



YPFB TRANSPORTE S.A.	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA EL PROYECTO ADECUACIÓN ESTACIÓN TARIJA - SP	ICC INGENIEROS S.A.
	MEMORIA DE CALCULO	
	MEMORIA DE CALCULO FLARE	
Página 1 de 10	LI.01-ING-PR-MC.09	REVISIÓN 0



## MEMORIA DE CALCULO FLARE

PROYECTO:

INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA EL PROYECTO  
ADECUACIÓN ESTACIÓN TARIJA - SP



0	23/12/2019	Diseño para Construcción			
Rev.	Fecha	Descripción del Estado	Preparado por	Verificado por	Aprobado por
Revisión del Documento			Página: Total de 10 hojas (Incl. Carátula)		



YPFB TRANSPORTE S.A.	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA EL PROYECTO ADECUACIÓN ESTACIÓN TARIJA - SP	ICC INGENIEROS S.A.
	MEMORIA DE CALCULO	
	MEMORIA DE CALCULO FLARE	
Página 2 de 10	LI.01-ING-PR-MC.09	REVISIÓN 0

RESUMEN DE REVISIÓN DEL DOCUMENTO			
Rev.	Fecha de Revisión	Sección Revisada	Descripción de Revisión
0	23/12/2019	Todo	Diseño para Construcción





YPFB TRANSPORTE S.A.	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA EL PROYECTO ADECUACIÓN ESTACIÓN TARIJA - SP	ICC INGENIEROS S.A.
	MEMORIA DE CALCULO	
	MEMORIA DE CALCULO FLARE	
Página 3 de 10	LI.01-ING-PR-MC.09	REVISIÓN 0

## INDICE

1	OBJETIVO.....	4
2	ALCANCE.....	4
3	ANTECEDENTES.....	4
4	REFERENCIAS Y NORMATIVA DE REFERENCIA.....	4
5	DATOS DE DISEÑO. ....	5
6	CARACTERISTICAS DE LA ANTORCHA (FLARE FL-100).....	6
7	CALCULOS.....	6
7.1	Desarrollo de la Norma API Standard 521 con las restricciones dimensionales. ....	6
7.2	Resultados Dimensionamiento de la Antorcha (Flare FL-100). ....	8
7.3	Niveles de Radiación.....	¡Error! Marcador no definido.
8	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	9



YPFB TRANSPORTE S.A.	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA EL PROYECTO ADECUACIÓN ESTACIÓN TARIJA - SP	ICC INGENIEROS S.A.
	MEMORIA DE CALCULO	
	MEMORIA DE CALCULO FLARE	
Página 4 de 10	LI.01-ING-PR-MC.09	REVISIÓN 0

## 1 OBJETIVO.

El presente documento tiene por objeto presentar la memoria de cálculo de la Antorcha (Flare FL-100) a instalarse en las nuevas instalaciones de la Estación Terminal Tarija, para el proyecto “Ingeniería Básica y de Detalle para el Proyecto Adecuación Estación Tarija – SP”.

## 2 ALCANCE.

Este documento se limita al dimensionamiento y condiciones de operación de la Antorcha (Flare FL-100) a instalarse en las nuevas instalaciones de la Estación Terminal Tarija, para el proyecto “Ingeniería Básica y de Detalle para el Proyecto Adecuación Estación Tarija – SP”.

El dimensionamiento de la Antorcha (Flare FL-100), contempla los siguientes ítems:

- Diámetro Interno del Equipo
- Altura del Equipo
- Recomendaciones Generales



## 3 ANTECEDENTES.

YPFB TRANSPORTE S.A. ha decidido acondicionar las instalaciones existentes de la Estación Terminal Tarija, dentro del alcance del presente proyecto se contempla la instalación de un sistema de Quema por Antorcha (Flare FL-100) para quemar todos los gases aliviados debido a contingencias en alguno de los sistemas de la Estación.

## 4 REFERENCIAS Y NORMATIVA DE REFERENCIA.

- [1] P&ID Diagrama de Cañerías e Instrumentación Área de Recepción de Hidrocarburos (Ingeniería Básica) TJ-E213-PR-00-03-01 de 06.
- [2] P&ID Diagrama de Cañerías e Instrumentación Tanques Horizontales Presurizados (Ingeniería Básica) TJ-E213-PR-00-03-02 de 06.
- [3] P&ID Diagrama de Cañerías e Instrumentación Antorcha, Colector de Sistema de Alivio y Gas de Instrumentos (Ingeniería Básica) TJ-E213-PR-00-03-03 de 06.
- [4] Diagrama de Flujo de Procesos Estación Tarija (PFD) (Ingeniería Básica) TJ-E213-PR-00-03-05 de 06.



YPFB TRANSPORTE S.A.	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA EL PROYECTO ADECUACIÓN ESTACIÓN TARIJA - SP	ICC INGENIEROS S.A.
	MEMORIA DE CALCULO	
	MEMORIA DE CALCULO FLARE	
Página 5 de 10	LI.01-ING-PR-MC.09	REVISIÓN 0

- [5] API STD. 521 - Pressure-relieving and Depressuring Systems. (Sistemas de alivio de presión y despresurización).
- [6] API STD. 537 - Flare Details for General Refinery and Petrochemical Service. (Detalles de antorcha para refinería y servicios petroquímicos en general).
- [7] GPSA - Gas Processors Suppliers Association.

## 5 DATOS DE DISEÑO.

Para el desarrollo de los cálculos los datos para el dimensionamiento de la Antorcha (Flare FL-100) se muestran en la Tabla No. 1:



**Tabla No. 1 Parámetros de diseño para la Antorcha (Flare FL-100)**

Parámetros (Unidad)	Magnitud	Observaciones
Presión de diseño (Psig)	285	ANSI 150#
Presión de operación (Psig)	14	
Temperatura de operación (oF)	109,4	
Caudal de ingreso (Lb-mol/hr)	48 247	Calculado por el simulador Aspen Flare (9,52 MMscfd).
Peso Molecular	46,18	
Densidad del gas (lb/ft3).	0.229	

**Tabla No. 2 Condiciones del Sitio para el diseño de la Antorcha (Flare FL-100)**

Parámetro (Unidad)	Magnitud	Observaciones
Presión en el quemador (Psia)	14,7	Atmosférica
Velocidad del viento (ft/s)	33	
Radiación Admisible Máxima (BTU/lb/ft2)	800	A 100 pies
Radiación Solar (BTU/lb/ft2)	250	
Intensidad de Calor	1	F (Emisividad)
Fracción de Calor Irradiada	0,13	T (Transmisividad)



YPFB TRANSPORTE S.A.	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA EL PROYECTO ADECUACIÓN ESTACIÓN TARIJA - SP	ICC INGENIEROS S.A.
	MEMORIA DE CALCULO	
	MEMORIA DE CALCULO FLARE	
Página 6 de 10	LI.01-ING-PR-MC.09	REVISIÓN 0

## 6 CARACTERISTICAS DE LA ANTORCHA (FLARE FL-100).

La estación Tarija deberá estar provista de su sistema de antorcha para tener una segura y eficiente gestión de los gases o líquidos liberados. Es fundamental en la vida de una planta, estación o unidad de procesamiento el tener en cuenta una situación de emergencia como un incendio o un fallo energético. Una antorcha es el sistema crítico que puede evitar que una interrupción en la Estación, acabe convirtiéndose en un desastre. Toda antorcha, en principio, está pensada para funcionar las 24 horas del día, y dar un servicio durante varios años sin tener la necesidad de hacer una parada. Estará siempre disponible para quemar los gases de alivio de una instalación industrial, aunque haya una parada o interrupción de la misma durante su normal funcionamiento.

El diseño, funcionamiento, y mantenimiento apropiados de los sistemas de emergencia de las antorchas, son extremadamente importantes, ya que son un elemento de seguridad para el personal de la planta y la comunidad circundante.

La antorcha de la Estación Tarija es diseñada para conseguir desempeñar las siguientes funciones:

- Reducir a nivel de suelo las concentraciones de sustancias peligrosas (Sistema de Inertización de Gases).
- Proporcionar seguridad en la gestión y el transporte de sustancias inflamables (Sistema de Seguridad).
- Reducir los compuestos volátiles orgánicos, así como las emisiones de hidrocarburos (Medida Medioambiental).

## 7 CÁLCULOS.



Los cálculos de verificación se realizaron con las consideraciones de diseño en base a las normas vigentes considerando la eficiencia y seguridad.

### 7.1 Desarrollo de la Norma API Standard 521 con las restricciones dimensionales.

Los parámetros más importantes para el dimensionamiento de la Antorcha (Flare FL-100) se calculan mediante ecuaciones extraídas de la API RP 521.

El diámetro del equipo se obtiene mediante la ecuación:



YPFB TRANSPORTE S.A.	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA EL PROYECTO ADECUACIÓN ESTACIÓN TARIJA - SP	ICC INGENIEROS S.A.
	MEMORIA DE CALCULO	
	MEMORIA DE CALCULO FLARE	
Página 7 de 10	LI.01-ING-PR-MC.09	REVISIÓN 0

$$Ma_2 = 1,702 \times 10^{-5} \left( \frac{q_m}{p_2 \cdot d^2} \right) \left( \frac{Z \cdot T}{M} \right)^{0,5}$$

Donde:

- Ma = Mach
- D = Diámetro, in
- Qm = Flujo de gas, lb/hr
- Z = Factor de compresibilidad
- T = Temperatura absoluta, °R
- M = Peso molecular

La distancia mínima desde el centro radiante de la llama hasta un punto determinado es calculada mediante la ecuación empírica de Hajek and Ludwig:

$$D = \sqrt{\frac{\tau \cdot F \cdot Q}{4 \pi \cdot K}}$$

Donde:

- D = Distancia mínima del centro de la llama a un punto determinado, ft
- F = Fracción de calor irradiada
- t = Fracción intensidad de calor transmitida
- Q = Calor liberado, BTU/hr
- K = Radiación permitida, BTU/hr ft<sup>2</sup>



Un factor importante que debe ser tomado en cuenta es la velocidad del gas en la punta del flare, dicho parámetro se calcula con la siguiente ecuación:

$$u_j = \frac{q}{\pi d^2 / 4}$$

Donde:

- u<sub>j</sub> = Velocidad, ft/s
- q = caudal de vapor, scfs
- d = diámetro, in



YPFB TRANSPORTE S.A.	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA EL PROYECTO ADECUACIÓN ESTACIÓN TARIJA - SP	ICC INGENIEROS S.A.
	MEMORIA DE CALCULO	
	MEMORIA DE CALCULO FLARE	
Página 8 de 10	LI.01-ING-PR-MC.09	REVISIÓN 0

## 7.2 Resultados Dimensionamiento de la Antorcha (Flare FL-100).

El resumen de los resultados del dimensionamiento realizado para la Antorcha (Flare FL-100) se presenta a continuación en la tabla No. 3.



**Tabla No. 3 Tabla de dimensiones para la Antorcha (Flare FL-100)**

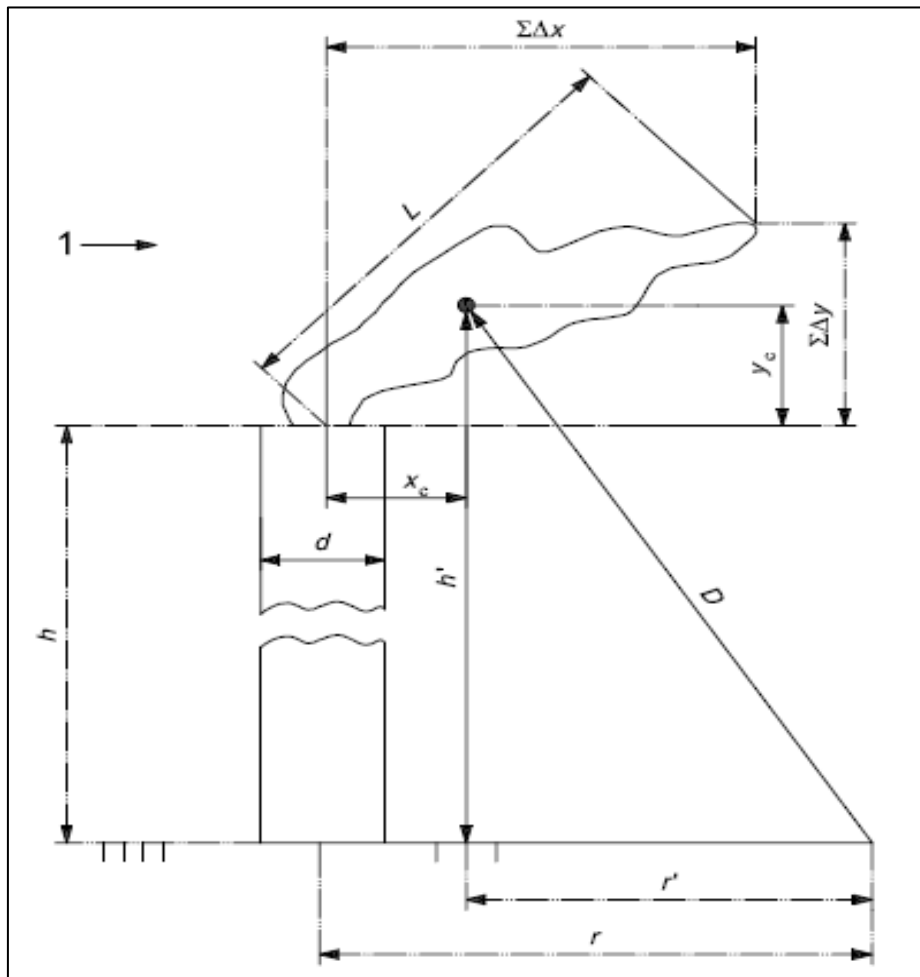
Parámetro (Unidad)	Resultado	Observaciones
Diámetro del Flare (in)	7,29	La Antorcha será de OD (8,625 in) Diámetro Comercial
Velocidad de Salida del Tip (ft/s)	415,5	
Intensidad de Calor Liberado – RADIACIÓN (BTU/hr/ft <sup>2</sup> )	1500,14	Condición Máxima dada a los 54,66 ft (16.7 m)
Altura de Llama (ft)	115,3	35,15 m.
Numero de Mach Máximo	0,5	
Numero de Mach en el Flare	0,166	
Rho V2	4161	
Altura del Flare (ft)	75	22,5 m.

En la tabla No. 3, se muestran los valores obtenidos del cálculo mediante el método de cálculo de la API STD 521. Las dimensiones elegidas para la antorcha (Flare FL-100) son de 8 in de diámetro y 75 ft de altura.

Para un mejor entendimiento de los datos se muestra la siguiente gráfica de distancias:



YPFB TRANSPORTE S.A.	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA EL PROYECTO ADECUACIÓN ESTACIÓN TARIJA - SP	ICC INGENIEROS S.A.
	MEMORIA DE CALCULO	
	MEMORIA DE CALCULO FLARE	
Página 9 de 10	LI.01-ING-PR-MC.09	REVISIÓN 0





## 8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Las conclusiones y recomendaciones a la presente memoria de cálculo son las siguientes:

- Los resultados del cálculo indican que la Antorcha (Flare FL-100), será de 8 [plg] de diámetro (comercial) y con una altura de 75,0 [ft.].
- El diámetro interno de la Antorcha será 7.981 in., con un espesor de 0.322 in., cumpliendo así con el diámetro requerido por el diseño y el espesor especificado por el piping class.
- EL número de pilotos requerido en cada aplicación se encuentra en función del diámetro del quemador. Para antorchas muy pequeñas, un único piloto encenderá de manera fiable los gases de quema de la antorcha. Obviamente, en este tipo de aplicaciones, un fallo en el piloto significaría un fallo completo en el sistema de encendido. Según aumenta el diámetro del quemador, aumenta también el número de pilotos necesarios para un encendido fiable



YPFB TRANSPORTE S.A.	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA EL PROYECTO ADECUACIÓN ESTACIÓN TARIJA - SP	ICC INGENIEROS S.A.
	MEMORIA DE CALCULO	
	MEMORIA DE CALCULO FLARE	
Página 10 de 10	LI.01-ING-PR-MC.09	REVISIÓN 0

de la antorcha, independientemente de la dirección del viento. En la siguiente tabla, se dan el número de pilotos recomendados para la mayoría de los quemadores en función de sus diámetros (referidos al tamaño real de la conexión y no al diámetro hidráulico).

Número mínimo de pilotos recomendados	Diámetro del quemador	
1	Hasta 20,32 cm	Hasta 8"
2	Hasta 60,96 cm	Hasta 24"
3	Hasta 106,68 cm	Hasta 42"
4	Hasta 152,4 cm	Hasta 60"

Si bien el número mínimo recomendado de pilotos para los quemadores de 8 [pulg] o menores es de sólo uno, se puede lograr una mayor fiabilidad si al menos son instalados dos pilotos en cada antorcha. A menudo se añaden más pilotos de los arriba recomendados para así reducir aún más el riesgo de liberación de hidrocarburos que no sean quemados.

