

MINISTERIO DE EDUCACION



**CARRERA DE INGENIERÍA DEL PETRÓLEO Y  
GAS NATURAL**

**ANALISIS TECNICO-ECONOMICO DE LA  
INSTALACION DOMICILIARIA DE GAS NATURAL  
EN LA LOCALIDAD DE SAN IGNACIO DE MOXOS-  
BENI-BOLIVIA**

TESIS: PARA OBTENER EL TITULO DE LICENCIATURA EN  
PETRÓLEO Y GAS NATURAL

PRESENTADO POR: Tec. AMIR ANIBAL VIRUEZ JUSTINIANO

ASESOR TÉCNICO: ING. AMILCAR SOTO

TERRITORIO GUARANÍ – BOLIVIA

2022

## HOJA DE APROBACIÓN

### ANALISIS TECNICO-ECONOMICO DE LA INSTALACION DOMICILIARIA DE GAS NATURAL EN LA LOCALIDAD DE SAN IGNACIO DE MOXOS-BENI-BOLIVIA

Presentado por: Tec. Amir Anibal Viruez Justiniano

---

ING. Elizabeth Vargas Cáceres

Director de Carrera

---

Ing. Amilcar Soto  
Asesor Técnico

---

Tec. Antonia Maleca noza  
Asesor Lengua Indígena

---

MSc. Ing. Katherin Sejas Velasco  
Tribunal Técnico

---

MSc. Ing. Rodolfo F. Toledo Escalante  
Tribunal Técnico

---

Tec. Carmen Cayuba Justiniano  
Tribunal Lengua Indígena

## DEDICATORIA

### **Dedico esta tesis a:**

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante el periodo de estudio.

Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Principalmente, a mis padres que me apoyaron y contuvieron los momentos malos y en los menos malos. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento.

Me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño. Todo esto con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

Mi madre **Marlem Justiniano Castedo**, por darme la vida, su gran amor, comprensión, creer en mí y por qué siempre me apoyaste incondicionalmente. Mamá gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.

Mi abuelo “Q.E.P.D.” **Anselmo Justiniano Hurtado** y **Carmen Castedo Hurtado**, por quererme y apoyarme siempre incondicionalmente, esto también se lo debo a ustedes mis amados padres.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradezco a Dios por ser mi fuerza y mi motor cada día.

Esta tesis de grado es el resultado de trabajo en equipo, gracias a la ayuda de muchas personas que colaboraron y participaron en ella de forma directa e indirectamente.

**A mis padres**

les agradezco a mi madre y abuelos que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades. También son los que me han brindado el soporte material y económico para poder concentrarme en los estudios y nunca abandonarlos.

**A mis Tíos**

Maicoll Justiniano Castedo y Delicia Rossio Lopez Tolaba de Justiniano por su colaboración y apoyo para con mi trabajo de Investigacion, tanto económico y moralmente, gracias queridos tios, Dios los bendiga grandemente.

Erieck Aselmo Justiniano Castedo Y Carlos Wismar Justiniano Castedo por su gran apoyo económico y moral.

A las pastoras Keyla Riojas, Escarleth Rivera, hermana Maria Nela Duran, America Zelada y todos los Hermanos de casa de Oracion por sus oraciones constantes al Dios todo poderoso, muchas gracias de corazón.

Extiendo mi más sincero agradecimiento al plantel docente de la carrera de ingeniería del petróleo y gas natural de la “Unibol Guaraní y Pueblos de Tierras Bajas Apiaguaiki Tüpa” por sus valiosos aportes en mi formación profesional.

## INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCION.....	1
1.1.	Planteamiento del problema.....	2
1.2.	Objetivos .....	3
1.2.1.	Objetivo general .....	3
1.2.2.	Objetivos específicos.....	3
1.3.	Justificación .....	3
1.3.1.	Justificación técnica.....	4
1.3.2.	Justificación social.....	4
1.3.3.	Justificación económica.....	4
II.	MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.	El gas natural .....	6
2.1.1.	Características del gas natural .....	6
2.2.	Industria del gas natural .....	8
2.2.1.	Extracción y distribución del gas natural .....	8
2.2.2.	Consumo residencial o domiciliario.....	9
2.2.3.	Usos del gas natural.....	10
2.3.	El gas natural en bolivia .....	11
2.4.	Ventajas para el medio ambiente .....	12
2.5.	Utilidad del gas natural.....	13
2.5.1.	Instalaciones Internas de Gas natural en Bolivia .....	13
2.5.2.	Fases del gas natural .....	14
2.5.3.	ERM (City gate) .....	15
2.5.4.	Red primaria .....	15
2.5.5.	EDR.....	16
2.5.6.	Red secundaria .....	16
2.6.	Tipos de instalaciones.....	17

2.6.1.	Instalaciones domesticas.....	17
2.6.2.	Instalaciones terciarias .....	17
2.6.3.	Instalaciones industriales.....	18
2.7.	Configuración para una instalación de gas.....	18
2.7.1.	Acometidas para instalaciones de gas domiciliario. ....	18
2.7.2.	Tipos de acometidas en instalaciones domiciliarias:.....	19
2.7.3.	Estación de despacho .....	21
2.7.4.	Gabinete de gas .....	21
2.7.5.	Ejecución de instalaciones internas de Gas Natural .....	26
2.7.6.	Procesos constructivos.....	26
2.7.7.	Materiales utilizados en las instalaciones internas de gas natural.....	28
2.8.	Especificaciones Técnicas de la Red Interna de Gas Natural.....	30
2.8.1.	Características de la red interna .....	31
2.8.2.	Válvulas de mando para artefactos a gas .....	31
2.8.3.	Conexiones soldadas .....	32
2.8.4.	Prueba de hermeticidad.....	32
2.9.	Descripción de la Instalación domiciliaria de Gas Natural en la localidad de San Ignacio de Moxos-Beni-Bolivia. ....	33
2.9.1.	Normas y lineamientos para la instalación interna de gas natural.....	33
III.	MARCO METODOLÓGICO.....	36
3.1.	Ubicación .....	36
3.2.	Enfoque de la investigación .....	36
3.3.	Tipo de la investigacion.....	37
3.4.	Diseño de la investigacion .....	37
3.5.	Universo y muestra .....	37
3.6.	Técnicas e instrumento de recolección de datos .....	37
3.7.	Procesamiento de la Información .....	38
3.7.1.	Nociones de Cálculo de la Red Interna de Gas .....	38
3.7.2.	Elementos de cálculo del diámetro de la red de gas .....	42

IV.	RESULTADOS .....	46
4.1.	Proyecto Instalación de Gas Domiciliario .....	46
4.1.1.	Red de gas natural y cofre de medición.....	46
4.1.2.	Determinación de la Potencia de los Aparatos de Producción de Agua Caliente.	
	46	
4.1.3.	Calculo factor de perdida por potencia por altura.....	47
4.1.4.	Potencia útil.....	47
4.1.5.	Potencia absorbida.....	48
4.1.6.	descripción del proyecto .....	49
4.1.7.	Ubicación del medidor y del regulador.....	49
4.2.	Consideraciones Preliminares.....	50
4.2.1.	Ubicación del Aparato de Gas .....	51
4.2.2.	Alimentación de aire .....	51
4.2.3.	Determinación del diámetro de las tuberías .....	51
4.2.4.	Indicaciones para la ubicación de tubería .....	51
4.2.5.	Alimentación con gas natural.....	52
4.2.6.	Materiales y Accesorios Para la Instalación de Gas Natural .....	53
4.2.7.	Supervisión de la obra y entrega de material.....	54
4.2.8.	Requisitos de Orden Técnico.....	56
4.2.9.	Costo de la Instalación Interna de Gas Natural Domiciliario.....	58
4.2.10.	Beneficios de la instalación.....	59
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	60
5.1.	Recomendaciones .....	61
VI.	BIBLIOGRAFÍA.....	62
VII.	ANEXOS .....	63

## INDICE DE FIGURA

<b>Figura 1:</b> Transporte y distribución del gas natural .....	9
<b>Figura 2:</b> USOS DEL GAS NATURAL .....	10
<b>Figura 3:</b> Proceso de Distribución del Gas Natural .....	14
<b>Figura 4:</b> Estación de Regulación Distrital .....	16
<b>Figura 5:</b> Red de distribución secundaria .....	17
<b>Figura 6:</b> Acometida de gas.....	19
<b>Figura 7:</b> Esquema de instalación domiciliaria unifamiliar de gas natural.....	20
<b>Figura 8:</b> Esquema de instalación domiciliaria multifamiliar de gas natural.....	21
<b>Figura 9:</b> Gabinete de regulación.....	22
<b>Figura 10:</b> Partes del gabinete de medición .....	24
<b>Figura 11:</b> Conexión de la acometida al gabinete de regulación y medición .....	26
Figura 12: Tubería.....	28
<b>Figura 13:</b> Manómetro de columna de agua .....	32
<b>Figura 14:</b> Localización del lugar de investigación, san Ignacio de Moxos Beni-Bolivia ..	36
<b>Figura 15:</b> Ingreso de aire para la buena combustión.....	40
<b>Figura 16:</b> Aparatos de uso doméstico que funcionan a gas.....	42
<b>Figura 17:</b> supervisión de obra en campo .....	54
<b>Figura 18:</b> Instalación del gas natural al inmueble: .....	55
<b>Figura 19:</b> ingreso de la instalación hacia la cocina bajante de 1/2"plg.....	55

## INDICE DE TABLA

<b>CUADRO 1:</b> Composición química del gas natural que abastece Bolivia.....	11
<b>CUADRO 2:</b> Comparación de combustibles.....	13
<b>CUADRO 3:</b> clasificación de reguladores domésticos-comerciales.....	23
<b>CUADRO 4:</b> clasificación de medidores comercial-industrial.....	24
<b>CUADRO 5:</b> Protección anticorrosiva de las tuberías de acero y cobre. ....	31
<b>CUADRO 6:</b> Secciones de alimentación de aire.....	39
<b>CUADRO 7:</b> Consumo promedio de artefactos de cocción .....	42

## INDICE DE ANEXO

<b>Anexo 1:</b> ACCESORIOS DE ACERO GALVANIZADO ROSCADOS CON CINTA TEFLÓN .....	63
<b>Anexo 2:</b> ACCESORIOS DE ACERO NEGRO .....	63
<b>Anexo 3:</b> ACCESORIOS DE ACERO GALVANIZADO SOLDADOS CON LATÓN (BRONCE) .....	1
<b>Anexo 4:</b> VÁLVULA DE MANDO O CORTE, TIPO GLOBO DE 1/4 DE GIRO.....	1
<b>Anexo 5:</b> VÁLVULA DE ACOMETIDA, REGULADOR Y MEDIDOR DE GAS NATURAL ..	2
<b>Anexo 6:</b> CUMPLIMIENTO DEL V.A.S.A.....	2
<b>ANEXO 7:</b> GLOSARIO DE NORMAS .....	3
<b>ANEXO 8:</b> CERTIFICADO DE LA EMPRESA PARA OBTENCION DE DATOS .....	8

## **I. INTRODUCCION**

Actualmente nuestro país va experimentando una bonanza económica que favorece a todos los bolivianos y el país va desarrollándose progresivamente, pero uno de los problemas que se tiene es la alta migración de personas del campo a la ciudad en busca de mejores condiciones de vida que van dejando al país sin un motor importante. En consideración al hecho de que la Constitución Política del Estado en su artículo 20 señala que toda persona tiene derecho al acceso universal y equitativo a los servicios básicos de agua potable, alcantarillado, electricidad, gas domiciliario, postal y telecomunicaciones. (CPE, s.f.)

A partir de esta realidad y en el marco de desarrollar un modelo viable, es que, en la localidad de San Ignacio de Moxos, se establece políticas tendientes a apoyar y promover el mejoramiento de la calidad de vida de la población con el apoyo en la dotación de servicios básicos como es el gas natural domiciliario en la medida que sea posible de acuerdo con las normas vigentes.

La energía es esencial para el desarrollo de un país y es una de las fuentes de energía más rentables y de menor impacto ambiental que los carburantes convencionales, Bolivia cuenta con grandes reservas de Gas Natural, y su distribución en nuestro país es uno de los pasos más importantes, hará que la industria sea más competitiva, que el usuario doméstico tenga mayor confort.

En la actualidad en nuestro país, particularmente en el dpto. del Beni, las instalaciones de gas natural se encuentran otorgando confort y una mejor calidad de vida en muchos hogares, comercio e industrias. Pero también el gas natural está siendo utilizado en distintas instituciones públicas y privadas para que estas tengan mejores condiciones de confort y servicios para las personas que usan sus ambientes.

### **1.1. Planteamiento del problema**

Los valores actuales de los combustibles y/o energéticos utilizados comúnmente en el sector residencial y comercial del municipio de San Ignacio son muy elevados en comparación a otras regiones del país y al promedio nacional. Para ser puntuales, un cilindro de gas propano de 40Lb representa un gasto por mes de Bs35, la astilla de leña utilizada por los lugareños para la cocción de sus alimentos puede constituir al mes un gasto de Bs50, mientras que un proyecto de implementación de gas domiciliario, en promedio, podría reducir considerablemente los gastos de los usuarios a un valor de Bs15 mensuales.

El desconocimiento de los beneficios de nuevas fuentes alternativas de energía para el uso residencial, el desconocimiento técnico de utilizar fuentes de energía alternativa, el alto costo de utilizar las actuales alternativas energéticas y los altos niveles de contaminación en la población determinan la problemática de los actuales usuarios de la provincia Moxos.

Se puede evidenciar todos los días, que el acceder a una garrafa de Gas Licuado de Petróleo, no solo es difícil si no también el elevado precio con el que se adquiere, por otro lado durante los tiempos de lluvias, los caminos son intransitables desde la Ciudad de trinidad a San Ignacio de Moxos, lugar de donde se transporta el GLP, y finalmente en época de invierno no solo es elevado el precio si no la escases de este servicio, que no se encuentra en la ciudad, otro problema que se tiene es también el recoger leña, presenta una tarea complicada, ya que la población va creciendo y desarrollándose, en cierta manera este recurso natural es de gran importancia para la región.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo general**

Analizar de forma técnico - económico la instalación domiciliaria de gas natural en la localidad de San Ignacio de Moxos-Beni-Bolivia.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Determinar el tipo de medidor y el tipo de regulador a utilizarse en la instalación de gas natural, mediante características técnicas.
- Realizar el diseño y cálculos de la instalación interna de gas natural en los domicilios.
- Aplicar Normas, Reglamentos y especificaciones para instalación de gas natural.
- Determinar los costos y beneficios ocasionado por una nueva alternativa energética de gas natural en la localidad de San Ignacio de Moxos.

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

Al ser una población en proceso de mejoramiento solo cuenta con dos de los servicios básicos (agua y luz) no contando con alcantarillado, cubiertas de forma parcial las necesidades. La presente investigación busca implementar una alternativa energética que permita disminuir los costos en la canasta familiar generados por el uso de los energéticos tradicionales como el GLP y la energía eléctrica, mitigar la presión sobre los bosques naturales e intervenidos del área, evitando el daño ecológico que se produce con la deforestación para la recolección de leña. Adicionalmente se pretende, reducir las

afecciones pulmonares ocasionadas en la población por la quema de éstos energéticos y aminorar la huella de carbono producida por dichos combustibles, pasando de 63,02 kg de CO<sub>2</sub>/GJ en el caso del Propano o 94,53 kg de CO<sub>2</sub>/GJ producidas por la combustión del Carbón a 56,06 kg de CO<sub>2</sub>/GJ que es la cantidad de monóxido de carbono emitida por el gas natural que se desea distribuir en el lugar de estudio.

### **1.3.1. Justificación Técnica**

El presente análisis Técnico-Económico de la Instalación Domiciliaria de Gas Natural en San Ignacio será elaborado gracias a las normas vigentes que se tiene en el país y de acuerdo con Plan de expansión de la Gerencia Nacional de Redes de Gas y Ductos (G.N.R.G.D.) para la implementación del proyecto “Cambio de la Matriz Energética de GLP por GN” en todas las poblaciones.

Las normas en el que el estudio se basará, son las siguientes:

- Ley de Hidrocarburos 3058.
- A.S.M.E. norma de Diseño de Red Gas Natural.

### **1.3.2. Justificación social**

Al ser una investigación de impacto en la población es netamente social, centrándose en el comportamiento del consumidor, teniendo en cuenta las múltiples necesidades de la población, este documento intenta reflejar los resultados de la demanda en la localidad de San Ignacio de Moxos, para que de esta manera las personas puedan desarrollar sus actividades más apropiadamente, garantizando un servicio continuo.

### **1.3.3. Justificación económica**

Los cambios económicos, políticos y sociales, el desarrollo de la ciencia y la técnica avanza a pasos agigantados, el alto grado de industrialización incrementa cada vez más, la demanda de recursos energéticos no renovables. Conscientes del rol que juega el Estado en la búsqueda de la diversificación de la matriz energética buscando fuentes energéticas

baratas y con menor efecto en el medio ambiente. El Gas Natural presenta oportunidades para el Estado Boliviano en términos económicos, que permite generar ingresos por la utilización de este combustible lo cual implica un alcance económico además de social y medioambiental.

La Instalación de Gas Natural en las viviendas de la localidad de San Ignacio de Moxos es un factor más que muestra el desarrollo del sector urbano y el bienestar de las familias, elevando la calidad de vida de los usuarios, contribuyendo también al ahorro económico, pagando menos al consumir el mismo volumen que el G.L.P.

El proyecto beneficiara a 2667 familias de la localidad de san Ignacio de Moxos (16316 habitantes), que actualmente se encuentran con la provisión del GLP desde la ciudad de Trinidad lo cual hace que se incremente el precio considerablemente, y que las familias de escasos recursos no lleguen a obtener este servicio de igual manera el gas natural como fuente de energía es mucho más barata que la energía eléctrica actualmente y a largo plazo resulta mucho más rentable.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. El gas natural**

El gas natural, que actualmente está siendo muy usado en el mundo entero, es un combustible fósil gaseoso formado de manera natural debajo de la superficie terrestre, que típicamente se lo encuentra en o cerca de yacimientos de petróleo. El gas natural se halla comprimido (presión superior a la atmosférica) en rocas porosas y arcillas esquistosas en estratos inferiores.

Siendo una mezcla de hidrocarburos y pequeñas cantidades de otros gases, o se halla mezclado en una solución con petróleo crudo. La cual Procede de la descomposición de los sedimentos de materia orgánica atrapada entre estratos rocosos. La composición volumétrica tipo del gas natural tiene variaciones según sea su procedencia o localización del yacimiento. contiene metano y, en menores cantidades, etano, propano, butano, pentano y otros compuestos químicos. También, en forma mínima, el gas natural contiene nitrógeno orgánico y azufre que prácticamente se presentan en cantidades ínfimas y, en algunos casos, dióxido de carbono y nitrógeno que no son combustibles. (INFOCAL, Op. cit., 2009).

#### **2.1.1. Características del gas natural**

##### **2.1.1.1. Densidad**

El gas natural es entre 35% a 40% menos denso que el aire, lo que significa que se disipa en la atmósfera en caso de fuga, disminuyendo el peligro de explosión. La densidad relativa del gas natural con respecto al aire es aproximadamente 0,6.

#### **2.1.1.2. Sabor, color y olor**

En su estado original, el gas natural es insípido, incoloro e inodoro, es decir no tiene sabor, no tiene color y tampoco tiene olor. Por ello se agrega un compuesto químico llamado mercaptano que permite que las personas con sentido normal del olfato detecten su presencia. (Velasco, Op. cit., 2015).

#### **2.1.1.3. Toxicidad**

El gas natural no produce envenenamiento al ser inhalado. La razón es que ninguno de sus componentes (metano, etano, nitrógeno, dióxido de carbono) es tóxico. De todos modos, debe tomarse precauciones en recintos cerrados, ya que una fuga muy grande podría desplazar el aire del recinto y producir asfixia (falta de oxígeno).

#### **2.1.1.4. Inflamabilidad**

(Velasco, 2015) menciona las siguientes características en cuanto a combustión e inflamabilidad del gas natural:

- La combustión se produce con la presencia de combustible, oxígeno (comburente) y calor. Estos tres elementos forman el llamado triángulo de combustión. Si cualquiera de ellos no se encontrara, simplemente no habría combustión.
- Para que se produzca la combustión es necesario que el combustible y el oxígeno estén en una proporción correcta. La combustión sólo se produce si la mezcla aire-gas tiene entre un 5% y un 15% de gas. Esto significa que al existir una cantidad menor a 5% de gas en la mezcla, no habrá combustión; igualmente, si la concentración de gas es superior a 15% tampoco se producirá combustión.
- El gas natural, debe mezclarse con aire antes de la combustión para proporcionar una cantidad suficiente de oxígeno. La mezcla de aire y combustible surge del quemador a una velocidad mayor a la de la propagación de la llama, evitando así el retroceso de ésta al quemador.

#### **2.1.1.5. Temperatura de ignición**

Es la temperatura mínima que debe alcanzarse para que pueda realizarse y propagarse la combustión de una mezcla aire-gas. El autoencendido de una mezcla aire-gas natural se da en un intervalo de 650°C a 750°C.

#### **2.1.1.6. Estado físico**

El gas natural a temperatura ambiente es permanentemente gas. Esto significa que, aunque se le aplique mucha presión en condiciones normales de temperatura (alrededor de 15°C), no cambiará su estado, es decir, permanecerá como gas. Sin embargo, es posible licuarlo (generando el gas natural licuado GNL) al disminuir la temperatura a niveles que pueden alcanzar los -161°C. Esta operación es del alto costo, por lo que es conveniente transportarlo en estado gaseoso mediante redes de tuberías (gasoductos).

#### **2.1.1.7. Poder calorífico**

El poder calorífico corresponde a la cantidad de calor que emite la combustión de una cierta cantidad de combustible. La combustión completa de un metro cúbico de gas natural genera alrededor de 9.300 kilocalorías (11kWh). Estos valores corresponden al PCS (Poder Calorífico Superior), siendo el Poder Calorífico Inferior de un valor del 90% del anterior. (Velasco, Apuntes del curso de Diplomado en Tecnología del Gas Natural, 2015).

## **2.2. INDUSTRIA DEL GAS NATURAL**

### **2.2.1. Extracción y distribución del gas natural**

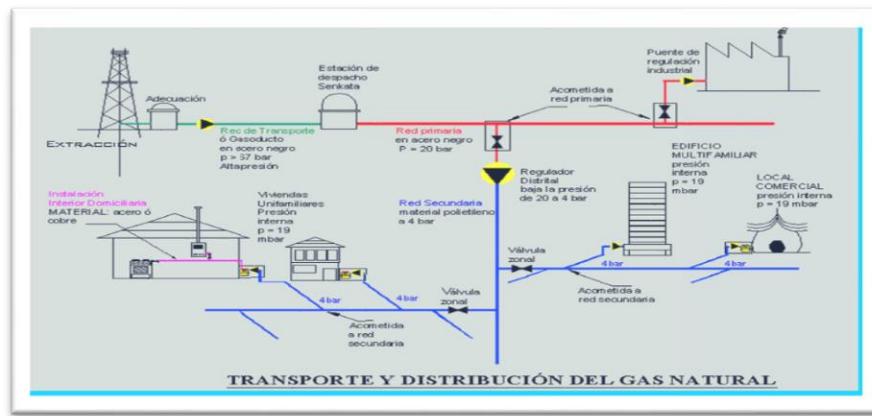
Una vez que el gas natural es extraído, mediante perforaciones de yacimientos que se localizan en el subsuelo o bajo el mar, generalmente entre 1,5 y 4 km de profundidad, debe ser tratado para su uso industrial, comercial o doméstico.

Lo primero que se separa son aquellos gases que no tienen aporte energético (como el nitrógeno y el dióxido de carbono). Luego, elementos como el propano, butano e

hidrocarburos, también son apartados, ya que pueden provocar accidentes durante la combustión del gas natural. Por la misma razón, el vapor de agua es extraído y también debido a que presiones elevadas y a temperatura ambiente produce hidratos de metano que pueden tapar los conductos por donde se transporta el gas (gasoductos). (INFOCAL, apuntes del curso tecnico de proyectos II, 2009).

El siguiente gráfico muestra el proceso de distribución y transporte del gas natural en nuestro contexto:

**Figura 1:** Transporte y distribución del gas natural



**Fuente:** Curso de Diplomado en Diplomado en Tecnología del Gas Natural, Facultad de Ingeniería, UMSA

Según (Velasco, 2015) las presiones que se usan en el transporte, distribución y uso en Bolivia son:

- En transporte: 80 bar (1400 psi).
- En distribución en red primaria: 24 bar (350 psi).
- En distribución en red secundaria: 4 bar (60 psi).

Las presiones que se usan en distribución y uso en Bolivia son:

### 2.2.2. Consumo residencial o domiciliario

El consumo y la presión residencial esta normado en anexo 5 de Y.P.F.B. para que se abastezcan desde Redes de Distribución de Gas Natural con una presión regulada interior,

no mayor a 0.4 bar = 400 mbar para domicilios y multifamiliares 19 mbar con una perdida admitida de 1 mbar. El consumo máximo es de 150 pies<sup>3</sup>/h = 15.3 m<sup>3</sup>/h, de otra manera si el consumo es mayor pasará a otra categoría.

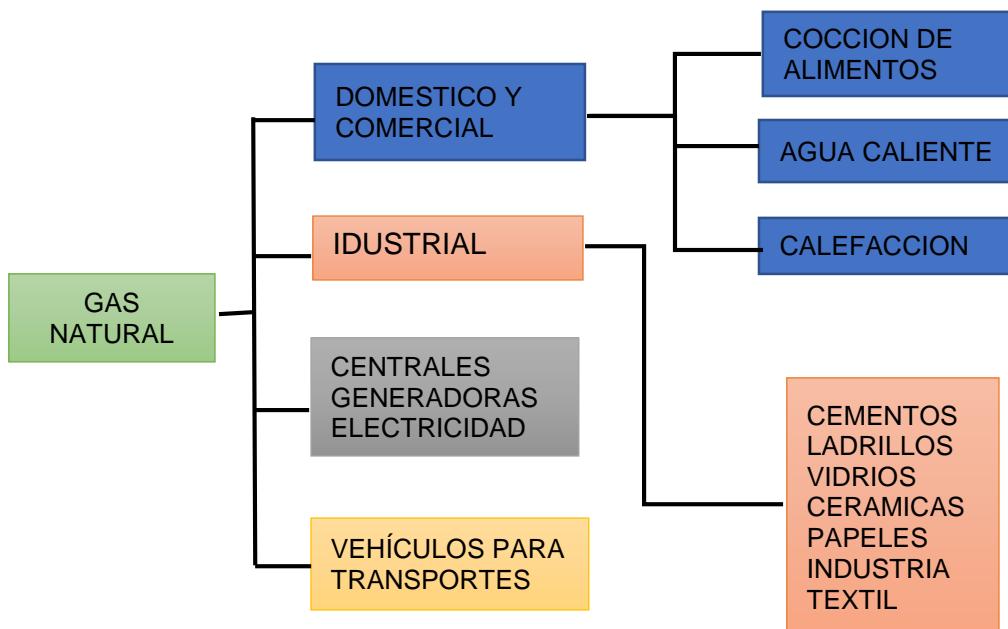
- En red de instalación interna: 19 mbar (doméstica).
- 140 mbar (comercial).
- 300 mbar (comercial).
- Mayor a 1 bar (industrial).

### 2.2.3. Usos del gas natural

El gas natural en los últimos años ha ganado una gran variedad de usos en Bolivia, siendo los más conocidos los de instalación en cocinas (aparatos de cocción de alimentos), hornos y para la generación de agua caliente.

El siguiente esquema muestra los usos del gas natural más comunes según la categoría a la que corresponda:

**Figura 2: USOS DEL GAS NATURAL**



FUENTE: cursos de diplomado en tecnología del gas natural, facultad de ingeniería, UMSA

Gracias a sus ventajas económicas y ecológicas, el gas natural resulta cada día más atractivo para muchos países. Las características de este producto, como por ejemplo reducido intervalo de combustión, hacen de esta fuente de energía una de las más seguras del momento. En la actualidad es la segunda fuente de energía de mayor utilización después del petróleo. (Velasco, Apuntes del curso de Diplomado en Tecnología del Gas Natural, 2015).

### 2.3. El Gas Natural en Bolivia

En Bolivia existen varios yacimientos de los que se extrae el gas natural. Las ventajas medioambientales que aporta y su alta eficiencia como energía facilitarán un consumo aún mayor durante los próximos años.

Particularmente, al departamento del Beni se abastece con un gas natural que tiene la siguiente composición:

**CUADRO 1:** Composición química del gas natural que abastece Bolivia.

COMPONENTE	PORCENTAJE
Nitrógeno	1,36
Dióxido de Carbono	0,32
Metano CH4	93,04
Etano C2H6	4,63
Propano C3H8	0,57
Butano C4H10	0,05
Pantanos C5H12	0,01
Hexanos C6H14	0,01
Heptanos y superiores	0,01

Fuente: Glosario Superintendencia de Hidrocarburos – YPFB

La Nacionalización de los Hidrocarburos permitió a varias ciudades y poblaciones intermedias del país beneficiarse entre enero y la primera semana de JULIO de este año

con 47.008 instalaciones internas de gas natural domiciliario de un programado de 65.621 para el mismo período.

El gas domiciliario se instala con tuberías de acero galvanizado desde el medidor hasta el artefacto de consumo (cocina). Este servicio es financiado gratuitamente por el Estado a los usuarios en categoría doméstica y tiene un alcance hasta la cocina y a una distancia de 22 metros lineales con una Teé de derivación para un punto previsto.

De acuerdo con YPFB, entre 2010 y 2016 las instalaciones internas de gas domiciliario fueron 584.595, mientras que entre 1994 y 2009 se realizaron 121.104. Entre ambos periodos (1994-2016), las instalaciones de gas domiciliario en el país suman 705.699.

Es en este escenario en el que La Paz (más El Alto) toma la delantera, pues hasta el año pasado registró 294.226 instalaciones, siendo el 2014 el de más conexiones, con 45.196, para luego en 2015 y 2016 tener un promedio de 34.000 unidades.

Mientras que Santa Cruz, con 136.356 conexiones domiciliarias, ocupa el segundo lugar a escala nacional. Al respecto, Roberto Aldayus, distrital de redes de gas Santa Cruz, explicó que el departamento se encuentra rezagado debido a que recién en 2011 YPFB se hizo cargo plenamente de las instalaciones y de 5.602 conexiones realizadas en 2012 subió a 32.291 en 2014, para bajar en 2015 a 28.450 y volver a subir en 2016 a 32.767 conexiones al año. (Aldayus, 2021)

El interés para dotar de gas a la mayor cantidad de personas se apoya en que el costo promedio mensual oscila entre los Bs 8,92 y los Bs 16, cuando por lo general una familia promedio al mes usa dos garrafas de GLP, debiendo pagar Bs 50 (Bs 25 cada una).

#### **2.4. Ventajas para el medio ambiente**

La combustión del Gas Natural está clasificada mundialmente como la más limpia entre los combustibles industriales tradicionales. De hecho, las emisiones de material particulado cumplen con las normas internacionales más exigentes, sin necesidad de invertir en equipos de tratamientos de gases. Una de las grandes ventajas del Gas Natural respecto a

otros combustibles, son las bajas emisiones de su combustión, lo cual se puede ver en la siguiente tabla.

**CUADRO 2:**Comparación de combustibles

COMBUSTIBLE	MP MATERIAL PARTICULADO Porciento(%)	SOx OXIDO de AZUFRE Porciento(%)	NOx OXIDO de NITROGENO Porciento(%)
Gas de Ciudad	3	61	0,5
Gas licuado	1,4	23	2
Kerosene	3,4	269	1,5
Diésel	3,3	1209	1,5
Fuel Oil # 5	15	4470	4
Gas Natural	1	1	1
Fuel Oil # 6	39,4	4433	4
Carbón	157	5283	6
Leña	140	13	2

**Fuente:** Glosario Superintendencia de Hidrocarburos - YPFB

## 2.5. Utilidad del Gas Natural

- En el hogar, el gas se utiliza para labores básicas como: cocinar alimentos, calentar agua mediante un (termo tanque) y calentar ambientes con (calefacción).
- En la industria tiene infinidad de aplicaciones como fuente de calor adicionalmente es utilizado como materia prima en diversos procesos químicos e industriales. Puede ser convertido en hidrógeno, etileno los materiales básicos para diversos tipos de plásticos y fertilizantes.

### 2.5.1. Instalaciones Internas de Gas natural en Bolivia

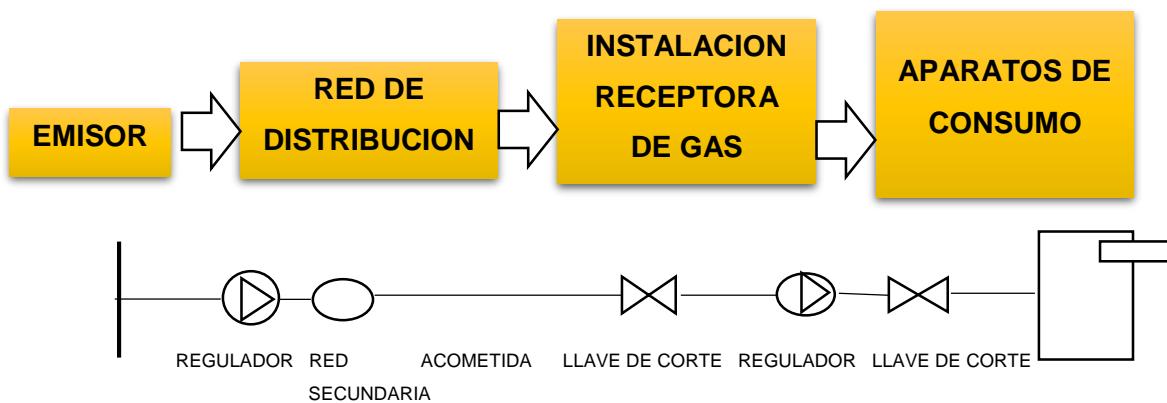
Es el elemento de la conexión domiciliaria, constituido por tuberías, válvulas de protección, acoplos y elementos de control, que une la acometida con los diferentes artefactos a gas natural instalados en el domicilio del consumidor. La instalación interna o red interna se estructura e instala según las preferencias del usuario y puede ser a la vista (tubería

expuesta) o empotrada (tubería dentro de la pared). En los últimos años se ha visto un crecimiento acelerado de las instalaciones de gas natural en Bolivia, ya sean de categoría doméstica, comercial o industrial.

Es un conjunto de tuberías por lo general de A.G (acero galvanizado), unido mediante accesorios de A.G roscados o soldados que distribuyen el gas natural regulado a 19 mbar o 140 mbar hasta los aparatos como ser: cocina, calefón, termo tanques, hornos, etc.

El gas natural es utilizado a distintas presiones según su uso. En el caso del uso doméstico se puede mostrar el proceso de distribución mediante el siguiente esquema:

**Figura 3:** Proceso de Distribución del Gas Natural



**Fuente:** cursos de diplomado en tecnología del gas natural, facultad de ingeniería, UMSA

### 2.5.2. Fases del gas natural

Existen 4 fases para una instalación del gas natural. (Velasco, Apuntes del curso de Diplomado en Tecnología del Gas Natural, 2015).

- El transporte es el gasoducto y estación de regulación y medida (ERM) o "city gate", que termina en una llave de salida. Contiene reguladores, accesorios y dispositivos de seguridad.

- La red de distribución que consideramos es la red secundaria (RS), que opera a una presión de 4 bares.
- La instalación receptora de gas (IRG), puede ser un domicilio, en un edificio multifamiliar, edificio comercial u otros.

Según el reglamento de diseño, construcción, operación de redes de gas natural e instalaciones internas, en su anexo 5, en Bolivia el régimen de presión del sistema de distribución del gas natural en instalaciones internas se clasifica de acuerdo al siguiente rango de presiones:

- Baja Presión (BP): Mayor a cero hasta 50 mbar inclusive.
- Media Presión A (MPA): Mayor a 50 mbar hasta 0,4 bar inclusive.
- Media Presión B (MPB): Mayor a 0,4 bar hasta 4bar inclusive.
- Alta presión (AP): Mayor a 4 bar hasta 42bar inclusive.

#### **2.5.3. ERM (City gate)**

El city gate (puerta de ciudad) es un puente de regulación y medición que realiza la función de regular la presión de transporte de 1400 PSI a presión de distribución por red primaria a 350 PSI.

#### **2.5.4. Red primaria**

Se denomina red a las líneas principales de transporte, son las matrices que conforman el plan maestro de distribución.

Esta red opera a alta presión (300psi equivalente aproximadamente a 20 bares), y alimenta a las redes secundarias, usuarios industriales y grandes consumidores.

### 2.5.5. EDR

Se llama estación distrital de regulación es un puente de regulación y medición en menor dimensión al (CITY GATE).

El EDR cumple la función de regular la presión de distribución de red primaria de 350 PSI hasta la presión de 60 PSI (4 bar) con la que opera la red secundaria.

**Figura 4:** Estación de Regulación Distrital



**Fuente:** (Velasco, Apuntes del curso de Diplomado en Tecnología del Gas Natural, 2015)

### 2.5.6. Red secundaria

Está formada por una red de tuberías, que alimenta a sus usuarios industriales, medianos y pequeños comerciales y domésticos.

Aunque las reservas de gas natural sean limitadas y que se trate de una energía no renovable, las reservas explotables son numerosas en el mundo entero y aumentan al mismo tiempo que se descubren nuevas técnicas de exploración y de extracción, permitiendo una perforación más amplia y profunda. (Velasco, Apuntes del curso de Diplomado en Tecnología del Gas Natural, 2015).

**Figura 5:** Red de distribución secundaria



**FUENTE:** Distrito de Redes de Gas Natural – Y.P.F.B. Santa Cruz.

## 2.6. TIPOS DE INSTALACIONES

Según los volúmenes de gas consumidos, materiales, y equipos utilizados, las instalaciones de gas se pueden diferenciar en tres tipos:

- Instalaciones domésticas.
- Instalaciones terciarias.
- Instalaciones industriales.

### 2.6.1. Instalaciones domésticas

Este tipo de instalaciones hace referencia a aquellas que especialmente están construidas para alimentar aparatos de uso común (domésticos) en una vivienda.

### 2.6.2. Instalaciones terciarias

Se refiere a aquellas utilizadas en inmuebles destinados a prestar servicios así, por ejemplo:

- Colegio.
- Cuarteles.
- Restaurantes.

### **2.6.3. Instalaciones industriales**

Se refiere a las instalaciones construidas en general para todo tipo de fábrica.

## **2.7. CONFIGURACIÓN PARA UNA INSTALACIÓN DE GAS**

Una instalación de gas natural en forma general está constituida por:

- Acometida.
- Gabinete de gas.
- Instalación interior.

### **2.7.1. Acometidas para instalaciones de gas domiciliario.**

Las acometidas y redes de distribución de gas domiciliario, son propiedad de la empresa distribuidora, que se encarga de velar por su buen funcionamiento, está diseñada para trabajar a una presión de 4 bar.

se conecta a la red secundaria la cual se encuentra en la vereda. El material es de polietileno. se clasifica según el inmueble al cual va alimentar puede ser una acometida (individual o colectiva).

**Figura 6:**Acometida de gas



**Fuente:** Distrito de Redes de Gas Natural – Y.P.F.B. Santa Cruz.

### **2.7.2. Tipos de acometidas en instalaciones domiciliarias:**

#### **2.7.2.1. Acometida individual.**

Es aquella que alimenta con gas a viviendas unifamiliares. Este tipo de acometidas está constituido por una toma de acometida, un conducto de acometida y el gabinete de medición.

Este tipo de acometida está constituida por:

➤ **Toma de acometida.**

Derivación de la línea secundaria que llega hasta llegar al gabinete de gas.

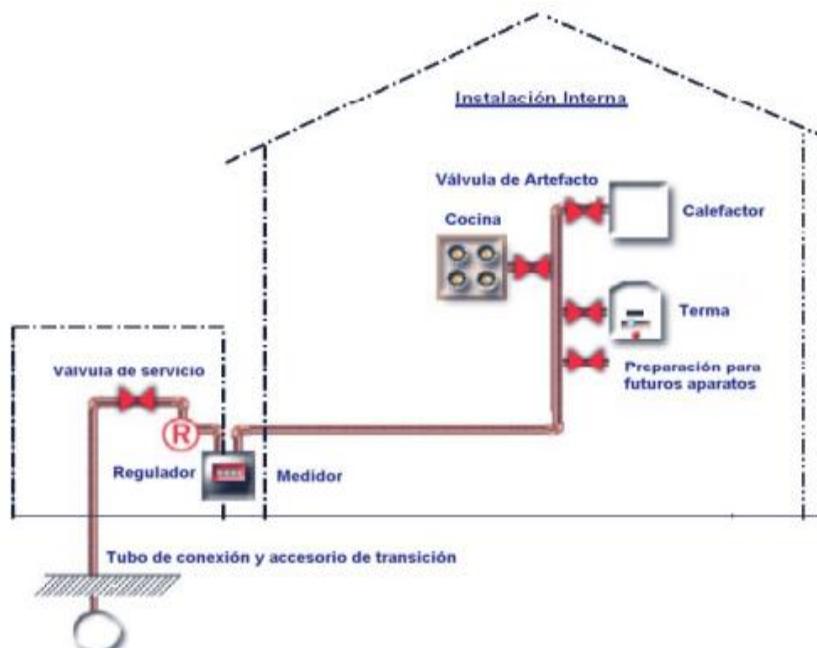
➤ **Conducto de acometida**

Tubería de A.G. por donde se conduce el gas natural hasta la válvula de acometida.

➤ **Válvula de acometida**

Esta válvula de  $\frac{1}{4}$  de giro, mando por manivela, accesorio de unión metal plástico y conexión esfero cónica en la entrada del regulador.

**Figura 7:** Esquema de instalación domiciliaria unifamiliar de gas natural.

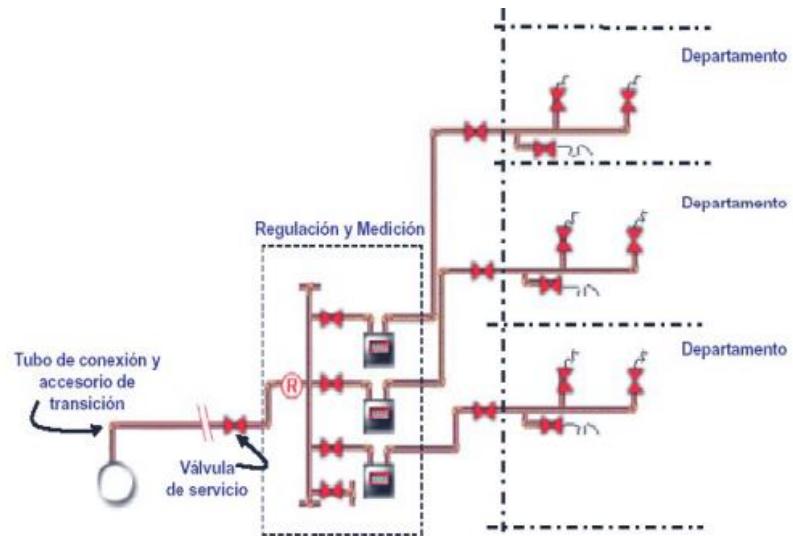


**Fuente:** curso de diplomado en tecnología del gas natural, facultad de ingeniería, UMSA

#### 2.7.2.2. Acometida colectiva

Es aquella que alimenta con gas a un edificio multifamiliar la acometida colectiva está constituida por la toma de acometida, el conducto de acometida y el cobre de regulación con todos sus elementos.

**Figura 8:** Esquema de instalación domiciliaria multifamiliar de gas natural.



**Fuente:** cursos de diplomado en tecnología del gas natural, facultad de ingeniería, UMSA

### 2.7.3. Estación de despacho

Lugar donde realizan las siguientes tareas:

- Regulación.
- Medición.
- Adecuación del gas natural.

### 2.7.4. Gabinete de gas

Son puestos de regulación y medidor, vienen dentro de gabinetes cuyas características, normalmente se distinguen en tres:

- Gabinete de regulación.
- Gabinete de medición.
- Gabinete de regulación y medición.

#### **2.7.4.1. Gabinete de regulación**

Se le denomina gabinete de regulación ya que no incluye el medidor, este cofre es más pequeño que el cofre de medición. Estos gabinetes son usados en instalaciones colectivas y comerciales.

**Figura 9:** Gabinete de regulación



**Fuente:** ([www.ypfb.gob.bo](http://www.ypfb.gob.bo))

#### **2.7.4.2. Reguladores de gas natural**

Su función principal es la de reducir la presión del gas natural, de 4 bares de presión adecuada para el funcionamiento de los aparatos a gas natural; por ejemplo, en las instalaciones domésticas esta presión debe ser de 19 milibares y en las instalaciones comerciales pueden ser de 19, 140, o 300 milibares. También tiene la función de regular el caudal que se utilizará en función de los requerimientos de la instalación interna.

**CUADRO 3:clasificación de reguladores domésticos-comerciales**

CALIBRACION PARA BAJA PRESION (19 mbar)			
TIPO	CAUDAL NOMINAL	SALIDA (mm)	UTILIZACION
B4	4	20	individualidad
B6	4	20	individualidad
B10	10	32	individualidad
B25	25	32	individualidad
CALIBRACION A PRESION 300 mbar			
BCH30	30	32	colectiva

**Fuente:** curso de técnico de proyectos II, INFOCAL

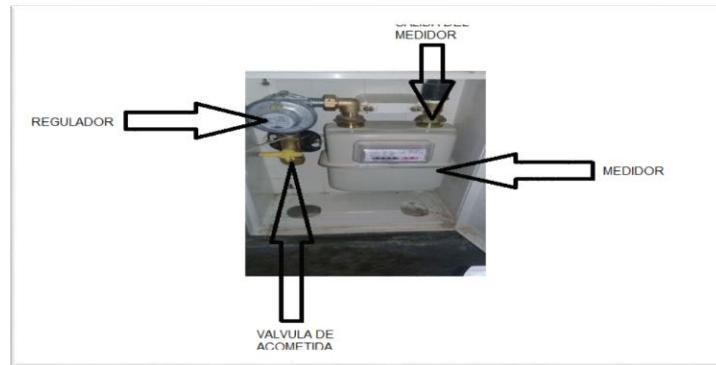
#### **2.7.4.3. elementos de regulación y medición de gas natural**

En las instalaciones domésticas y comerciales De gas natural, existen dos elementos importantes encargados de la regulación (disminución y control de la presión del gas) y la medición (registro del consumo del gas), estos son: reguladores y los medidores.

#### **2.7.4.4. Gabinete de medición**

Este gabinete puede encontrarse inmediatamente después del gabinete de regulación o de ser necesario en el interior del inmueble, pudiendo existir varios gabinetes de medición distribución en cada piso de una edificación o un gabinete único que albergue a varios medidores.

**Figura 10:** Partes del gabinete de medición



**Fuente:**([www.ypfb.gob.bo](http://www.ypfb.gob.bo))

#### 2.7.4.5. Medidores de Gas Natural

La función de un medidor de gas natural es la de marcar el volumen de gas que pasa de la red a la instalación interna: este consumo generalmente se lo mide en metros cúbicos.

**CUADRO 4:**clasificación de medidores comercial-industrial

DESIGNACION DEL MEDIDOR GX	CAUDAL MAXIMO (m <sup>3</sup> /h)	LIMITE SUPERIOR DEL CAUDAL MINIMO (m <sup>3</sup> /h)
2,5	4	0.025
4	6	0.040
6	10	0.060
10	16	0.100
16	25	0.160
25	40	0.250
40	65	0.400
65	100	0.650
100	160	1.000

**Fuente:** curso de técnico de proyectos II, INFOCAL

### **a) Medidores volumétricos**

Estos medidores llenan de gas un recipiente de capacidad conocida y luego de completarse, se descargan a través de la conexión de salida.

- Medidores a diafragma.
- Medidores rotativos.

### **b) Medidores de Diafragma:**

son medidores consta de 4 cámaras separadas de dos en dos diafragmas sintéticos, las cuales son llenadas y vaciadas periódicamente. Este movimiento es transferido mediante palancas y bielas a las válvulas que controlan el ingreso y salida de gas. Un contacto integrado registrada la cantidad de veces que recorre un ciclo, midiendo el volumen del gas.

### **c) Medidores rotativos**

El medidor consta de lóbulos o pistones en una cámara provista de dos tapas laterales. Para contabilizar el gas que atraviesa el medidor cuenta en engranajes de sincronismo que registran sobre un contador.

#### **2.7.4.6. Perdida de flujo.**

En el caso de los medidores utilizados en la instalación domesticas se tiene una pérdida de carga de 125 P.a.=1.25 mbar.

Para fines prácticos se establece perdida de carga=1 mbar.

#### **2.7.4.7. Gabinete de Regulación y Medición**

Este gabinete puede contener, de darse la factibilidad tanto al regulador como al medidor de la instalación de gas natural.

**Figura 11:** Conexión de la acometida al gabinete de regulación y medición



Fuente ([www.ypfb.gob.bo](http://www.ypfb.gob.bo))

#### **2.7.5. Ejecución de instalaciones internas de Gas Natural**

- En ningún caso la instalación interna de GN será realizada con tubería y accesorios usados.
- El trazado de la tubería empotradas en paredes se define de tal manera que brinde protección contra daño mecánico, dicho trazado deberá realizarse en una franja de 30 cm medida desde el nivel del techo, losa de piso y esquinas.
- Está prohibido utilizar las tuberías de gas para puesta a tierra en instalaciones eléctricas o de radio, y hacerlas soportar esfuerzos mecánicos que no sean los previstos para su uso.

#### **2.7.6. Procesos constructivos**

En Bolivia, se suele seguir con los siguientes procesos constructivos para la instalación y provisión de gas natural en instalaciones domésticas (unifamiliares y multifamiliares):

- Replanteo: ubicación de los gabinetes de regulación y/o medición, trazado del recorrido de la tubería, ubicación de los conductos de alimentación de aire y de los de evacuación de productos de combustión.
- Picado de muros para la instalación de tubería empotrada.
- Excavado de zanjas para la instalación de tubería enterrada.
- Ensamblaje y colocado de tubería: Aserrado, atarrajado, y unión (roscada o soldada) de tramos de tubería, con la debida protección (recubrimiento con pintura asfáltica en empotramientos, recubrimiento con pintura imprimante y cinta protectora anticorrosiva en enterramientos, y recubrimientos con pintura amarilla anticorrosiva en tramos de tubería vistos). También debe protegerse mecánicamente la tubería de gas enterrada en lugares de tránsito de vehículos, esta protección se hace mediante encamisado con tubería metálica o de PVC clase 9 (presión de trabajo de 9 kgf/cm<sup>2</sup>).
- Prueba de hermeticidad: Realizada por personal de YPFB para verificar que no existan fugas posteriores de gas.
- Reposición de muros picados y zanjas: En el caso de tubería de acero instalada, la reposición en muros debe de hacerse con mortero de cemento; la reposición (relleno) de zanjas debe hacerse en capas con tierra cernida y el compactado respectivo.
- Instalación, en los ambientes o la edificación, de elementos de conducción para la alimentación de aire y salida de productos de combustión.
- Instalación de los gabinetes de regulación y/o medición con la respectiva conexión a la instalación interna.
- Instalación de la acometida de gas natural: Realizada por personal de YPFB mediante tubo de polietileno generalmente.

## 2.7.7. Materiales utilizados en las instalaciones internas de gas natural.

### 2.7.7.1. Tuberías

En el contexto boliviano se ha optado por el uso de tuberías metálicas no flexibles para las instalaciones internas de gas natural.

En el caso en que el material de la tubería para la instalación interna sea de acero (galvanizado o negro), deberá responder a las siguientes normas: ASTM A-120, ASTM A-53, NAG 250, NAG 251 o de alguna norma equivalente. Los accesorios para la tubería de acero, como tes, codos, acoples (cuplas) y reducciones deben cumplir especificaciones de la norma ASTM A-234 o de alguna norma equivalente.

En el caso en que el material de la tubería para la instalación interna sea de cobre, deberá responder a la norma ASTM B42, ASTM B88, o alguna norma equivalente.

Figura 12: Tubería



**FUENTE:** anexo 5 (D.R.G.N.)

Estas especificaciones técnicas corresponden reglamento de diseño, construcción, operación de redes de Redes de Gas Natural e Instalaciones Internas, en su anexo 5, y que son verificadas para su cumplimiento por la ANH.

### **a) Tubería enterrada**

Es aquella colocada bajo la superficie y dentro del terreno natural. Se considera enterrada aun cuando la superficie del terreno natural dentro del cual está colocada sea cubierta por un piso artificial.

### **b) Tubería empotrada**

Tubería incrustada en una edificación cuyo acceso solo puede lograrse mediante remoción de parte de los muros o pisos del inmueble.

### **c) Tubería de elevación o vistas**

Es aquella colocada de modo tal que su recorrido se encuentra permanentemente a la vista. Las que corran dentro de ductos o trincheras destinadas exclusivamente a contener tuberías también se consideran visibles.

#### **2.7.7.2. Sellantes para uniones roscadas**

Según el Anexo 5, mencionado anteriormente, el sellante de mejor aceptación es la cinta teflón, y juntamente es esta la que más se usa en las instalaciones internas cuando la unión de tubería con accesorios es roscada. Sin embargo, si por algún motivo se requiere usar otro sellante, este deberá ser aprobado por el ente regulador antes de su uso.

#### **2.7.7.3. Uniones con soldadura**

En las tuberías de acero galvanizado se usa la soldadura oxiacetilénica con bronce (latón). En las tuberías de cobres se hacen soldaduras de diferentes tipos, una de ellas se realiza con plata y se denomina soldadura capilar fuerte.

Cuando se requiere el uso de acero negro se debe usar soldadura eléctrica, realizada por un soldador de categoría 6G con matrícula vigente.

Las uniones, sean roscadas o soldadas, deben ser realizadas por instaladores capacitados y certificados por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH).

#### **2.7.7.4. Protección para tuberías empotradas**

En el contexto boliviano se usa generalmente pintura asfáltica para recubrir las tuberías y accesorios que se instalarán empotrados.

#### **2.7.7.5. Protección para tuberías enterradas**

Para este caso se usa la protección con pintura imprimante seguida de un recubrimiento con una cinta anticorrosiva, llamada “polyken” haciendo referencia a la marca más usada de esta.

También es necesario proteger a las tuberías y accesorios enterrados mecánicamente en los lugares donde habrá circulación de vehículos motorizados, esta protección se la realiza mediante un encamisado con tubos metálicos o plásticos de una resistencia adecuada.

### **2.8. Especificaciones Técnicas de la Red Interna de Gas Natural**

Las tuberías utilizadas para la conducción de gas serán de materiales resistentes a los componentes químicos del gas y el medio exterior en contacto con ellos o, en caso contrario, deben estar recubiertas con sustancias o materiales que garanticen su protección.

Los materiales utilizados en instalaciones de gas son: tuberías de acero negro (acero al carbono), acero galvanizado, cañería de acero negro con cubierta epóxica y actualmente se utiliza material de polietileno aluminio polietileno (PALP).

Las tuberías de acero son utilizadas en instalaciones gas, antes y después del medidor, para usuarios residenciales. En caso de ser enterradas deberán ser protegidas contra la corrosión mediante un revestimiento en toda su longitud. Las ensambladuras aéreas serán

soldadas o roscadas para garantizar la estanqueidad de la instalación, operada a baja presión (19 mbar), dentro de una zona de temperatura entre -20 °C y 60 °C.

### **2.8.1. Características de la red interna**

La tubería interna siempre se instalará dentro de los límites del inmueble (línea municipal y ejes medianeros) En ningún caso se aceptará la instalación de elementos usados. La tubería y accesorios de la Instalación Interna, deben cumplir con la normativa técnica exigida por Y.P.F.B.

**CUADRO 5:** Protección anticorrosiva de las tuberías de acero y cobre.

<b>Naturaleza</b>	<b>Enterrado</b>	<b>En elevación</b>	<b>Empotrado</b>
<b>Acero</b>	La tubería estará protegida exteriormente por una capa de protección anticorrosivo (colocada con una capa de pintura imprimante) o revestimiento epóxico conforme a norma.	-El acero negro deberá ser protegido contra la corrosión ambiental, mediante una capa de pintura anticorrosiva y dos capas de pintura sintética. -El acero galvanizado será protegido por dos capas de pintura sintética.	- Tubería revestida mediante dos capas de pintura asfáltica.

El montaje de la tubería empotrada en paredes deberá estar ubicado en sitios que brinden protección contra daño mecánico (golpes) y todas las uniones soldadas:

### **2.8.2. Válvulas de mando para artefactos a gas**

La válvula de mando del aparato (VMA), debe ser instalada de tal manera que sea accesible en todo momento y estar ubicada a una distancia horizontal no mayor a 0.80 m con respecto al aparato, y la distancia vertical debe estar comprendida entre 0.10 m y 1,70 m con respecto al piso del local donde está instalado el aparato a gas. Esta válvula será de igual diámetro que la tubería sobre la que se encuentran instaladas.

La válvula de paso será del tipo esférico y de un cuarto de giro, se señalizará en forma permanente con las palabras “abierto” y “cerrado”, grabadas de forma indeleble. El accionamiento es de competencia exclusiva del usuario.

### **2.8.3. Conexiones soldadas**

Con soldadura oxiacetilénica realizada con soplete, que utiliza el acetileno como combustible y el oxígeno como comburente. En la soldadura con gas se incluyen los procesos de fusión, la soldadura fuerte que se efectúa a temperaturas superiores a 427°C y soldadura blanda que se realiza a temperaturas inferiores. la tubería en elevación aérea o vista debe cumplir estrictamente las prohibiciones y normativa exigida por el ente regulador YPFB.

### **2.8.4. Prueba de hermeticidad**

Los métodos de prueba de presión pueden emplear como medio un elemento líquido (agua) o un elemento gaseoso (aire o gas combustible). Las pruebas que deben realizarse son de estanquidad o de hermeticidad y obstrucción.

La hermeticidad se realizará en toda instalación nueva, modificada, reparada o que deba ser rehabilitada por cualquier otro motivo. La prueba será realizada con aire, presurizando la instalación a 50 mbar durante un tiempo de 10 minutos, resultando satisfactorio su resultado cuando no se verifique una disminución de la presión en el período indicado.

**Figura 13:**Manómetro de columna de agua



**Fuente:** Distrito de Redes de Gas Natural – Y.P.F.B. Santa Cruz.

## **2.9. Descripción de la Instalación domiciliaria de Gas Natural en la localidad de San Ignacio de Moxos-Beni-Bolivia.**

La localidad de San Ignacio de Moxos cuenta con una planta de regasificación satelital la cual es abastecida por la planta de absorción de Rio Grande del departamento de Santa Cruz, así mismo cuenta con las instalaciones de redes de gas primarias y secundarias.

A continuación, se describe el proceso de la instalación desde la acometida hasta el aparato de consumo (cocina).

- Primero se verá la ruta a la que irá la tubería.
- Se determina cuántos aparatos funcionarán en el domicilio de acuerdo al beneficiario.
- Se determina la ubicación del medidor.
- El gabinete de medición constará de un medidor. Se determinará usando la tabla de regulación doméstica-comercial; designación de medidores domésticos.
- Para la determinación del diámetro y la ubicación de las tuberías a presión de instalaciones internas. Se utiliza el diagrama de cargas y el Abaco correspondiente.
- El cruce de muro de la cañería de acero negro será protegido por un tubo PVC
- tubería enterrada y estará a 0.30 m. del nivel del piso y protegida con pintura anticorrosiva y cinta de polikén.
- Se determina si la tubería estará enterrada y empotrada.
- Se determina la alimentación de aire
- Se determina presión antes del regulador
- Se determina presión después del regulador
- Se determinar potencia instalada
- Se determinar potencia prevista

### **2.9.1. Normas y lineamientos para la instalación interna de gas natural.**

En Bolivia, hasta hace poco estaba vigente el Decreto Supremo N° 28291 de 11 de agosto de 2005, que reglamentaba la ley de hidrocarburos del 15 de mayo de 2005. Este Decreto

Supremo también aprobaba y tenía como anexo el reglamento de Distribución de Gas Natural por Redes.

Actualmente, se encuentra vigente el Decreto Supremo N° 1996 de 14 de mayo de 2014, que aprueba los siguientes reglamentos:

- Reglamento de Distribución de Gas Natural por Redes en sus ochenta y tres (83) artículos y tres (3) disposiciones transitorias.
- Reglamento de Diseño, Construcción, Operación de Redes de Gas Natural e instalaciones internas en sus veintiocho (28) Artículos y una (1) Disposición Transitoria.
- Aplicación de la ley de hidrocarburos 3058
- Decreto supremo N°1996
- Normalizados por:
  - anexo I- Diseño de redes
  - Anexo II- Construcción de redes de gas natural
  - Anexo III- Operación y mantenimiento de redes de gas natural
  - Anexo IV- Calidad del gas
  - Anexo V- Instalaciones de categoría doméstica y comercial de Gas Natural.
- El presente Reglamento tiene por finalidad establecer las condiciones de seguridad, confiabilidad, conservación y uniformidad de requerimientos técnicos, para todas las instalaciones de GN citadas en los alcances.
- Anexo VI- Normas y recomendaciones para uso de Gas Natural de instalaciones industriales.
- Anexo VII- Estaciones Distritales de Regulación.

El Anexo VII es de reciente creación, pero los demás anexos ya existían desde hace varios años, sin embargo, en la gestión 2014 han sido modificados y mejorados.

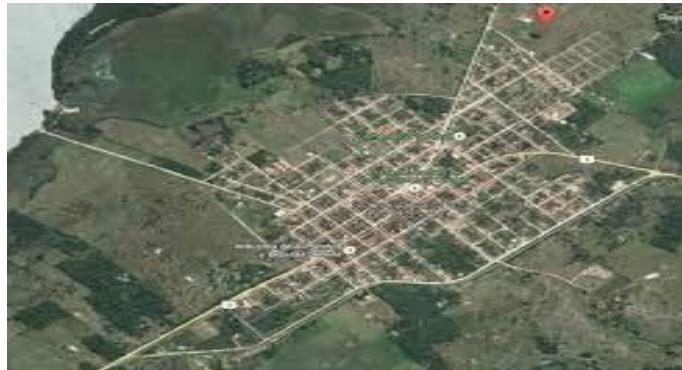
Todos estos anexos están disponibles en la página de internet oficial de la Agencia Nacional de Hidrocarburos de Bolivia.

### III. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. UBICACIÓN

El presente trabajo describe la instalación de Gas Natural domiciliario en la localidad de San Ignacio de Moxos, ubicada en el Departamento del Beni, en el extremo sur, Limita al sur con el Departamento de Cochabamba entre las coordenadas 15°00'01.6" latitud sur y 65°38'23.8" de longitud norte y tiene una superficie de 33.316 km<sup>2</sup>, y una población de 21.114 habitantes (según el Censo INE 2012). con una densidad de 0,63 hab/km<sup>2</sup>, siendo una de las más bajas a nivel nacional. (Google earth, 2022)

**Figura 14:** Localización del lugar de investigación, san Ignacio de Moxos Beni-Bolivia



**FUENTE:** Google earth,2022

#### 3.2. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación es cualcuantitativo porque se manejará parámetros numéricos y teóricos.

### **3.3. TIPO DE LA INVESTIGACION**

La investigación es de tipo exploratorio y descriptivo. Debido a que la determinación del tipo de medidores que se van a instalar requiere una amplia investigación bibliográfica respecto a de las funciones que debe cumplir y a través de la observación de los equipos se determinarán sus dimensiones y sus características, además a través de las encuestas realizadas, determinar los beneficios económicos que tendrán los habitantes de la localidad.

### **3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

El diseño de la presente investigación es de tipo no experimental, la cual no se llegaron a manipular ningún tipo de variables.

### **3.5. UNIVERSO Y MUESTRA**

El Universo de presente investigación se tomó como referencia la localidad de San Ignacio de Moxos la cual se obtuvo la muerta de campo para la obtención de datos el inmueble del predio 4, manzano 18 se ubica en el departamento de Beni- San Ignacio de Moxos/calle innominada. “El Universo es el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación”. (Bernal, 2006, pág. 164) Se tomó como guía en mapa que fue proporcionado de la Unidad de Ingeniería y Proyectos de la Corporación Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (Tenorio, 2015), ya que ellos cuentan con todos los planos.

### **3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Se utilizaron fuentes de investigación:

- Primaria: experiencias de ingenieros expertos en el área.
- Secundarias: Artículos, Libros referentes al tema y manuales de operaciones.

## **3.7. Procesamiento de la Información**

### **3.7.1. Nociones de Cálculo de la Red Interna de Gas**

La distribución interna no debe ser superior a 19 mbar. La normativa específica tomar en cuenta como mínimo lo siguiente: características del local a ser suministrado con gas natural, potencia requerida por los puntos de uso de cocción, agua caliente sanitaria (ACS) y los detalles de cálculo de la red interna de gas.

#### **3.7.1.1. Descripción de los Locales para Instalación de Gas (V.A.S.A.)**

Todo local donde se encuentre instalado uno o más aparatos de gas, comúnmente empleados como: cocinas, estufas, hornos, calentadores de agua, equipos para calefacción, secadoras de ropa, asadores, deben cumplir con lo siguiente:

**V** = Volumen mínimo del local (mínimo 6m<sub>3</sub> y 15m<sub>3</sub>).

**A** = Alimentación de aire para la combustión (del aparato).

**S** = Salida de aire viciado (productos de la combustión).

**A** = Aireación rápida (ventanas, puertas o similares, igual o mayor a 2m<sub>2</sub>)

#### **3.7.1.2. El Volumen Mínimo del Local**

Debe ser superior o igual a 6 m<sub>3</sub>, este volumen es válido para los aparatos no estancos no conectados (cocinas) y también para los aparatos no estancos conectados (calentadores de agua, calefacción y termo tanques). Solamente los calentadores de agua instantáneos no conectados requieren un volumen de 15 m<sub>3</sub>.

No es necesario tomar en cuenta el Volumen cuando se trata de locales que contengan únicamente aparatos conectados, o aparatos de circuito estanco (cámara cerrada).

### 3.7.1.3. Alimentación de Aire

La alimentación de Aire necesario para la correcta combustión de los aparatos a gas, ubicados en los locales, deben estar provistos de una sección de llegada de aire permanente, ya sea de forma directa o indirecta, cuya sección debe ser situada a una altura máxima de 0.3 m, del nivel del piso del local a ser ubicado el aparato a gas.

Estas disposiciones no conciernen a aparatos de circuito estanco la sección del conducto, puede ser expresada en:

$$S (cm^2) = 4,3 P_u (kW)$$

Donde;

S : superficie libre de la abertura en cm<sup>2</sup>

P<sub>u</sub> : potencia útil total de los aparatos abastecidos por el conducto, expresada en kW.

**CUADRO 6:** Secciones de alimentación de aire

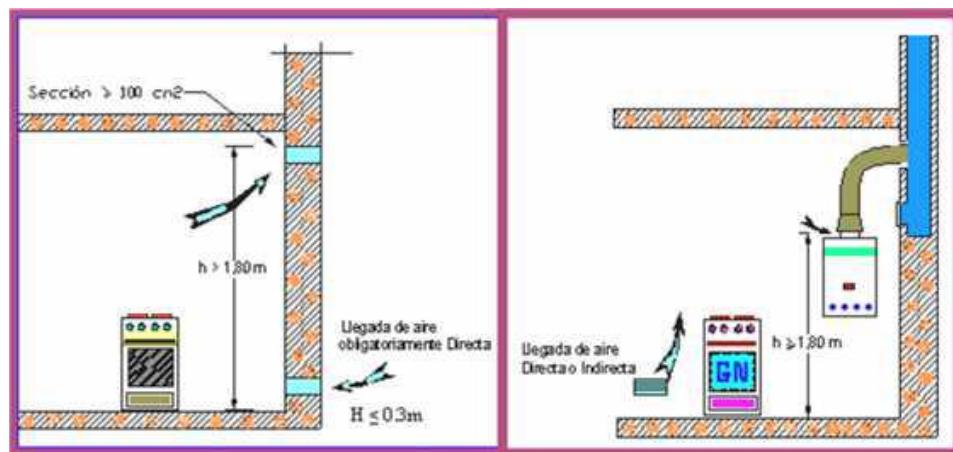
TIPO DE APARATO	SECCIÓN DE ALIMENTACIÓN DE AIRE DIRECTA / INDIRECTA	
	SECCIÓN LIBRE MÍNIMA (cm <sup>2</sup> )	APLICACIÓN
Aparato no estanco no conectados	100	Si la salida de humos se hace exclusivamente a través de paredes exteriores.
	50	Si la salida de humos se hace entera o parcialmente por conducto de evacuación.
Aparatos no estancos	P <sub>u</sub> < 25 kW	50
	25 kW ≤ P <sub>u</sub> ≥ 35kW	70

conectados	$35 \text{ kW} \leq P_u \geq 50 \text{ kW}$	100	de evacuación vertical, sección a calcular.
	$50 \text{ kW} \leq P_u \geq 70 \text{ kW}$	150	
Local que contiene varios aparatos conectados y no conectados	Sección impuesta por el aparato de mayor potencia	Sección de conducto de evacuación a calcular	

**Figura 15:** Ingreso de aire para la buena combustión



1. Evacuación por una apertura en la parte alta de una pared exterior.
2. Evacuación por un conducto de tiro natural



### 3.7.1.4. La salida de los productos de la combustión

Se realiza mediante la evacuación por una apertura en la parte alta de una pared exterior o la formación de un tiro natural, que darán lugar a la evacuación de los productos de la

combustión generados por los artefactos a gas, evitando el efecto nocivo de los mismos la incorrecta evacuación de los Productos de la Combustión (PdC) pueden provocar accidentes de gravedad a las personas.

### 3.7.1.5. Aireación rápida

La aireación rápida o ventilación del local es muy necesaria para la evacuación rápida de los productos de la combustión y posibles fugas de gas a través de una apertura. Se considera local con AIREACION si se tiene una ventana o una superficie de por lo menos 0,4 m<sup>2</sup> de sección libre abriéndose directamente hacia el exterior.

### 3.7.1.6. Potencia térmica de los aparatos a gas.

Los aparatos a gas son aquellos que utilizan combustibles gaseosos en el proceso de combustión, aprovechan la energía generada como calor y se clasifican en:

- **Aparatos de circuito estanco**, toma el aire exterior del local donde está ubicado y reenvía los productos de la combustión nuevamente al exterior por medio de una ventosa
- **Aparatos de circuito no estanco conectados**, el aire de combustión lo obtiene del mismo local donde se encuentra el aparato y los productos de la combustión son evacuados hacia el exterior por medio de un conducto de evacuación.
- **Aparatos de circuito no estanco no conectados**, el aire de combustión lo obtiene del mismo local donde se encuentra el aparato y los productos de la combustión, son evacuados en el mismo local donde están instalados.

#### a) Potencia térmica del aparato de cocción (cocina)

Los aparatos de cocción normalmente son aparatos de circuito no estanco no conectados. Una cocina doméstica normalmente está fabricada con tres quemadores medianos, una grande y el horno, de acuerdo a la sumatoria llega a sumar una potencia calorífica de:

Para efectos de cálculo se toma el valor de 10 kW como potencia, para una cocina doméstica con horno y 4 quemadores (hornallas).

**CUADRO 7:** Consumo promedio de artefactos de cocción

ARTEFACTOS DOMESTICAS	Kcal/h	kw
Quemadores de hornallas de hornallas pequeñas	800-1000	
Quemadores de hornallas medianas	1200-1400	
Quemadores de hornallas grandes	2000	
Quemadores de horno		

**Fuente:** normativa de Y.P.F.B.

**Figura 16:**Aparatos de uso doméstico que funcionan a gas



### 3.7.2. Elementos de cálculo del diámetro de la red de gas

Una vez determinada la potencia de los artefactos, se determinará el caudal de simultaneidad requerida por vivienda.

### **3.7.2.1. Caudal de gas requerido**

Aguas abajo del medidor del abonado (vivienda unifamiliar) el caudal máximo nominal de cada uno de los aparatos vendrá dado en m<sup>3</sup>/h y se obtendrá como resultado de dividir la potencia nominal de cada aparato, entre el poder calorífico superior del gas que se trate.

$$\text{Caudal (Q); } Q = \frac{P_{\text{abs}}}{P_{\text{CS}}}$$

Q = caudal de gas en m<sup>3</sup> /h

P<sub>abs</sub> = potencia absorbida del aparato a gas en KW (consumo calorífico)

P<sub>CS</sub> = poder calorífico superior kwh/ m<sup>3</sup>

Los tramos de la instalación se dimensionan teniendo en cuenta el diámetro interno de la tubería a instalar y deberá estar en función del caudal máximo de simultaneidad de Gas Natural a consumir.

### **3.7.2.2. Potencia simultánea en viviendas.**

Se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$\Psi_i = P_1 + P_2 + \frac{P_3 + P_4 + \dots + P_n}{2}$$

Donde:

$\Psi_i$  = potencia absorbida de uso simultaneo de Gas expresado en KW

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> = potencia absorbida de los aparatos de mayor consumo en KW

P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, P<sub>n</sub> = potencia absorbida del resto de aparatos a instalar en KW

### **3.7.2.3. Pérdida de carga en los conductos de gas**

Para calcular la pérdida de carga por tramo, utilizar la fórmula de Renouard lineal:

$$p_1 - p_2 = 23200 \times \varphi \times L \times \frac{Q_{1,82}}{D_{4,82}} \text{ [mbar]}$$

Donde:

$p_1 - p_2$  = caída de presión del tramo en mbar

$Q$  = caudal en (m<sup>3</sup> / h)

$D_i$  = diámetro interior de la tubería en ( mm.)

$\varphi$  = densidad relativa del gas natural (0,62)

$L$  = longitud equivalente, en metros (m), donde ( $L = l_r + l_a$ )

( se suele tomar un 1,2% más de la longitud real)

$l_r$  = longitud real en metros

$l_a$  = longitud equivalente de accesorios en ( m)

Como recomendación para el dimensionado de las instalaciones internas se establece las siguientes pérdidas de carga:

- Dirección aguas abajo del medidor del abonado (vivienda unifamiliar), entre el medidor y el aparato más alejado, la pérdida de carga no deberá superar 1 mbar .
- Dirección aguas arriba del medidor y después del regulador colectivo (edificios multifamiliares), la perdida de carga no deberá superar la presión de 3.8 mbar.

No obstante, lo anterior, la velocidad del gas en la tubería no debe superar los 20 m/s, cuya ecuación de análisis es la siguiente:

$$\text{Velocidad (v): } v = 365.3 \times \frac{Qxz}{PxD^2}$$

Donde:

$v$  = velocidad del gas en (m / s)

$Q$  = caudal de gas en (m<sup>3</sup> / h)

$Z$  = Coeficiente de compresibilidad del gas. (considerar igual a 1)

$P$  = Presión absoluta al final del tramo en (bar).

$D$  = diámetro interior de la tubería en (mm)

Para determinar el diámetro de las tuberías de conducción de gas domiciliario, el Reglamento de instalaciones de gas propone también utilizar el ábaco de cálculo de

tuberías, que está en función de la potencia de los aparatos y la longitud de conducción entre el medidor y los puntos de consumo.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Proyecto Instalación de Gas Domiciliario

Se realiza una instalación de gas domiciliario gratuito para una cocina, calefón, horno en la propiedad de la señora: SILVA FLORES MARIA DELCIA.

El inmueble se ubica en el departamento de Beni- San Ignacio de Moxos/calle innominada. Manzano 18 predio 4.

#### 4.1.1. Red de gas natural y cofre de medición

El cantón de San Ignacio de Moxos cuenta con el tendido de red primaria y secundaria por el manzano 18 predio 4 pasa la red secundaria. El inmueble cuenta con un medidor de prueba. (prueba de acometida).

#### 4.1.2. Determinación de la Potencia de los Aparatos de Producción de Agua Caliente.

##### a) Calefón 1

Primeramente, se le consultó al usuario cuantos artefactos sanitarios utilizara este el diagrama:

Uso de la tabla de tabla 2: selección del aparato de acuerdo al uso de artefactos sanitarios.

AMBIENTE	APARATO	CANTIDAD	LITROS/MINUTO	TOTAL L/m
BAÑO	DUCHA	1	5	5
BAÑO	LAVAMANOS	1	3	3
TOTAL DE AGUA CALIENTE				8

#### 4.1.3. Calculo factor de perdida por potencia por altura

$$fpp = \sqrt{\frac{Pabs(ci) * Tabs(cn)}{Pabs(cn) * Tabs(cn)}}$$

Donde:

CI: condiciones de instalación

CN: condición normal

$$fpp = \sqrt{\frac{761.31 \text{ mmhg} * 273 \text{ K}^\circ}{760 \text{ mmhg} * 300 \text{ K}^\circ}}$$

**$fpp = 0.95$**

#### 4.1.4. Potencia útil

Para la selección de los aparatos puede considerarse el uso de puntos para el uso de una ducha y un lavamanos se utiliza el caudal de 6 l/m.

En este caso se necesitará un calefón que tenga la capacidad de calentar 8 l/m.

$$Pu = \frac{Q * \Delta T}{14.33}$$

Donde:

Pu: potencia útil

Q: caudal de agua caliente

$\Delta T$ : variación de temperatura

### ducha

$$Pu = \frac{8 \frac{l}{m} * (40 - 24)}{14.33}$$

$$Pu = 8.93 \text{ kw}$$

### Lavamanos

$$Pu = \frac{3 \frac{l}{m} * (40 - 24)}{14.33}$$

$$Pu = 3.34 \text{ kw}$$

#### 4.1.5. Potencia absorbida

$$P_{util} = \frac{Pu}{Ffa}$$

$$Pu = \frac{8.93 \text{ kw}}{0.95}$$

$$Pu = 9.4 \text{ kw}$$

En esta fórmula encontraremos la potencia la cual el calefón deberá ser adquirido en condiciones del departamento del Beni.

$$pabs = \frac{Pu \text{ condicion beni}}{n \text{ calefon}}$$

$$Pabs = \frac{9.4 \text{ kw}}{0.85}$$

$$Pabs = 11.05 \text{ kw}$$

El resultado lanza un calefón de 11 kW llegando a no ver en el mercado se conversó con el usuario y la decisión fue un calefón de 16 KW.

#### **4.1.6. descripción del proyecto**

El siguiente proyecto consta de la instalación domiciliaria interna gratuita la primera instalación ver la ruta a la que ira la tubería cuantos aparatos funcionara en el domicilio. Ya que dicho inmueble tiene una acometida de prueba (gabinete).

El gabinete de medición constara de un medidor.

#### **4.1.7. ubicación del medidor y del regulador**

el cofre de regulación y medición estará ubicado a límites de la propiedad.

Para saber que medidor y regulador será solicitada a Y.P.F.B se debe realizar los siguientes cálculos ya que la instalación es requerida para la cocción de alimentos y agua caliente sanitaria para los siguientes aparatos:

NIVEL	LOCAL	POTENCIA KW	TIPO
PLANTA BAJA	COCINA	10.00	N.E.N.C
	CALEFON	16.00	N.E.C

Donde:

N.E.N.C: No estanco no conectado.

N.E.C: No estanco conectado.

##### **4.1.7.1. Estanco**

son aquellos aparatos de gas que tienen una conexión por donde salen los gases de combustión al exterior de la cocina (AMBIENTE).

##### **4.1.7.2. Calculo para el medidor**

$$Pasb = P1 + P2 + \frac{(\Sigma P3 + P4 + Pn)kw}{2}$$

Donde:

Pabs: potencia de medidor

P1 y P2: potencias mayores de los aparatos registrados para cada instalación.

P3 y P4, Pn: potencia de los aparatos restantes.

Pcs: poder calorífico superior =  $10,80 \frac{kw \cdot h}{m^3}$ , del gas natural para Bolivia.

Entonces:

$$Pu = \frac{16 \text{ kw}}{0.85}$$

$$Pu = 18.82 \text{ kw}$$

Presión absorbida será:

$$Pabs = 18.82 \text{ kw} + \frac{10 \text{ kw}}{2}$$

$$Pabs = 23.82 \text{ kw}$$

El caudal será:

$$Q = \frac{Pabs}{Pcs}$$

$$Q = \frac{23.82 \text{ kw}}{10.8 \frac{kw \cdot h}{m^3}}$$

$$Q = 2.205 \frac{m^3}{h}$$

Usando la tabla de regulación domestica-comercial; tabla ce designación de medidores domésticos.

Regulador a instalar: B6

Medidor a instalar: G 2,5

## 4.2. CONSIDERACIONES PRELIMINARES

El cofre de regulación y medición a 19 mbar estará ubicado en el límite de la propiedad.

#### **4.2.1. Ubicación del Aparato de Gas**

NIVEL	AMBIENTE	APARATO	TIPO
PLANTA BAJA	COCINA	Cocina-horno	N.E.N.C
	CALEFON	Ambiente abierto	N.E.C

#### **4.2.2. Alimentación de aire**

Para la cocina se tiene una apertura de una ventanilla en la parte baja del muro exterior con rejilla de 10x10 para la alimentación directa de aire del exterior, ubicado a una altura menor de 0.30 m del piso con una sección libre mayor a 100 cm<sup>2</sup>, para una buena combustión de los aparatos.

Para el calefón será a través de un conducto hacia el patio. (ambiente abierto).

#### **4.2.3. determinación del diámetro de las tuberías**

Para la determinación del Ø de las tuberías a la presión de 19 mbar. Se utiliza el diagrama de cargas y el Abaco correspondiente.

#### **4.2.4. Indicaciones para la ubicación de tubería**

##### **4.2.4.1. Material de tubería**

Tubería de acero negro con recubrimiento epóxido según especificaciones. (**reglamento diseño construcción de redes de gas natural**)

##### **4.2.4.2. Accesorios**

Accesorios de acero negro con recubrimiento epóxido según especificaciones. (**reglamento diseño construcción de redes de gas natural**)

#### **4.2.4.3. Cruce de muros y de otros**

El cruce de muro de la cañería de acero negro será protegido por un tubo PVC.

#### **4.2.4.4. Tubería Enterrada**

En el proyecto si existe tubería enterrada y estará a 0.30 m. del nivel del piso y protegida con pintura anticorrosiva y cinta de poliken.

#### **4.2.4.5. Tubería Empotrada**

La tubería empotrada será protegida por la pintura anticorrosiva.

#### **4.2.4.6. Tubería de Elevación**

Protegida con pintura anticorrosiva y fijada con soportes por medio de abrazaderas.

#### **4.2.4.7. Tubería Emergente**

Protegida con funda y calafateado estanco.

#### **4.2.4.8. Ensambladura**

La tubería enterrada y empotrada tendrá ensambladura con soldadura fuerte (oxiacetilénica) con bronce según especificaciones de Y.P.F.B. y en las válvulas será con cinta de teflón. (**reglamento diseño construcción de redes de gas natural**)

### **4.2.5. Alimentación con gas natural**

PRESION ANTES DEL REGULADOR: gas natural

PRESION DESPUES DEL REGULADOR: 4 Bar

POTENCIA INSTALADA: 19 mbar

POTENCIA PREVISTA: 26 kW

CAUDAL INSTALADO: 0 kW

REGULADOR: B-6 Y.P.F.B

MEDIDOR: G-2.5 Y.P.F.B

COFRE: Fabricación nacional

#### **4.2.6. Materiales y Accesorios Para la Instalación de Gas Natural**

##### **4.2.6.1. Cañería**

- el sistema de cañerías debe ser de acero galvanizado.
- No se permite el uso de cañerías, válvulas o accesorios sacados de una instalación anterior para su utilización en otra.

##### **4.2.6.2. Válvula de mando del aparato**

Válvulas de esfera de accionamiento rápido de  $\frac{1}{4}$  de giro con tope (apertura y cierre en un giro de  $90^\circ$ ) para gas natural, a palanca o mariposa (mando palomillo), mango permanentemente amarrillo.

##### **4.2.6.3. presentación de una carpeta asignación gratuita**

Lo primero con lo que cuenta es de los siguientes documentos:

- Formulario 01
- Plano isométrico
- Memoria de calculo
- Plano de planta del inmueble.

#### 4.2.7. supervisión de la obra y entrega de material

La supervisión de realizo mediante realización y bajo el plano isométrico sin modificar el tramo de la tubería. Además, se hizo el control de la soldadura que no tenga ningún tipo de poro ya que esta tendrá fuga de gas. A la hora de la instalación. Como vemos en las siguientes imágenes.

**Figura 17:** supervisión de obra en campo



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 18:** Instalación del gas natural al inmueble:



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 19:** ingreso de la instalación hacia la cocina bajante de 1/2"plg.



Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA N° 20:** instalación y mantenimiento del calefón al usuario.



#### 4.2.7.1. Prueba de Hermeticidad

La prueba de hermeticidad se realiza cuando la instalación está ya culminada. esta prueba detecta las fugas que se encuentra en la instalación gracias a un manómetro cuenta de ductos pequeños el diámetro de una terminal de gas. Y la otra por donde ingresa el aire ya que cuenta con una válvula de corte.

#### 4.2.8. Requisitos de Orden Técnico.

##### 4.2.8.1. Requerimientos mínimos para la Instalación

El ambiente destinado a la cocina debe ser de uso exclusivo para la misma, con salida a un espacio abierto y debe cumplir con la reglamentación denominada VASA. (Anexo 5 normativa Y.P.F.B.)

- Volumen mínimo establecido de 6 m<sup>3</sup> del ambiente de cocina.
- Alimentación para entrada de aire fresco de 100cm<sup>2</sup> con rejilla.
- Salida de aire viciado y gases de la combustión de 100cm<sup>2</sup> con rejilla.
- Aireación rápida mediante puerta o ventana hacia el exterior, de una superficie total libre 0.40m<sup>2</sup> como mínimo.
- Las paredes que contengan al gabinete y tuberías deben ser estables así mismo el inmueble debe guardar la línea municipal.

Se inicia la recolección de documentos (requisitos legales) y verifica en sitio si el ambiente de cocina cumple con la normativa técnica para realizar la instalación es la primera parte antes de las instalaciones internas.

Con la documentación recolectada se elaboran un formulario y un plano manchado con todos los usuarios que hayan cumplido con los requisitos legales y técnicos mínimos para la instalación Interna de Gas Natural.

Estos formularios son presentados al departamento de Asignaciones de Y.P.F.B. el cual genera los formularios:

- Asignación de formulario.
- lista de usuarios formulario
- asignación de acometida formulario 05B

#### AS-DRSC-0560/2017      CODIGO DE ASIGNACIÓN DE ZONA

La asignación de Acometidas es la realización de la soldadura por electrocución de la red secundaria al medidor para dar flujo de Gas Natural a la vivienda y finalmente proceder con el REGLAJE que no es nada más que readecuar las cocinas (ampliar los pitones), que funcionaban con GLP, para que funcionen con Gas Natural verificando la buena combustión y el buen funcionamiento del aparato de combustión de cada uno de los usuarios beneficiados con la Instalación de Gas Natural Domiciliario.

#### **4.2.9. Costo de la Instalación Interna de Gas Natural Domiciliario.**

##### **4.2.9.1. Gastos Subvencionados por Y.P.F.B.**

Los gastos subvencionados por la estatal Y.P.F.B. son los siguientes:

- Tendido de la red pública de gas por tubería.
- Fundas de protección para cruce de calle y avenida.
- Proyecto de instalación interna aprobada por Y.P.F.B.
- Acometida hasta el gabinete de medición.
- Gabinete unifamiliar y empotrado del mismo.
- Medidor de gas, regulador y accesorios dentro el gabinete unifamiliar.
- Instalación interna de tubería de acero galvanizado de  $\frac{3}{4}$ ", además de la bajante al aparato de cocina con tubería de acero galvanizado de  $\frac{1}{2}$ " dentro los 22 mts, contemplado desde el medidor hasta el aparato de cocina.
- Tee de  $\frac{3}{4}$ " con tapón para un futuro aparato previsto, tal como un calefón para agua caliente, un calefactor, otra cocina o un horno de uso doméstico.
- Válvula de mando del aparato de gas de  $\frac{1}{2}$ " en la cañería de bajante a la cocina.
- Manguera para gas y accesorios de conexión a la cocina.
- Abertura de ventilación de entrada y salida incluyendo rejillas en ambas caras de la pared.
- Adaptación de la cocina (REGLAJE) de todas las hornillas incluido el horno de la cocina).
- Reposición de obras civiles (revoque de paredes, Relleno de zanjas y en su caso reposición de piso de cemento). Limpieza del lugar de trabajo dentro del domicilio (salida de escombros).

#### **4.2.10. Beneficios de la instalación**

El beneficio principal es el (económico) AHORRO y BIENESTAR El gas domiciliario permite un ahorro en los hogares de los beneficiarios, que en promedio consumen mensualmente dos garrafas de Gas Licuado de Petróleo (GLP), cuyo costo es de Bs 50, en tanto que con gas natural pagan entre Bs.10 a 12, lo que implica un ahorro mensual 38 bs. aproximadamente por cada familia.

El gas natural es un combustible no contaminante. Su manejo en las viviendas, es más sencillo y de menor riesgo porque al ser más liviano que el aire tiende a dispersarse rápidamente en la atmósfera.

Las instalaciones de Gas Natural para los hogares bolivianos son subvencionadas en un 100%; por ejemplo, una instalación en la ciudad que llegue a costar \$us 2000, es gratuita para el consumidor.

**La cocción de alimentos,** las cocinas a gas natural permiten un menor gasto que si se utilizan cocinas eléctricas o cocinas que operan con otro tipo de combustible como por ejemplo el GLP o el Kerosén. Si bien resulta más barato utilizar carbón o leña, que causan muchas incomodidades, el gas natural es un combustible moderno que brinda mayores facilidades y otorga Calidad de vida a las familias beneficiadas, porque siempre está disponible, contiene menor grado de contaminación y se paga después de consumirlo.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El propósito fundamental de la presente investigación fue organizar y juntar toda la información requerida para dar a conocer cómo es que se inicia los trabajos de Instalación de gas domiciliario subvencionado.

La información recopilada ha llegado a proporcionarnos una idea amplia sobre la norma que se debe emplear para una instalación domiciliaria de gas natural antes de realizar los trabajos operativos, concientizando a los usuarios de manera técnica y aclarar las ventajas que representa el Gas Natural para consumo doméstico, en función a estos fundamentos. se ha llegado a dimensionar la instalación de red de suministro de gas natural unifamiliar, para el consumo doméstico de cocción, agua caliente sanitaria que brindaran una nueva forma de vida y confort de los usuarios.

Los resultados que se obtuvieron, muestran el costo que representaría realizar una instalación de gas natural subvencionado, donde la inversión total es alta, y que lo mismo se debe aprovechar ya que esta subvención terminara más temprano que tarde y que significa además un ahorro en la facturación de la Energía Eléctrica, dejando de lado también los botellones de GLP.

Se realizó el cálculo correspondiente para el tipo de medidor y regulador a usarse en las instalaciones internas de gas natural.

Se hizo el cálculo correspondiente para el diseño y cálculo de la Instalación Interna de Gas Natural, Mediante el ABACO Para cada usuario de san Ignacio de Moxos.

Se logró cumplir con el reglamento 5 emitida por (ANH). En cada instalación interna de gas domiciliario.

## 5.1. RECOMENDACIONES

- Se ha visto la necesidad de modificar la matriz energética de Bolivia, la misma que actualmente se encuentra en pleno trabajo y se obtendrán resultados para los próximos años.
- Se parte de la premisa de que Bolivia necesita balancear su canasta energética incorporando energéticos de bajo costo y ambientalmente beneficiosos como el gas natural; sustituyendo energéticos costosos y con impactos ambientales negativos.
- Adicionalmente, antes de concluir acerca de los cambios en el sector después de la promulgación de las reformas en cuanto a coberturas, tarifas, infraestructura, estructuras de mercado, etc., se debe resaltar que los cambios encontrados son en buena medida el resultado de las políticas del gobierno en materia de energéticos.
- En cuanto al ahorro generado producto del uso masivo de gas licuado, muestran que evidentemente la población de mayor consumo de energía son los más beneficiados, puesto que tiene más alternativas de sustituir el GLP y la energía eléctrica.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

Glosario Superintendencia de Hidrocarburos – YPFB  
Bernal. (2006). Santa Cruz.

CPE. (s.f.). Obtenido de [http://www.planificacion.gob.bo/uploads/marco-legal/nueva\\_constitucion\\_politica\\_del\\_estado.pdf](http://www.planificacion.gob.bo/uploads/marco-legal/nueva_constitucion_politica_del_estado.pdf)

INFOCAL. (2009). *apuntes del curso tecnico de proyectos II.* scz.

INFOCAL. (2009). *Op. cit.*

Velasco. (2015). *Apuntes del curso de Diplomado en Tecnología del Gas Natural.*

Velasco. (2015). *Op. cit.*

Velasco. (s.f.). *puntes del curso de diplomado en tecnologia del gas natuaral.*

Cursos de diplomado en tecnología del gas natural, facultad de ingeniería (umsa).  
Libro Virtual del Ing. Antonio Vargas instalaciones de gas natural. (Y.P.F.B).

Distrito de Redes de Gas Natural – Y.P.F.B. santa cruz. (reglamentación)

Agencia Nacional de Hidrocarburos A.N.H

Curso de Instaladores Infocal (Instalador II).

## VII. ANEXOS

**Anexo 1:** ACCESORIOS DE ACERO GALVANIZADO ROSCADOS CON CINTA TEFLÓN



**Anexo 2:** ACCESORIOS DE ACERO NEGRO



**Anexo 3: ACCESORIOS DE ACERO GALVANIZADO SOLDADOS CON LATÓN (BRONCE)**



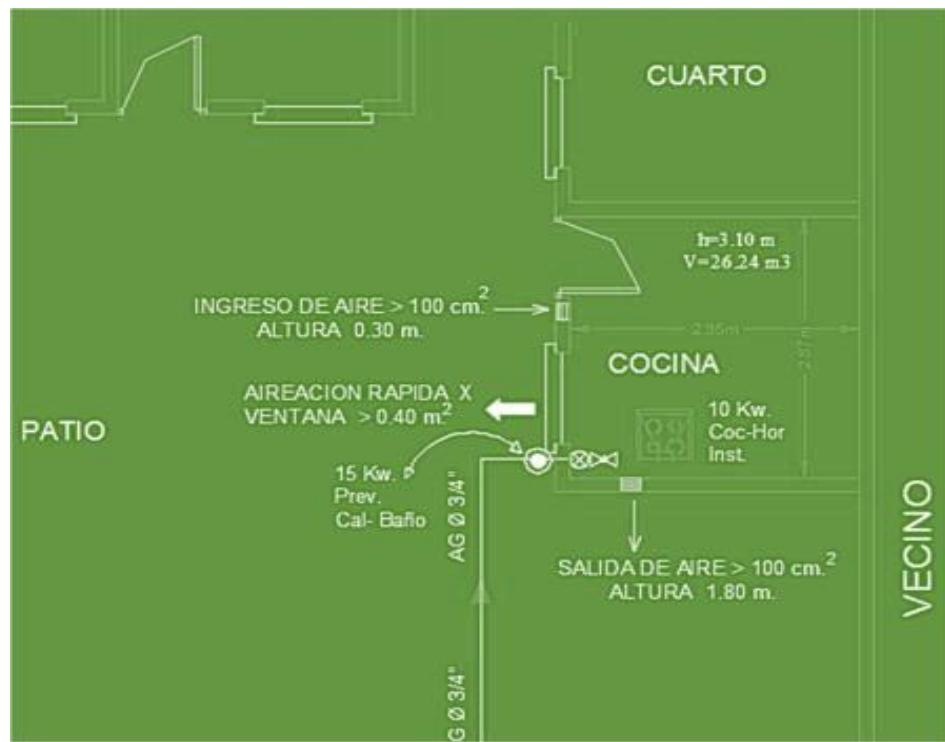
**Anexo 4: VÁLVULA DE MANDO O CORTE, TIPO GLOBO DE 1/4 DE GIRO.**



**Anexo 5: VÁLVULA DE ACOMETIDA, REGULADOR Y MEDIDOR DE GAS NATURAL**



**Anexo 6: CUMPLIMIENTO DEL V.A.S.A.**



## **ANEXO 7: GLOSARIO DE NORMAS**

- ASTM A-120: Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped Zinc-Coated (Galvanized) Welded and Seamless for Ordinary Uses (Especificación para tubería de acero negro y galvanizado soldado y sin costura para usos ordinarios).
- ASTM A-53: Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless (Especificación normalizada para tubos de acero negro e inmersos en caliente, galvanizados, soldados y sin costura).
- ASTM B42: Standard Specification for Seamless Copper Pipe, Standard Sizes (Especificación estándar para tubos de cobre sin costura, tamaño estándar).
- ASTM B88: Standard Specification for Seamless Copper Water Tube (Especificación estándar para tubos de agua de cobre sin soldadura).
- ASTM A-234: Standard Specification for Piping Fittings of Wrought Carbon Steel and Alloy Steel for Moderate and High Temperature Service (Especificación estándar para accesorios de tuberías de acero al carbono forjado y acero de aleación para servicio de moderada y alta temperatura).
- NAG 250: Norma para caños de acero para conducción de gas en instalaciones internas.
- NAG 251: Norma para recubrimiento en caños de acero para la conducción de gas en instalaciones internas. Condiciones generales.

## ANEXO 8: Anexo 5 del (D.R.G.N)

---

**ANEXO 5**  
**NORMAS MÍNIMAS PARA LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES DOMICILIARIAS DE GAS**  
**NATURAL**

---

**1. Generalidades.**

**1.1. Cuerpo normativo para instalaciones domiciliarias de gas.**

El presente Cuerpo Normativo (Reglamento) contiene las exigencias mínimas a que deberán ajustarse las instalaciones domiciliarias de gas natural.

**1.2. Aplicación.**

Se aplicará a las instalaciones de gas que se abasteczan desde redes de distribución de Gas Natural (GN) que operen a una presión nominal no superior a 4 bar y donde la presión regulada de distribución interna no sea superior a 19 mbar para GN.

Para valores superiores de presión regulada de distribución interna, son de aplicación las "Disposiciones, Normas y Recomendaciones para uso de Gas Natural en Instalaciones Industriales".

**1.3. Objeto**

El presente Reglamento tiene por finalidad establecer las condiciones de seguridad, confiabilidad, conservación y uniformidad de requerimientos técnicos, para todas las instalaciones de GN citadas en los **Alcances**.

**1.4. Alcances**

El presente Reglamento rige para las instalaciones en inmuebles desde la línea municipal.

Alcanza a las instalaciones nuevas, toda instalación existente que deba ser modificada, ampliada o reparada, como así también a la instalación de nuevos artefactos o cambio de ubicación de los existentes.

Establece los requerimientos mínimos de:

- a) Construcción e instalación de gabinetes para artefactos de gas.
- b) Construcción e instalación sistemas de regulación.
- c) Instalación de medidores de gas.
- d) Diseño dimensional e instalación de cañerías con sus accesorios.
- e) Instalación de artefactos de gas.
- f) Diseño dimensional, construcción e instalación de sistemas de evacuación de productos de combustión.
- g) Clasificación de ambientes donde se instalen artefactos de gas o sirvan para los requerimientos de ventilación de otros ambientes.
- h) Diseño dimensional y realización de ventilaciones de ambientes.
- i) Diseño dimensional, realización e instalación de instalación interior.

### **1.6. Definiciones.**

**Acometida:** Tiene por objeto llevar el gas desde la red de distribución hacia e incluso la válvula de entrada del Gabinete de regulación ó medición, la presión de la acometida es la misma que la reinante en la red.

**Acometida individual:** comprende conducto de acometida, válvula de acometida, regulador y medidor, sirve para la alimentación de gas individual (un usuario).

**Acometida colectiva:** comprende el conducto de acometida y válvula de acometida, sirve para la alimentación de gas a inmuebles colectivos (multifamiliares).

**Aguas abajo:** se entiende por "aguas abajo de" a la expresión que ubica un determinado punto que se encuentra instalado posterior al de referencia en el sentido de circulación del fluido.

**Aguas arriba:** se entiende por "aguas arriba de" a la expresión que ubica a un determinado punto que se encuentra instalado en forma precedente al de referencia en el sentido de la circulación del fluido.

**Aire primario para la combustión de un gas:** es el aire introducido en el quemador que se mezcla con el gas antes de la zona de combustión.

**Aire secundario para la combustión de un gas:** es el aire exterior que toma directamente la llama en la zona en que se produce la combustión.

**Aislante eléctrico (dieléctrico):** dispositivo mecánico que se utiliza para aislar eléctricamente dos tramos continuos de cañerías.

**Aislante térmico:** elemento o accesorio que se utiliza para aislar térmicamente dos materiales contiguos.

**Ambiente exterior:** es todo aquel que cuenta con una determinada superficie abierta al exterior en forma permanente.

**Ambiente habitable:** ambiente o espacio que por sus dimensiones y su destino admite habitualmente la permanencia de personas.

**Ambiente único:** espacio destinado a vivienda, cumpliendo en forma simultánea las funciones del ambiente cocina y otra adicional (comedor, dormitorio, escritorio, etc.). Las limitaciones para las instalaciones de gas se rigen por tipo de artefactos, volúmenes de ambiente y sistema de ventilaciones.

**Ambientes integrados:** son todos aquellos ambientes que pudiendo ser funcionalmente distintos, se podrán considerar unificados para el cómputo del volumen total, por encontrarse vinculados mediante una abertura permanente de 3 m<sup>2</sup>.

**Ambiente para regulación y/o medición:** son todos aquellos espacios cubiertos, destinados en forma exclusiva para la instalación de sistemas de regulación y/o medición, que por sus dimensiones permite el normal ingreso de una persona y los equipos para los que está destinado.

**Alvéolo técnico gas:** local dispuesto en un inmueble colectivo, comunicado con las partes comunes, de uso exclusivo para la instalación de aparatos individuales de producción de agua caliente sanitaria ó de calefacción de departamentos, así como de: conductos de alimentación de gas, conductos de alimentación de aire y conductos de evacuación de productos de la combustión.

**Aparatos de circuito no estancos no conectados:** son aquellos en que todo el aire para la combustión lo toman del ambiente donde se encuentran ubicados, pudiendo evacuar los productos de

**Distribución a media presión:** es aquella en que la presión nominal de la red de distribución en la vía pública, está comprendida entre 0,5 bar y 4 bar.

**Distribución a alta presión:** es aquella en que la presión nominal de la red de distribución en la vía pública, es mayor de 4 bar.

**Distribuidora:** licenciataria del servicio de distribución.

**Entrada directa de aire:** toda abertura permanente realizada en la parte baja de una pared lateral que linda con un espacio semi-cubierto o descubierto, que asegure la renovación del aire del ambiente.

**Entrada de indirecta de aire:** El aire tomado en la atmósfera exterior, penetra en principio en uno o varios locales que no contengan aparatos a gas y transita luego hasta llegar al local que contiene los aparatos para los cuales éste aire es destinado, en este caso debe existir un conducto de evacuación con tiraje natural (independiente o conectado a un aparato) o con extracción mecánica.

**Estación de regulación:** conjunto de elementos instalados con el propósito de regular automáticamente la presión del fluido, aguas abajo de su punto de instalación, asegurando un rango prefijado de operación.

**Filtro:** elemento destinado a retener partículas sólidas presentes en el gas.

**Gas Natural (GN):** mezcla de hidrocarburos con predominio de metano y contenido menores de componentes como etano, propano, butano y otros. Su composición comercial la especifica el E.R.G..

**Gases combustibles:** se interpretará como tales al gas natural y a los gases licuados de petróleo.

**Homologación:** acto de una autoridad competente, que aprueba un procedimiento, una instalación, o un artefacto, dentro de sus funciones y a través de resoluciones, reglamentos, etc.

**Identificación de aprobación:** marcación no degradable colocada en un lugar visible del artefacto, para individualizar los modelos cuyos prototipos han sido aprobados oficialmente.

**Instalación interna:** tramos de cañería y demás elementos vinculados con la instalación de gas, incluyendo los sistemas de ventilación, que se instalan desde la línea municipal y dentro del inmueble.

**Injector:** pieza con orificio calibrado a través del cual fluye gas al quemador.

**Línea municipal:** límite que separa la propiedad privada del dominio público.

**Local exclusivo:** lugar que tiene como único uso o destino albergar artefacto o equipos de gas y en el que no se admite la permanencia de personas excepto para eventuales tareas de operación o mantenimiento.

**Matrícula de aprobación:** número de orden otorgado por los organismos de certificación, a los elementos que cumplen con las normas vigentes.

**Medidor de gas:** instrumento destinado a medir y registrar el volumen de gas que consumen los aparatos a gas de una instalación.

**Metro cúbico o metro cúbico estándar:** es el medido a 15°C de temperatura y presión absoluta de 101,325 kilopascales.

**Organismo de Certificación:** entidad acreditada por un Organismo Gubernamental, para la planificación, coordinación, administración y ejecución integral de los trabajos relacionados con la aprobación y certificación de la calidad de productos para la industria del gas, garantizando el cumplimiento de las normas que el organismo gubernamental decida aplicar, en particular en los aspectos técnicos, de eficiencia, uso racional de la energía y conservación del medio.

**Patio de ventilación:** espacio a cielo abierto que puede utilizarse para la instalación de conductos de evacuación y ventilación de los locales.

En ningún caso se aceptará la instalación de elementos usados.

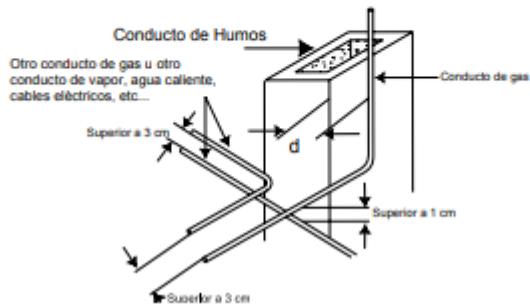
## 2.2. Ubicación.

Las tuberías se podrán instalar: en elevación (ya sea a la intemperie o no), empotrada en los elementos de la construcción y enterrada.

### 2.2.1. Tuberías en elevación aéreas o vistas

Prohibiciones:

- a) Las tuberías son colocadas a lo largo de las paredes con las reservas siguientes:
  - Está prohibido tomar y/o cruzar:
  - Los conductos de evacuación de los productos de la combustión
  - Los conductos de ventilación
  - Los tubos de caída de correo y de basura doméstica
  - Las cajas y vainas (shaft hueco) de ascensores
  - Las maquinarias de ascensores o montacargas.
  - Las cubas y depósitos que contiene combustibles líquidos,
  - Las naves de calderas salvo para las cañerías necesarias para el funcionamiento de la calefacción).
- b) Está prohibido tomar los vacíos entre las paredes (muros o tabiques)
- c) Las tuberías no deben estar en contacto con cualquier otra, incluyendo las eléctricas.
- d) La distancia mínima medida desde el borde exterior entre una tubería de gas y toda otra tubería (de gas, conducto de vapor, agua caliente, cables eléctricos, etc.,) debe ser de:
  - 3 cm en recorrido en paralelo
  - 1 cm en cruce
- e) Las tuberías de gas no deben estar en contacto con conductos que sirven para la evacuación de humos. Las distancias mínimas a respetar son las mismas que se indican anteriormente. La distancia en recorrido paralelo puede ser reducida a 1 cm. Para los conductos en albañilería ó los conductos térmicamente aislados.



**ANEXO 9: CERTIFICADO DE LA EMPRESA PARA OBTENCION DE DATOS**



**CERTIFICADO**

**CERTIFICA:**

Que el Técnico: AMIR ANIBAL VIRUEZ JUSTINIANO; con CI: 12656948 BN estudiante de la carrera de INGENIERIA DEL PETROLEO Y GAS NATURAL. Con la mención en la: **ELABORACIÓN DE PROYECTOS Y SUPERVISIÓN DE INSTALACIONES INTERNAS DE GAS DOMICILIARIO GRATUITO EN LA POBLACIÓN DE SAN IGNACIO DE MOXOS.**

Desde la fecha: 5 de julio de 2021 hasta el 7 de octubre de 2021 llegando a completar 380 hrs de prácticas profesionales.

Es todo en cuanto puedo certificar, quedando al interesado en la facultad de hacer uso del presente, en lo que estime conveniente.

SAN IGNACIO DE MOXOS 14 DE OCTUBRE DE 2021

Atentamente:

  
PROD. ESTACIONES DE GAS  
INDUSTRIAL  
ESTACIONES DE GAS  
INDUSTRIAL  
ING. ANA MARIA LOPEZ ROJAS

13679821 LP