0,050	0,082	80	0,179	Si
2"	2,375	20000	1	0,4	1	0,017	0,027	0,050	0,094	40	0,154	Si

*WT = Espesor de pared normalizado*

*O.D.= Diámetro Externo*

*C1 = 12,5% (tolerancia de fabricación)*

*C2 = 0.05" (tolerancia por corrosión)*

*TM = Espesor calculado (C+t)*

#### 7.5. CLASE W 150# - SERVICIOS DE AGUA (GALVANIZADO) - ASME B 31.1

Presión de Diseño 285 psig desde -20 hasta 100° F

*Servicios: Agua de Servicio, agua doméstica, agua de refrigeración.*

NPS	O.D	S	Y	T	Tolerancia ( A )		TM	WT		Aceptación
( in )	( in )	( psi )		( in )	C1	C2	C + t (in)	SCH	WT ( in )	
1"	1,315	17100	0.4	0.01088	0.01563	0.0625	0.08901076	80	0,179	Si
2"	2,375	17100	0.4	0.01966	0.01563	0.0625	0.0977856	40	0.154	Si


*WT = Espesor de pared normalizado*

*O.D.= Diámetro Externo*

*C1 = 1/64" Reducción por rosca*

*C2 = 1/16" (tolerancia por corrosión)*

*TM = Espesor calculado (A+t)*

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-M-MC-001</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO ESPESORES DE TUBERÍAS</b>	11 de 11
		REV:
		<b>B</b>

## 8. CONCLUSIONES

Mediante la metodología de cálculo de la normativa respectiva, se realizó el cálculo de espesores para las diferentes tuberías, asegurando la integridad mecánica de las instalaciones, conforme a las normativas y estándares establecidos.