


	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	MU-E50-EM/PR0022-01 de 02
	PROYECTO:	HOJA:
	SERVICIO DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICIÓN- SIDERURGICA MUTÚN	2 de 14
		REV:
		0
TITULO:		
BASES DE DISEÑO		



## ÍNDICE

<b>1. OBJETIVO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. ALCANCE .....</b>	<b>5</b>
<b>3. NORMAS DE REFERENCIA.....</b>	<b>5</b>
<b>4. UBICACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>6</b>
<b>5. CONDICIONES DE SITIO .....</b>	<b>7</b>
<b>6. DATOS PARA EL DISEÑO.....</b>	<b>7</b>
6.1. CONDICIONES DE OPERACIÓN .....	7
7.1. CROMATOGRAFÍA DEL GAS.....	8
<b>8. ALCANCE DEL PROYECTO .....</b>	<b>9</b>
8.1. PROCESOS .....	9
8.1.1. CRITERIOS DE DISEÑO CAIDA DE PRESIÓN .....	10
8.1.1. VELOCIDAD DEL GAS .....	11
8.2. MECÁNICA TUBERÍAS.....	11
8.3. ELÉCTRICA .....	12
8.4. INSTRUMENTACIÓN.....	13
8.4.1. CANALIZACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN.....	13
8.5. CIVIL .....	13

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>MU-E50-EM/PR0022-01 de 02</b>
	PROYECTO:	HOJA:
	<b>SERVICIO DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICIÓN- SIDERURGICA MUTÚN</b>	<b>3 de 14</b>
		REV:
	TÍTULO:	<b>0</b>
		<b>BASES DE DISEÑO</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Condiciones ambientales .....	7
Tabla 2. Condiciones de Operación .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 3. Cromatografía del Gas .....	8

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>MU-E50-EM/PR0022-01 de 02</b>
	PROYECTO:	HOJA:
	<b>SERVICIO DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICIÓN- SIDERURGICA MUTÚN</b>	<b>4 de 14</b>
		REV:
	TÍTULO:	<b>0</b>
		<b>BASES DE DISEÑO</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Ubicación de Proyecto .....</b>	<b>6</b>
--	----------

 Gas TransBoliviano S.A.	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	PROYECTO:	<b>MU-E50-EM/PR0022-01 de 02</b>
		HOJA:
		REV:
	TÍTULO:	<b>5 de 14</b>
		<b>0</b>
		<b>BASES DE DISEÑO</b>

## 1. OBJETIVO

El objetivo de la presente memoria descriptiva es describir los lineamientos de diseño para la Ingeniería Básica y Detalle interconexión del puente de medición de gas combustible para la Planta de Acero Integrada del Mutún.



## 2. ALCANCE

Contempla en dar las bases técnicas de diseño que contemplan las distintas disciplinas implicadas en el proyecto como ser procesos, mecánica / piping, instrumentación, eléctrica y civil. Para el diseño del puente de medición de gas combustible y las facilidades de interconexión entre la Estación de Medición Mutún - GTB y la línea de transporte de gas a la Planta Siderúrgica Integrada de Mutún.

## 3. NORMAS DE REFERENCIA

Las normas constructivas de ingeniería que se toman en cuenta para los trabajos mencionados son las siguientes:

- ASME (American Society of Mechanical Engineers)
- API (American Petroleum Institute)
- ASTM (American Society for Testing and Materials)
- MSS (Manufacturer's Standardization Society)
- ISA (Instrument Society of America)
- IEC (International Electro Technical Commission)
- NEMA (National Electrical Manufacturers Association)
- NFPA (National Fire Protection Association)
- FM (Factory Mutual)
- UL (Underwriter's Laboratories Inc.)
- NACE (National Association of Corrosion Engineers)
- ACI (American Concrete Institute)
- CHB (Código de Hormigón Boliviano, última versión)
- NEC (National Electrical Code)

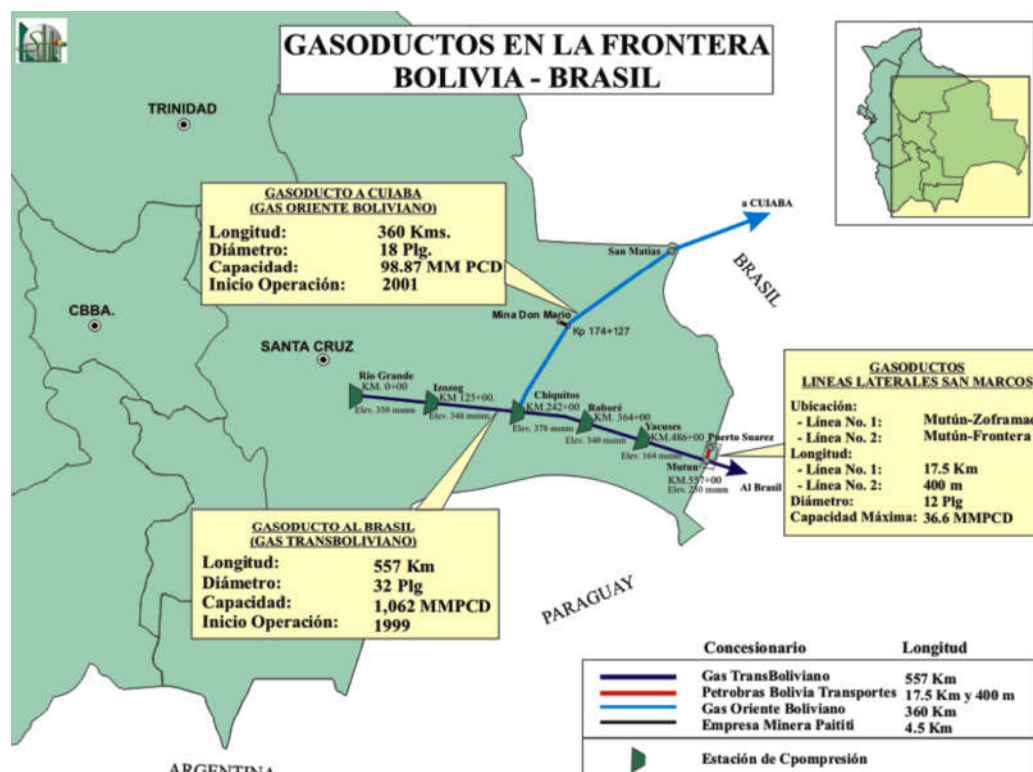
	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>MU-E50-EM/PR0022-01 de 02</b>
	PROYECTO:	HOJA:
	<b>SERVICIO DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICIÓN- SIDERURGICA MUTÚN</b>	<b>6 de 14</b>
	TÍTULO:	REV:
	<b>BASES DE DISEÑO</b>	<b>0</b>

- IEEE-80                      Guide for Safety in AC Substation Grounding
- NFPA 70 Art. 500        Hazardous (Classified) Locations, Class I, II, and III, Divisions 1 and 2
- API RP 500                Recommended Practice for classification of locations for Electrical installations at Petroleum Facilities



#### 4. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto: “**SERVICIO DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICIÓN- SIDERURGICA MUTÚN**”, la estación de medición Mutún, ubicada a 28 km al sur de la localidad de Puerto Quijarro, es la última estación del gasoducto GTB, dedicada exclusivamente a la medición del volumen y control de calidad del gas natural que se entrega a Brasil. Latitud: 19°6’35” Longitud: 57°49’9” Altitud: 150 msnm

**Figura 1. Ubicación de Proyecto**



Referencia: Bases de diseño AMPLIACIÓN GASODUCTO GSP FASE II.

 <b>gtb</b> Gas TransBoliviano S.A.	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>MU-E50-EM/PR0022-01 de 02</b>
	PROYECTO:	HOJA:
	<b>SERVICIO DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICIÓN- SIDERURGICA MUTÚN</b>	<b>7 de 14</b>
		REV:
		<b>0</b>
	TITULO:	
	<b>BASES DE DISEÑO</b>	

## 5. CONDICIONES DE SITIO

En la siguiente tabla se muestran las principales condiciones de sitio del proyecto:

**Tabla 1.** Condiciones ambientales

Condiciones (*)	Units	Value
Elevación (Máx. / Min.)	msnm	150 / 103
Temperatura ambiente máxima media	°C	31,8
Temperatura ambiente mínima media	°C	18,9
Precipitación promedio Lluvias (Promedio Anual)	mm	129,5
Record de Lluvia	mm	28,3
Humedad Relativa	%	65,8
Velocidad Máxima del Viento (diseño)	Km/h	112,2
Zona Sísmica según Norma CIRSOC 103	-	Zona 1

Referencia: Senamhi Bolivia

## 6. DATOS PARA EL DISEÑO



### 6.1. CONDICIONES DE OPERACIÓN

En la tabla a continuación se muestran las condiciones de operación de la Estación Qhora-Qhora:

**Tabla 2.** Condiciones de Operación

Datos Operativos (*)			
Descripción	Units	Value	
Caudal de Transporte máximo	MMscfd	31,35	
Caudal de Transporte promedio	MMscfd	25,08	
Presión Máxima (Interconexión Gasoducto GTB)	psig	1015	
Presión Mínima de Salida (Interconexión Gasoducto GTB)	psig	870	
Temperatura Promedio (Interconexión Gasoducto GTB)	°F	68	

(\*)De acuerdo a información GTB S.A

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	PROYECTO:	<b>MU-E50-EM/PR0022-01 de 02</b>
		HOJA:
		REV:
	TÍTULO:	
	BASES DE DISEÑO	



## 6.2. CROMATOGRAFÍA DEL GAS

La composición del gas a ser transportado desde la estación de medición Mutún - GTB a la Planta Siderúrgica Integrada de Mutún es:

**Tabla 3.** Cromatografía del Gas

Composición (*)	% Molar
Nitrogen (N2)	0,76
Carbon Dioxide (CO2)	1,22
Methane / Metano (C1)	90,74
Ethane / Etano (C2)	5,39
Propane / Propano (C3)	1,22
n-Butane / n-Butano (n-C4)	0,27
i-Butane / i-Butano (i-C4)	0,19
n-Pentane / n-Pentano (n-C5)	0,06
i-Pentane / i-Pentano (i-C5)	0,08
Hexane / Hexano (C6)	0,04
Heptane / Heptano (C7)	0,02
Octane / Octano (C8)	0,01
Nonane / Nonano (C9)	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>
Specific Gravity / Gravedad Especifica	0,619
Heating Value / Poder Calorifico (BTU/SCF)	1027,9



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	MU-E50-EM/PR0022-01 de 02
	PROYECTO:	HOJA:
	SERVICIO DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICIÓN- SIDERURGICA MUTÚN	9 de 14
	REV:	
	0	
	TITULO:	
BASES DE DISEÑO		



## 7. ALCANCE DEL PROYECTO

### 7.1.PROCESOS

Se realizará una simulación hidráulica para dimensionar la línea de interconexión de que se instalará entre La Estación de Medición Mutún - GTB y la línea de transporte de gas a la Planta Siderúrgica Integrada de Mutún para las condiciones de operación citadas en el apartado 6.1 del presente documento.

La simulación hidráulica se la realizará con el software Hysys 10.0, mediante el módulo Aspen Hydraulics, el paquete termodinámico Peng Robinson, módulo para diseñar líneas de transporte de gas natural.

Los siguientes criterios de diseño serán tomados en cuenta:



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>MU-E50-EM/PR0022-01 de 02</b>
	PROYECTO:	HOJA:
	<b>SERVICIO DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICIÓN- SIDERURGICA MUTÚN</b>	<b>10 de 14</b>
	TÍTULO:	REV:
	<b>BASES DE DISEÑO</b>	<b>0</b>

### 7.1.1. CRITERIOS DE DISEÑO CAIDA DE PRESIÓN

De acuerdo con API RP 14E, las líneas de gas deben verificar que la presión al final de la línea sea lo suficientemente alta como para cubrir los requerimientos del siguiente equipo. Existen estudios específicos respecto a los límites mínimos y máximos recomendables de caída de presión en gasoductos que tienen por objetivo optimizar el diámetro óptimo para determinadas condiciones (Mohitpour, 1993). Para este estudio se consideran las buenas prácticas de ingeniería donde si la caída de presión del gasoducto es mayor al valor máximo preestablecido es probable que el compresor aguas arriba este siendo sobre exigido y consuma mayor cantidad de gas combustible como también es probable que existan más problemas operativos inducidos por los excesivos gradientes de presión, a continuación, se detallan los límites de caída presión recomendados.

<b>Design Pressure / Presión de Diseño (psig)</b>	<b><math>\Delta P</math> (psi) / 100 ft.</b>
0 - 101,5	0,0442 – 0,1769
101,5 - 507,6	0,1769 – 0,4864
507,6 - 2030,5	0,4864 – 1,1939
2325,0	1,417

Tabla de Criterios de Dimensionamiento de Líneas de Gas

 <b>gtb</b> <small>Gas TransBoliviano S.A.</small>	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>MU-E50-EM/PR0022-01 de 02</b>
	PROYECTO:	HOJA:
	<b>SERVICIO DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICIÓN- SIDERURGICA MUTÚN</b>	<b>11 de 14</b>
		REV:
	TÍTULO:	<b>0</b>
		<b>BASES DE DISEÑO</b>

### 7.1.1. VELOCIDAD DEL GAS

Se considera como criterio de verificación que la velocidad máxima del fluido en la cañería no debe exceder el 90% de la velocidad de erosión. La velocidad de erosión se calcula de acuerdo al criterio propuesto en la API RP 14E. La velocidad puede dar lugar también a problemas de ruido en caso de superarse los 18m/s (60ft/s), aunque este criterio no es limitante dado que las velocidades pueden ser superiores si el ruteo de cañerías, la selección de válvulas y la localización de las instalaciones son adecuadas con el fin de aislar el ruido.

$$V_{erosional} = \frac{c}{\sqrt{\rho_{gas}}}$$

Erosional Velocity Equation according to API 14E, Imperial System Equation / Ecuación Velocidad Erosional según API 14E, Ecuación en Sistema Ingles

Donde:


- $c$  = 100 a 250 = Empiric Constant / Constante empirica
- $\rho_{gas}$  = Gas Density / Densidad del Gas.

### 7.2.MECÁNICA TUBERÍAS

El diseño Mecánico / Piping de la Ingeniería Básica y Detalle interconexión del puente de medición de gas combustible para la Planta de Acero Integrada del Mutún., comprende la elaboración de planos y documentos, los cuales incluirán las interconexiones con líneas existentes identificados en la visita de campo, así como los ruteos de tuberías de las nuevas líneas y la ubicación de los puntos de TIE IN.

- **Criterios**

- A. La especificación de materiales se hará de acuerdo al documento “Especificación Clase De Tuberías, Válvulas Y Accesorios (Piping Class)”.

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>MU-E50-EM/PR0022-01 de 02</b>
	PROYECTO:	HOJA:
	<b>SERVICIO DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICIÓN- SIDERURGICA MUTÚN</b>	<b>12 de 14</b>
		REV:
		<b>0</b>
	TÍTULO:	
	<b>BASES DE DISEÑO</b>	

- B. La ubicación del nuevo ruteado de tuberías dentro de la Estación Mutún se hará de acuerdo con el área designada por Gas TransBoliviano S.A. durante el Relevamiento de Campo.
- C. Se identificarán todas las interferencias con equipos mecánicos existentes, así como estructuras civiles, eléctricas e instrumentación que fueran afectados por el nuevo diseño y disposición.
- D. Se deberá considerar la instalación de un nuevo puente de medición en la ubicación y área disponible designada por Gas TransBoliviano S.A. durante el Relevamiento de Campo.
- E. Se deberá considerar tramos de tuberías enterrados para evitar cualquier interferencia con vías/caminos de acceso dentro de la Estación mutún.

### 7.3. ELÉCTRICA



El sistema de puesta a tierra (PAT) considerará el aterramiento de todos los equipos eléctricos y estructuras metálicas.

El diseño de puesta a tierra estará de acuerdo con norma IEEE-80 (Guide for Safety in AC Substation Grounding).

El sistema de puesta a tierra será interconectado a la malla de puesta a tierra general existente con el fin de bajar el valor de resistencia de puesta a tierra y evitar sobre todo diferencias de potenciales entre mallas de diferentes sistemas.

La red de puesta a tierra principal estará constituida de una malla de conductores de cobre blando de 70mm<sup>2</sup>, enterrada a 600mm de profundidad, con jabalinas de acero con revestimiento de cobre (copperweld), de 2,4m de longitud y 19mm (3/4") de diámetro.

Todas las partes metálicas expuestas de los equipos eléctricos no conductoras de corriente, estructuras metálicas, cerco perimetral, etc. Serán directamente conectados a la red de la malla principal mediante conductores de cobre desnudo de 35mm<sup>2</sup>.

 Gas TransBoliviano S.A.	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	PROYECTO:	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	
		<b>SERVICIO DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICIÓN- SIDERURGICA MUTÚN</b>	HOJA:
			REV:
	TÍTULO:		
	<b>BASES DE DISEÑO</b>		

Todas conexiones de la red de puesta a tierra serán del tipo de soldadura exotérmica (Cadweld o similar).

La clasificación de áreas peligrosas se realizó de acuerdo con lo indicado en la Norma API RP 500 Electrical installations in Petroleum Processing Plants, es decir mediante el uso de Clase y División. El diseño de las instalaciones será de acuerdo a lo recomendado en la NFPA 70 artículo 500 que refiere a lugares (clasificados) peligrosos, Clases I, II y III, Divisiones 1 y 2.

#### **7.4. INSTRUMENTACIÓN**

Para el presente proyecto se tomará como base el diseño de la estación existente, y se consideran los siguientes puntos:

Se especificará un computador de flujo que deberá cumplir con los requisitos de la AGA para el cálculo de gas de transferencia de custodia, este computador de flujo recibirá las variables de presión y temperatura, así como las del flujo desplazado en pulsos/ m3.

Las señales de presión y temperatura deben ser suministradas por transmisores con una precisión expresada como error no superior a +/- 0,15 % del alcance máximo del instrumento.

Los instrumentos nuevos para el Puente de Medición especificadas de acuerdo con las condiciones de proceso y los requerimientos mínimos del área en que serán puestos en servicio.

##### **7.4.1. CANALIZACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN**



La canalización de instrumentación se realizará con conduit metálicos de acero galvanizado inmersión en caliente interior y exteriormente. Deberá ser conduit sin costura ANSI C80.1 y UL-6.

Dimensionamiento y diseño del tendido de conduits, cables aéreos y subterráneos e instalación de cámaras o cajas de paso, de acuerdo con el código NEC.

#### **7.5. CIVIL**

Este acápite describe los criterios de diseño de las obras civiles del presente proyecto.

Se consideran preliminarmente las siguientes actividades que deberán ser definidas conforme la Ingeniería lo requiera:

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	PROYECTO:	<b>MU-E50-EM/PR0022-01 de 02</b>
		HOJA:
		REV:
	TÍTULO:	
	BASES DE DISEÑO	

- Fundaciones de equipos, soportes de tuberías, gradas de acceso, pasarelas, fundaciones de luminarias, cámaras instalaciones eléctricas y de instrumentación.
- Bases de hormigón, soportes metálicos y grampas para equipos y tubería, donde se requieran.
- En la etapa de la ingeniería el cliente deberá definir se requiere una cubierta metálica para el puente de medición.

Para realizar los diseños se necesitan las siguientes informaciones:

a) **DATOS DE CAMPO:**

- Datos del Suelo para el cálculo de fundaciones (Tensión Admisible del Suelo, Angulo de fricción, Perfil geológico, etc.)
- Levantamiento Topográfico, para tener la superficie de trabajo, las interferencias naturales y artificiales.

b) **DATOS DE GABINETE:**

Dimensiones y Pesos de los equipos

Dimensiones y Pesos de válvulas

Ruta y elevaciones del Piping

Las Normas de aplicación para el cálculo y diseño de las diferentes estructuras son las siguientes:

**Normas Americanas de Aplicación:**

**NB 1225001-1** – Hormigón Estructural – Parte 1: Especificaciones

**NB 1225001-2** – Hormigón Estructural – Parte 2: Comentarios

**ACI** – Instituto Americano del Concreto

**AISC** - Instituto Americano del Acero de Construcción

**ASCE 7** – Sociedad Americana de Ingenieros Civiles

**ASTM** – Sociedad Americana de Ensayos de Materiales