

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PETRÓLEO, GAS NATURAL Y
PETROQUÍMICA**



**ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO PARA LA APLICACIÓN DEL
GAS NATURAL EN VIVIENDAS MULTIFAMILIAR**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE PETRÓLEO**

ELABORADO POR:

JUAN FREDDY ORTEGA ZEGARRA

PROMOCIÓN: 88-1

**LIMA-PERÚ
2012**

INDICE

| | PAGINA |
|---|-----------|
| CAPITULO I - ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION | 2 |
| CAPITULO II - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y DEFINICIÓN DE OBJETIVOS | 4 |
| 11.1 Planteamiento. | |
| 11.2 Definición de Objetivos. | 6 |
| CAPITULO III- MARCO TEORICO | |
| 111.1 Gas Natural. | |
| 111.2 Componentes del Gas Natural. | |
| 111.3 Clasificación de Gases. | |
| 111.4 Propiedades del Gas Natural. | |
| 111.5 Fuentes de Energía que compiten con el Gas Natural. | 13 |
| CAPITULO IV. FORMULACION DE LA HIPOTESIS CAPITULO V. | 14 |
| METODOLOGIA DEL PROYECTO | |
| V.1 Estudio de Mercado. | |
| V.2 Mercado Potencial de Gas Natural para viviendas Multifamiliares. | |
| V.3 Mercados Comerciales. | |
| V.4 Oferta y Demanda de Gas Natural. | |

- VI. 1 Elaboración de un proyecto de Gas Natural.
- VI.2 Planos.
- VI.3 Descripción de materiales y accesorios.
- VI.4 Criterio de Instalación.
- VI.5 Ruta tubería del Gas.
- VI.6 Condiciones básicas para el dimensionamiento.
- VI.7 Construcción sistema de tuberías.
- VI.8 Construcción tuberías en superficie.
- VI. 9 Soportes, anclajes, ganchos.

CAPITULO VII. ESPECIFICACIÓN DE TAREAS

39

- VII. 1 Componentes de la Instalación.

- VII.2 Artefactos características técnicas, gasodomésticos.
- Vil.3 Clasificación de gasodomésticos.
- VII.4 Análisis referencial del consumo de equipos de Gas Natural.
- Vil.5 Diseño de una instalación.
- Vil.5.6 Diseño del regulador.
- VII.5.7 Prueba de Hermeticidad.
- VII.5.8 Selección del medidor.

CAPITULO VIII. ANALISIS ECONOMICO

76

CAPITULO IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

78

CAPITULO X. BIBLIOGRAFIA Y ANEXOS

80

CAPITULO I

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Hasta el año 1885 el petróleo era el hidrocarburo en cuya búsqueda se asumía elevado costos y riesgo implícitos, mientras que el gas natural que lo acompañaba solo era considerado un subproducto, que en algunos casos era re inyectado para mantener la presión del yacimiento o quemado y venteado a la atmósfera. A partir de aquel año, sin embargo, algunas fundiciones del acero de Pittsburg (E.E.U.U) comenzaron el usar del gas natural como combustible industrial.

El Perú ha tenido y tiene en el petróleo, su principal fuente de energía, este recurso cubre alrededor del 60 % de la demanda energética total del país, porcentaje que se eleva al 80 % si nos referimos específicamente a la energía comercial, es decir, aquella que consumen actividades de importancia económica productiva, como la minería, la industria manufacturada, la pesquería y el transporte.

Sin embargo la situación petrolera del país en los últimos años se caracterizado por una declinación natural de las reservas y el paulatino incremento de consumo interno de productos derivados (G.L.P, diesel, Gasoil) etc. Por otra parte no se está incrementando la capacidad de generación de energía eléctrica, lo que plantea en un futuro cercano, que se produzca también un déficit en el abastecimiento de este tipo de energía.

En este trabajo se abordara el estudio de los beneficios económicos generados por el empleo del gas natural como combustible doméstico desde dos puntos de vista. Los beneficios derivados de sus propiedades, las cuales permiten un manejo más simple, seguro y ambientalmente más amigable que otros combustibles, y los asociados con el menor precio del gas natural frente a otros combustibles tradicionales en el Perú.

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 su 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. El gas natural es considerado como el combustible fósil de este siglo, como lo fue el petróleo durante el siglo pasado y el carbón hace dos siglos.

El gas natural presenta una ventaja competitiva frente las otras fuentes de energía pues, solamente alrededor del 10% del gas natural producido se pierde antes de llegar al consumidor final. Además los avances tecnológicos mejoran constantemente la eficacia de las técnicas de extracción, de transporte y de

almacenamiento así como el rendimiento energético de los equipos que funcionan con gas natural.

El gas natural es considerado como uno de los combustibles fósiles más limpios y respetuosos con el ambiente. Su ventaja comparativa en materia ambiental en comparación con el carbón o con el petróleo reside en el hecho de que las emisiones de dióxido de azufre son ínfimas y que los niveles de óxido nitroso y de dióxido de carbono son menores. Una mayor utilización de esta fuente de energía permitiría particularmente limitar los impactos negativos sobre el ambiente tales como: la lluvia ácida, la deterioración de la capa de ozono o los gases con efecto de invernadero.

Además, los gobiernos incluyen progresivamente al gas natural en el orden del día de su política energética, principalmente a través del seguimiento de políticas de liberalización del mercado (en particular después de las crisis petroleras de los años 70). Cada vez más, los usuarios finales muestran una preferencia por el gas natural por su limpieza, su seguridad, su fiabilidad y su interés económico. El gas natural se puede utilizar para la calefacción, la refrigeración y varias otras aplicaciones de tipo industrial. Al mismo tiempo, tiende a convertirse en el combustible preferido para la generación de electricidad.

El gas natural no es ni corrosivo ni tóxico, su temperatura de combustión es elevada y posee un estrecho intervalo de inflamabilidad, lo que hace de él un combustible fósil seguro en comparación con el GLP. Además, por su densidad de 0,60, inferior a la del aire (1,00), el gas natural tiene tendencia a elevarse y puede, consecuentemente, desaparecer fácilmente del sitio donde se libera por cualquier espacio ventilado.

A una presión atmosférica normal, si el gas natural se enfría a una temperatura de - 161°C aproximadamente, se condensa bajo la forma de un líquido llamado gas natural licuado (GNL). Un volumen de este líquido ocupa casi 600 veces menos espacio que el gas natural y es dos veces menos pesado que el agua (45% aproximadamente). Es inodoro, incoloro, no es corrosivo ni tóxico. Cuando se evapora se quema solamente en concentraciones del 1 al 15% mezclado con el aire. Ni el GNL ni su vapor pueden explotar al aire libre. Puesto que el gas natural licuado ocupa menos espacio, se licúa para facilitar su transporte y almacenaje.

El gas natural es considerado como un combustible limpio. Bajo su forma comercializada, casi no contiene azufre y virtualmente no genera dióxidos de azufre (SO₂). Sus emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) son menores a las generadas por el petróleo y el carbón. Las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) son inferiores a las de otros combustibles fósiles.

CAPITULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y DEFINICION DE OBJETIVOS

II.1 Planteamiento .- A raíz de la Conferencia Cumbre de las Naciones ocurrida en Río de Janeiro en junio del 1992, en la que participaron representantes de 200 países, entre los cuales estuvo representado el Perú, se suscribieron una serie de acuerdos que tenían por objeto la preservación del medio ambiente y la naturaleza.

Los Países firmantes se comprometieron, entre otros acuerdos, a reducir la generación de gases de combustión que producían el llamado “Efecto Invernadero” para retardar el calentamiento global.

Como una de las medidas recomendadas para lograr estos objetivos, se impulsó el empleo de combustibles alternativos (“Limpios”) para transporte y otros usos, así como otros recursos de preferencia naturales para la generación de energía como los recursos eólicos y la generación térmica entre otros.

El gas natural era, hasta esos momentos, poco considerado como una alternativa viable. Posteriormente, las evidencias demostraron que su combustión generaba menor contaminación que los otros combustibles fósiles y en consecuencia se puso en relieve su importancia creciendo su demanda y empleo a nivel mundial.

En la década del 1980, se estaba explorando por hidrocarburos líquidos en la zona de selva baja del departamento del Cuzco y se descubrió el que hasta hoy es el más grande yacimiento de gas natural en el Perú conocido como CAMISEA. Hasta el inicio de la explotación comercial del yacimiento de gas natural de CAMISEA, en la década del 2000, no se había empleado en el Perú, este combustible para uso doméstico ó industrial, y su introducción al mercado del transporte y generación de energía ha sido considerado prioritario en los últimos gobiernos.

II.2 Definición de Objetivos.- El gas natural representa hoy día para aquellos países y regiones que poseen estructuras de transporte desarrolladas tales como gasoductos y redes de distribución hasta los centros de consumo, la opción más limpia, segura y económica que existe para uso masivo. Por tal motivo es necesario conocer y difundir los beneficios económicos reales derivados el consumo de gas natural.

Como objetivo del presente trabajo se ha establecido la difusión para uso doméstico del gas natural como una alternativa económica y al alcance de los estamentos de menores recursos económicos de la sociedad peruana el empleo de esta riqueza natural de bajo costo y amplia disponibilidad. Para ello se ha realizado un estudio detallado para el empleo de este combustible para uso estrictamente doméstico.

CAPITULO III

MARCO TEORICO

III.1 GAS NATURAL

Es una mezcla de hidrocarburos que contiene a los componentes más livianos de la cadena de hidrocarburos (desde C1, hasta C15). Puede contener contaminantes (CO₂, H₂S) o inertes como N₂, O₂ dependiendo del tipo de reservorio en el que se encuentra, también puede clasificarse como gas asociado o gas no asociado referido al petróleo.

Su principal constituyente es el metano. Es un fluido combustible que juega un papel importante en el nuevo orden mundial de la preservación del medio ambiente.

El gas natural es una fuente importante para obtener la materia prima de la industria petroquímica.

En el Perú se conoce, desde el siglo pasado la existencia del gas natural en la zona de Talara (noroeste), generalmente asociado con petróleo y en la zona de la selva central (Aguaytía) como gas natural. En la actualidad se utiliza el gas natural en plantas de Talara, Verdun, Pariñas y Pozo, las cuales abastecen la demanda de gas combustible para la refinería de Talara y de las poblaciones de la provincia.

El gas natural fue también utilizado en Talara para la síntesis de la elaboración de amoníaco en la planta de fertilizantes. En su momento, total de esta demanda ascendió a 56 MMPCD (millones de pies cúbicos por día)

Desde el año 1986 el Perú tenía su más importante yacimiento de gas no asociado en la zona de Aguaytía, en el departamento de Ucayali (selva central) con reservas probadas 0.4 billones de pies cúbicos (0.4×10^{12} SCF). En la actualidad, esas reservas de gas se emplean en el proyecto regional (electricidad e industrial). En lo que constituyó un hecho altamente alentador, se han descubierto entre los años 1983-1987 importantes reservas de gas natural no asociados en el lote 42 a orillas del río Camisea en la jurisdicción de la provincia de la Convención, departamento del Cuzco.

Actualmente, con los descubrimientos más recientes en la zona, el estimado oficial de recuperación final considerado en volumen probados y probables es de 37 TPC de gas y algo más de 500 millones de barriles de líquido de gas natural.

III.2 Componentes del gas natural

El gas natural normalmente está compuesto de la manera siguiente, según su estado:

- Gas natural seco **G.N.S** (92.5%) con componentes metano y etano.
- Gas natural liquido L.G.N (7.5%) con componentes.
 - 1) G.L.P (propano 60%, metano 40%)
 - 2) Gasolinas (C5+ hasta C12)

El L.G.N es básicamente la unión de compuestos más pesados que el etano, contiene generalmente al G.L.P y a la gasolina natural, es por esta razón que los L.G.N tienen mayor valor económico.

Entre los elementos que constituyen y acompañan al gas natural tenemos:

- Metano.-primer constituyente del gas natural se encuentra con más del 75 % del gas.
- Etano.- Existe como liquido a elevadas presiones o temperaturas bajas, de él se obtiene el etileno.
- Propano.- recuperado y comercializado, como un liquido para combustible automotor.
- Butano.- recuperado y comercializado como liquido bajo presión moderada, mezclado con el propano se obtiene G.L.P.
- Gas Licuado de Petróleo (G.L.P).- mezcla de propano 60% y Butano 40%, en balones se encuentra en estado líquido debido a la presión, al salir a la atmósfera se gasifica.
- Gasolina Natural.- derivado del gas natural son hidrocarburos más pesados con pequeñas cantidades de butano.

III.3.- Clasificación de los gases

Índice de Wobbe

Se denomina así al número mediante el cual se comparan los diferentes combustibles, matemáticamente está definido como la relación entre el poder calorífico del gas por unidad de volumen y la raíz cuadrada de la Densidad relativa del mismo gas.

Los gases combustibles se clasifican en tres grandes familias o grupos en función del índice de wobbe, según su naturaleza.

- **Primera Familia; Gases manufacturados de tipo “A” y “B”:** el número de Wobbe está entre 20,4 MJ/m³ y 27,2 MJ/m³ para el Poder Calorífico Inferior (PCI).

- **Segunda Familia; Gas natural del grupo “H” y “L”:** número de Wobbe entre 35,1 MJ/m³ y 49,7 MJ/m³ donde:

Grupo H. Número de Wobbe entre 41,1MJ/m³ y 49,7MJ/m³ para el PCI

Grupo L. Número de Wobbe entre 35,1MJ/m³ y 40,6MJ/m³ para el PCI

- **Tercera Familia; Gases licuados del petróleo:** número de Wobbe entre 68,3MJ/m³ y 80,9MJ/m³ para el PCI.

En el Perú únicamente se comercializan gases de la segunda y tercera familia

Un quemador diseñado para quemar gas de una familia no puede quemar gas de otra familia si previamente no se sustituye el inyector y se ajusta el aire de la combustión.

La primera familia se compone de gases manufacturados (gas fabrica), su principal representante es el “gas ciudad” cuya utilización es cada vez menor, ya que está siendo sustituido principalmente por gas natural.

Es un producto fabricado, no es natural y por este motivo se le denomina gas manufacturado. Se obtiene normalmente por “craking” de algunos productos de la destilación de petróleo y antiguamente de la destilación de la hulla.

También pertenece a la primera familia el denominado “aire metanado” que es una mezcla de aire y de gas natural intercambiable con el gas manufacturado o “gas ciudad” y que se distribuye transitoriamente en algunas zonas donde ya no se fabrica gas manufacturado, pero todavía no se ha realizado el cambio a gas natural.

El gas más representativo de la segunda familia es el gas natural. A diferencia del gas manufacturado se obtiene directamente de la naturaleza sin ningún tipo de proceso de elaboración, es por tanto un gas en estado natural, por lo que debe transportarse desde los yacimientos hasta los puntos de utilización. Para el transporte normalmente se utiliza gasoducto o bien se transporta en embarcaciones, licuándolo previamente para aumentar la capacidad de transporte, regasificándolo posteriormente cuando llega a su destino donde se distribuye a través de pequeños gasoductos de transporte y redes de distribución.

La tercera familia la componen los gases licuados de petróleo (GLP), son principalmente el butano comercial y el propano comercial, que son una mezcla de hidrocarburos donde predomina el propano, respectivamente, en una proporción de más de 85 % en volumen.

Para aplicaciones especiales, también se distribuye, aunque en menor medida, el propano metalúrgico que es un gas combustible con un alto contenido de propano, de más del 95 % en volumen, y se utiliza principalmente para procesos metalúrgicos en hornos de tratamiento especiales donde se requiere una riqueza de hidrocarburos.

La composición de los gases combustibles es variable y, por lo tanto también sus características. Los datos de los gases relacionados han de considerarse “gases tipos” por lo que pueden tener ligeras variaciones según las zonas de procedencia.

III.4 Propiedades del gas natural

Poder Calorífico

Se llama poder calorífico de un gas combustible la cantidad de calor que desprende en la combustión completa una unidad de masa o volumen de gas.

El poder calorífico se mide en unidades de energía sobre volumen o unidades de energía sobre masa (KJ/M³; B.T.U/PIE³). Se distinguen dos tipos de poder calorífico, poder calorífico superior (PCS) y el poder calorífico inferior (PCI).

Poder calorífico superior (pcs), es la cantidad de calor que desprende en la combustión completa una unidad de masa o volumen de gas cuando los productos de combustión son enfriados hasta la condensación del vapor de agua que contiene.

Poder calorífico inferior (PCI) es la cantidad de calor que desprende en la combustión completa, una unidad de masa o de volumen de gas cuando los productos de la combustión son enfriados sin que llegue a producirse la condensación del vapor de agua

En ambos casos se expresan por unidad de masa o volumen.

- Por unidad de masa: Mj /kg, kwh / kg, kcal / kg
- Por unidad de volumen: Mj /m³; kwh /m³, kcal /m³



Densidad relativa

La densidad relativa de un gas con respecto al aire es la relación entre densidad absoluta del gas y la densidad del aire en las mismas condiciones referencia.

$$D = \text{Densidad del Gas} / \text{Densidad del Aire}$$

- Si el valor $D < 1$, el gas es menos denso que el aire, y en caso de una fuga tendería a subir. Son menos densos que al aire el gas manufacturado (gas ciudad) y el gas natural.
- Si el valor $D > 1$, el gas es más denso que el aire, y en caso de una fuga, tendería acumularse en el suelo. Son más densos que el aire los G.L.P(gases licuados de petróleo), como por ejemplo, el gas butano y el gas propano.

III.5.- Fuentes de energía que compiten con el gas natural.

III.5.1.- Carbón

Es un mineral de origen orgánico, de color negro y combustible, muy rico en carbono. Suele localizarse sobre una capa de pizarra y sobre una capa de arena

con descomposición de vegetales, hojas, maderas, cortezas, esporas se acumulan en zonas pantanosas, lagunares de poca profundidad.

Compuesto (carbono, hidrogeno, nitrógeno, azufre etc.).El rango del carbón mineral se determina en función a los criterios tales como su contenido en materia volátil (humedad, poder calorífico, etc.) antracita, bituminosos, sub-bituminosos, lignito, turba.

La hulla es carbón mineral de tipo bituminoso medio y alto en volátil. El término bituminoso se refiere al grado de poder calorífico que tiene el carbón.

Poder calorífico

| | |
|---------------------------|----------------|
| Carbón bituminoso (hulla) | 8500 kcal / Kg |
| Carbón sub bituminoso | 8200 kcal/ kg |
| Antracita | 7000 kcal / kg |
| Lignito | 3500 kcal / kg |

III.5.2.- Gas Licuado de Petróleo (GLP)

Mezcla de gases condensables presentes en el gas natural o disuelto en el petróleo. Los componentes del G.L.P, aunque a temperaturas y presión ambientales son gases fáciles de condensar en la práctica se puede decir que el G.L.P son una mezcla de propano y butano.

El propano y butano están presentes en el petróleo crudo y gas natural, aunque una parte se obtiene durante la refinación de petróleo. Propano 60 % y butano 40 %.

III.5.3.- GLP del gas natural

El G.L.P. también acompaña al gas natural en algunos reservorios y posee cantidades variables de propano y butano, dependiendo de las características del reservorio.

III.5.4.- Energía Eléctrica

La energía eléctrica es la forma más utilizada. Gracias a la flexibilidad en la generación y transporte se ha convertido para la industria en la forma más extendida de consumo. El transporte por líneas de alta tensión es muy ventajoso y el motor eléctrico tiene un rendimiento superior a los de origen térmico. Los inconvenientes de esta forma de energía son la imposibilidad de almacenamiento en grandes cantidades y el otro es el alto costo de las líneas de transmisión.

Una de las formas de obtener energía eléctrica es mediante el uso de generadores, los cuales a su vez requieren de combustibles para los motores, con el consiguiente costo adicional que representa la generación de este tipo de energía. También se obtiene mediante el empleo de la energía natural, bien sea de origen eólico, solar, geotérmica o mediante el empleo de las llamadas hidroeléctricas. Toda central hidroeléctrica utiliza fuerza motora para hacer girar un generador eléctrico empleando fuerzas motoras (saltos hidráulicos).

CAPITULO IV

FORMULACION DE LA HIPOTESIS

Hace una década, el resultado del análisis de la situación energética del País nos mostró que a un muy corto plazo la demanda de combustibles para uso doméstico así como para el transporte se incrementaría de tal manera que si no se encontraban soluciones alternativas inmediatas para la introducción del empleo de combustibles alternativos a los ya existentes, la demanda superaría a la producción interna y el País se convertiría en dependiente de la importación de combustibles.

La solución se presentó con el inicio de la explotación del gas de Camisea, con las dificultades que hubo que afrontar desde el inicio, ya que, como es sabido, la explotación comercial de un yacimiento de gas requiere de la creación de un mercado estable de gran demanda y para ello es necesario desarrollar una gran infraestructura en sistemas de transporte y distribución.

Uno de los factores de mayor relevancia a la hora de decidir acerca del uso de un combustible en un proceso industrial o en una aplicación residencial o comercial, es el costo generado por su utilización, para afrontar el reto es necesario una gran difusión sobre las bondades de su empleo, sistemas de seguridad y uso racional del recurso, así como el establecimiento de una adecuada red de distribución.

En el presente trabajo, se desarrolló toda una metodología de trabajo para llegar a las condiciones requeridas para el éxito del uso del gas natural como combustible alternativo.

CAPITULO V

METODOLOGIA DEL PROYECTO

La metodología seguida en el presente trabajo, consistió en una serie de pasos y ejemplos, los que se muestran a continuación:

V.1.- Estudio de Mercado

Existe una amplia diferencia entre la comercialización del gas natural para las actividades domésticas y la comercialización a usuarios industriales en gran escala. No sólo son distintas las características económicas de ambos mercados, y requieren un diferente enfoque de ventas, sino que también lo son las características de utilización de ambos tipos de comercio.

La diferencia más radical se refiere a los costos unitarios de los servicios para estos dos sectores y a la debida asignación de los costos. Se requiere un considerable caudal de información de carácter estadístico para determinar los mercados, definir los índices de penetración, calcular la inversión requerida, identificar la repercusión de los costos de explotación y luego determinar a viabilidad de la incorporación de nuevos clientes.

La política de mercado más segura debe iniciarse con la clientela. Para la empresa de gas, esto significa un estudio intensivo del mercado con el fin de determinar todos los modos posibles en que puede usarse el gas natural y formular una especie de cálculo cuantitativo acerca de los volúmenes de ventas que podrían resultar de dichos usos.

En el mercado residencial, el gas natural se emplea típicamente para tres fines principales: calefacción de ambientes, agua caliente y cocina. Sin embargo, existen otras aplicaciones que pueden comercializarse tales como el secado de ropa, la refrigeración y el aire acondicionado.

Cuando se desarrolla un mercado de gas natural es frecuente que al evaluar a los clientes residenciales se encuentre que la economía parece ser muy poco atractiva.

Las dos razones principales son el costo de convertir o sustituir el equipo existente y el costo de instalar o sustituir las líneas de abastecimiento a los artefactos en relación con la cantidad relativamente pequeña de energía utilizada.

Estos factores determinan bajas economías de energía potencial y períodos muy largos de amortización. De modo que es necesario evaluar los costos de conversión, o sea:

- La conversión del sistema de abastecimiento de combustible.
- La conversión de los artefactos de usuario final.
- La conversión del sistema de ventilación (calefacción, solo en aplicaciones).

También deben investigarse los costos vinculados con todas las posibilidades de conversión, porque en definitiva, el cliente residencial debe hacerse cargo de todos estos costos y su decisión de compra se basará en lo equitativa que le resulte la nueva energía de gas natural en relación con dichos costos.

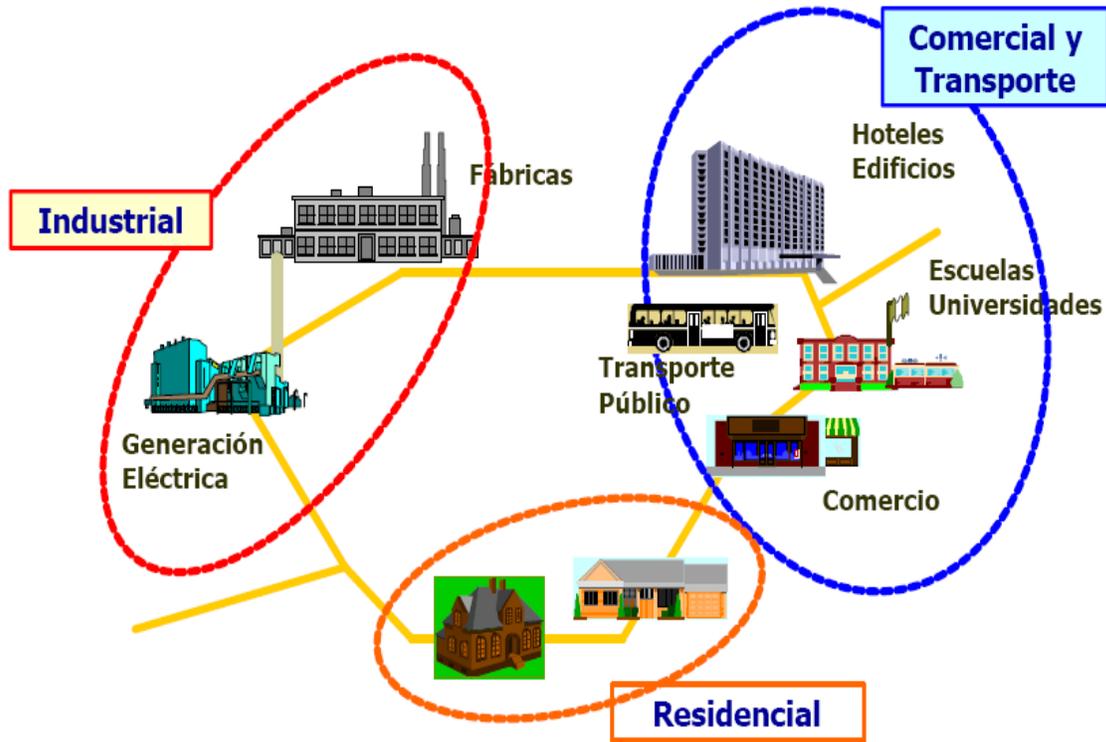
Sin embargo, los factores económicos no son los únicos que hay que considerar, es muy probable que la salud, la conveniencia, la seguridad, el estilo de vida y aspectos ambientales tengan cierta influencia sobre la decisión de pasar al gas natural, según el nivel de ingresos, las cuestiones de calidad de la vida, incluidas la conveniencia y la menor contaminación del aire, serán factores decisivos con respecto a la elección de futuros abastecimientos de energía.

También es importante para una empresa de servicio público de gas tener datos suficientes y completos sobre los usos comerciales del gas natural, debido a que estos usos del gas deben competir con otros combustibles, también es importante saber el costo y los precios de los combustibles competidores.

Las características de utilización de los múltiples sectores comerciales diferirán sin duda de las de los residenciales, aun en pequeño mercado comercial, pero las características de utilización incidirán sobre las presiones y volúmenes y por lo tanto sobre la planificación y diseño del sistema.

Se enumeran a continuación algunos de los principales grupos de clientes comerciales y las cuestiones de conversión que se les plantean: Hospitales, oficinas gubernamentales, panaderías, hoteles, escuelas, talleres artesanales y pequeñas industrias.

Los Segmentos del Mercado



V.2.- Mercado Potencial del Gas Natural para Viviendas Unifamiliares (Residenciales)

Hasta el momento se ha hecho un recorrido por las aplicaciones generales del gas natural y la forma de entregarlo a sus aplicaciones finales, a continuación veremos el uso del gas natural en el entorno residencial y comercial.

En la actualidad, la importancia de los gases combustibles dentro de la canasta energética de un país se hace básicamente por su contribución a la disminución del impacto ambiental generado por el uso de diferentes energéticos y por permitir un uso racional de los mismos.

Un plan de masificación del consumo de gas busca que se aumente considerablemente su uso principalmente en los sectores residencial, comercial e industrial, donde existe un consumo muy elevado de electricidad en procesos de cocción de alimentos y la calefacción de agua y ambientes.

En el mercado residencial, el gas natural se emplea típicamente para tres fines principales: calefacción de ambientes, agua caliente y cocina. Sin embargo, existen otras aplicaciones que pueden comercializarse tales como el secado de ropa, la refrigeración y el aire acondicionado.

Cuando se desarrolla un mercado de gas natural es frecuente que al evaluar a los clientes residenciales se encuentre que la economía no suele ser muy atractiva. Aparte del costo del transporte, las dos razones a considerar son el costo de convertir o sustituir el equipo existente y el costo de instalar o sustituir las líneas de abastecimiento a los artefactos en relación con la cantidad relativamente pequeña de energía utilizada. Estos factores determinan bajas economías de energía potencial y períodos muy largos de amortización. De modo que es necesario evaluar los costos de conversión, o sea:

- La conversión del sistema de abastecimiento de combustible.
- La conversión de los artefactos de usuario final.
- La conversión del sistema de ventilación (calefacción, sólo en aplicaciones) .

También deben investigarse los costos vinculados con todas las posibilidades de conversión, porque en definitiva, el cliente residencial debe hacerse cargo de todos estos costos y su decisión de compra se basará en lo equitativa que le resulte la nueva energía de gas natural en relación con dichos costos.

Sin embargo, los factores económicos no son los únicos que hay que considerar. Es muy probable .Que la salud, la conveniencia, la seguridad, el estilo de vida y aspectos ambientales tengan cierta influencia sobre la decisión de pasar al gas natural.

Según el nivel de ingresos, las cuestiones de calidad de la vida, incluidas la conveniencia y la menor contaminación del aire, serán factores decisivos a tener en cuenta con respecto a la elección de futuros abastecimientos de energía.

Clientes Residenciales



Mercado Residencial

- Usos: Calefacción, aire acondicionado, cocina, Agua Caliente.
- Competidor: Electricidad, LPG, Kerosene, Diesel
- Características:
 - Bajo factor de carga,
 - consumos individuales pequeños
 - Suministro no interrumpible

V.3.- Mercados Comerciales

También es fundamentalmente importante para una empresa de servicio de gas tener datos suficientes y completos sobre los usos comerciales de gas natural, como este combustible debe competir con otros en uso actualmente, es importante saber el costo y los precios de los competidores. Las características de utilización de los múltiples sectores comerciales difieran sin duda de las residenciales, aun en el pequeño mercado comercial, pero las características de utilización incidirán sobre las presiones y volúmenes y por lo tanto sobre la planificación y diseño del sistema.

Enumeremos algunos grupos comerciales, fábricas, talleres, siderúrgicas, industrias ligeras, hospitales, panaderías, hoteles, etc.

Cientes Comerciales

- Uso GN:
 - Hornos, quemadores, aire acondicionado
- Competidor: Electricidad, Diesel, LPG
- Precio: medio, pero menor a Residencial
- Características:
 - Muy variable (desde hospitales hasta panaderías)
 - Suministro No interrumpible

Cientes Industriales

- Uso del GN:
 - Aire acondicionado, procesos, Generación de calor: hornos, calderos, secadores, etc..
- Competidor: Electricidad, Diesel, LPG
- Precios de competencia
- Características:
 - Suministro no interrumpible
 - Switch de combustibles

El gas natural es el mejor combustible que pueden usar las industrias que utilizan hornos y calderos en sus procesos productivos. Por sus características reemplaza ventajosamente a otros combustibles.

En la fabricación del acero es usado como reductor para la producción de hierro. Es también utilizado como materia prima en la industria petroquímica.

EL gas natural puede sustituir a los siguientes combustibles:

- Diesel
- Gasolina
- Residuales
- Gas licuado de petróleo
- Kerosene
- Carbón
- Leña

V.3.a.- Industria del Vidrio

Las propiedades físico-químicas del gas han hecho posible la construcción de quemadores que permiten una llama que brinda la luminosidad y radiación necesaria para conseguir una optima transmisión de energía calórico en la masa de cristal. Así mismo es importante mencionar que con el gas natural el producto final (vidrio) sale limpio.

V.3.b.- Industrias Alimentarias

En la producción de alimentos el gas natural se utiliza en los procesos de cocimiento y secado. El gas natural es el combustible que permite cumplir las exigencias de la calidad ISO que son requeridos para ciertos productos de exportación.

V.3.c.- Industria Textil

El gas natural permite el calentamiento directo por convección en sustitución del tradicional sistema de calentamiento mediante fluidos intermedios, con el consiguiente ahorro energético (entre 20% y 30%).

V.3.d.- Industria Cerámica

El uso del gas natural en esta industria es muy ventajoso debido a que se consigue un ahorro económico y permite la obtención de productos de mejor calidad. Cabe indicar que los productos acabados de esta industria requieren de mucha limpieza y con el gas natural se consigue esta exigencia.

V.3.e.- Industria del Cemento

Los hornos de las cementeras que utilizan gas natural son más eficientes y tienen mayor vida útil, no requieren de mantenimiento continuo y los gases de combustión no contaminan el ambiente como los demás combustibles.

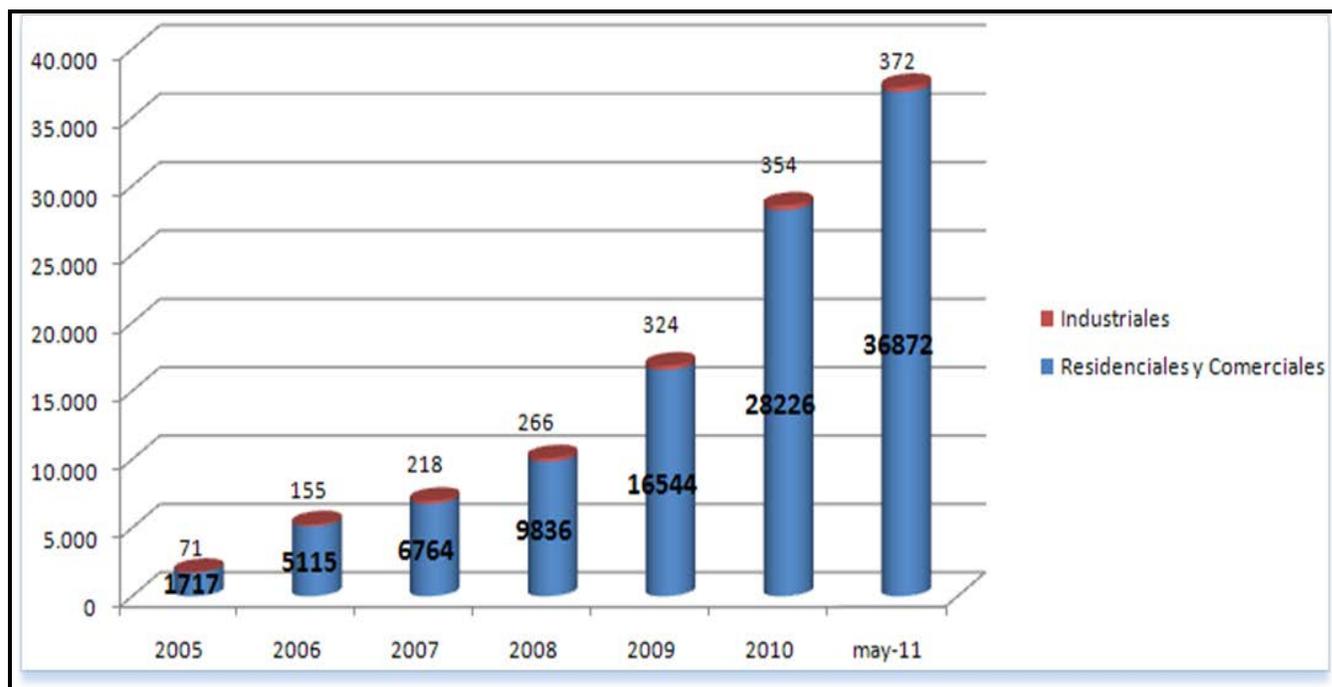
V.3.f.- Metalurgia

El gas natural ofrece a la industria metalúrgica variadas aplicaciones. Sus características lo hacen apto para todos los procesos de calentamiento de metales, tanto en la fusión como en el recalentamiento y tratamientos térmicos.

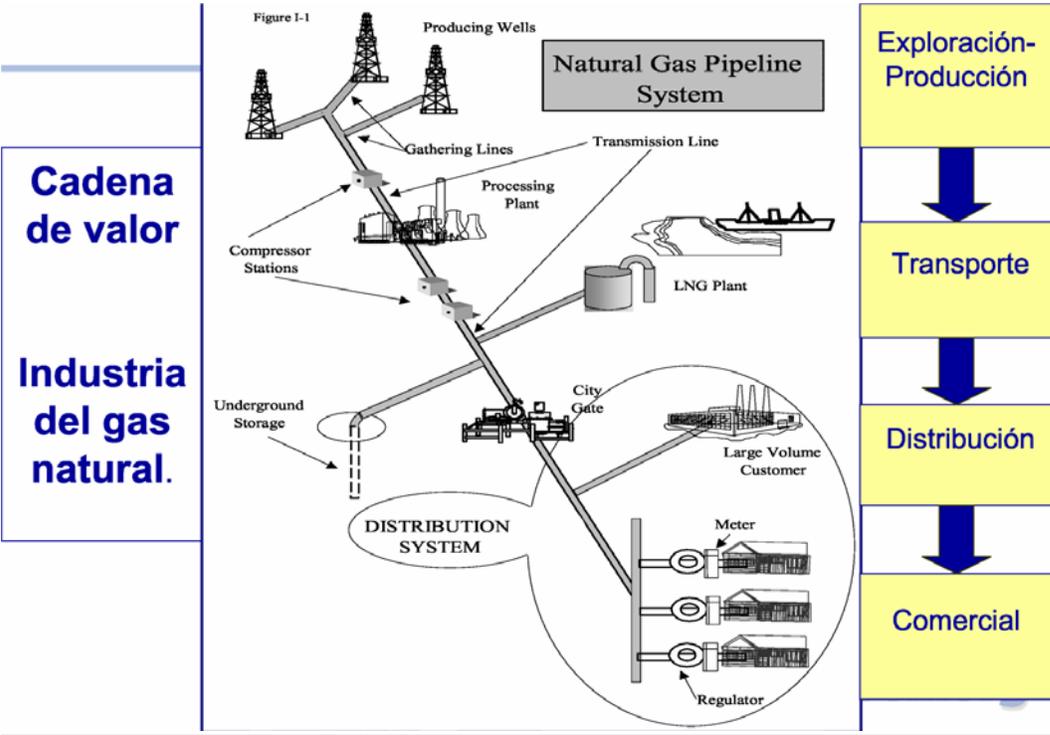
Asimismo, el número de instalaciones internas de gas natural se ha incrementado aproximadamente de 15.975 usuarios registrados en el 2009 a 29.471 usuarios en el 2010; de los cuales 361 son usuarios con instalaciones industriales, 28.946 son usuarios con instalaciones residenciales y comerciales.

En el gráfico N° 11 a continuación se muestra el crecimiento de las instalaciones internas de gas natural desde el año 2005 a Mayo del 2011.

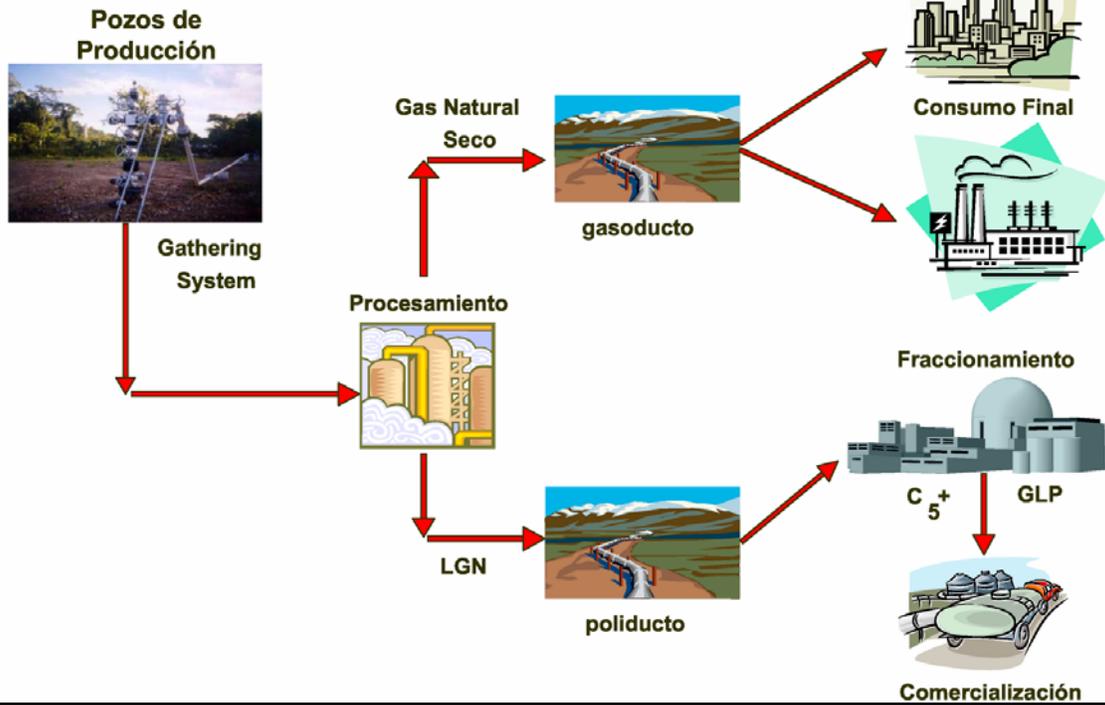
Gráfico N° 11



Fuente: Gerencia de Fiscalización de Gas Natural: OSINERMING



Cadena del Gas Natural



V.4.- OFERTA Y DEMANDA DE GAS NATURAL

Los cuadros presentados a continuación muestran zonas de La ciudad capital y sus potenciales demandas industriales de gas natural:

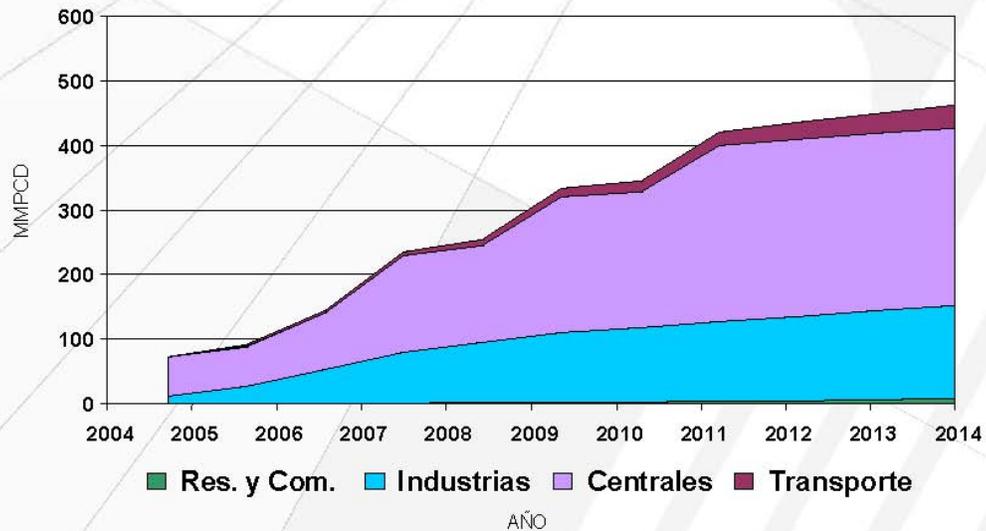


Demanda de Gas Natural Lima y Callao

| Categorías Tarifarias | Tipo de Consumidor | Rango de Consumo mensual |
|------------------------------|-----------------------------|--|
| A | Residencial | Hasta 300 m³ |
| B | Comercial | De 301 a 17.500 m³ |
| C | Industrial | De 17.501 a 300.000 m³ |
| D | Gran Industria y GNV | Más de 300.000 m³ |

DEMANDA PROYECTADA DE GAS NATURAL Y SU DESARROLLO EN LA INDUSTRIA Y ENERGIA DE PERU

MERCADO POTENCIAL DEL GAS DE CAMISEA en MMPCD



CAPITULO VI

DESARROLLO DEL PROYECTO

El proyecto se desarrollo de acuerdo a lo dispuesto en el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma EM-040.

El cronograma de trabajo siguió los siguientes pasos:

VI.1.- La elaboración de un Proyecto de Gas Natural, en una instalación domiciliaria requiere por lo menos realizar las siguientes acciones:

- Determinar el trazo (medición de la vivienda)
- Realizar isométrico (lay out general e isométrico)
- Identificar los aparatos y/o equipos de consumo
- Calcular la tubería de conducción de gas
- Definir el isométrico final
- Determinar el material, herramientas y equipos accesorios a usar en la instalación
- Realizar la instalación de la tubería de conducción
- Realizar la instalación de los aparatos de consumo
- Realizar la prueba de hermeticidad
- Realizar la calibración y ajuste de los aparatos de consumo conectados.

VI.2.- Planos

Como recomendación se hace el dibujo general esquemático de una instalación (lay- out), indicando el recorrido de la tubería de cobre.

Tras la construcción de un sistema de tuberías internas para gas natural seco, el propietario de la instalación deberá presentar un plano detallado del mismo a la autoridad competente, dicho plano deberá archivar y estar disponible a lo largo de toda la vida útil de la instalación, asimismo deberá incluir, por lo menos, los datos siguientes:

- Ubicación de las tuberías, con referencias claras a su posición (plano isométrico) con respecto a objetos fijos exteriores.
- Diámetro y material de las tuberías.
- Accesorios e instrumentos complementarios.

VI.3.- Descripción de Materiales y accesorios

VI.3.1.- Selección del Material del Sistema de Tuberías

Según la Técnica Peruana N° 111.011 versión 2006, se pueden usar los siguientes materiales:

- a) Tubería de cobre
- b) Tubería de acero
- c) Tubería de polietileno

a) Tubería de Cobre

1. Debe ser de material fabricado sin costura, que permita la continuidad de flujo por su pared lisa.
2. Debe poseer alta resistencia a las presiones internas de trabajo (en las pruebas de presión resisten 5 veces las presiones admisibles permitidas).

- a) Alta resistencia a la corrosión.
- b) Su punto de fusión es de 1083 °C el cual es elevado, lo que permite que en caso de incendios, la cañería tarde en fundirse.
- c) Es invulnerable a la eventual agresión que pudiera presentar los distintos gases por su constitución química.
- d) Se coloca similar a las cañerías de cobre como para el agua.

b) Tubería de Acero

- a) Se puede emplear en tuberías de acero para gases combustibles de cualquiera de las tres familias y en tanto en instalaciones de alta presión, como en baja presión.
- b) Su punto de fusión es de 1535 °C
- c) El hierro se oxida con mayor facilidad no ser que se le de un tratamiento especial (acero inoxidable) o protección (pintura epoxica).

c) Tubería de Polietileno

Es un polímero formado a partir de moléculas (monómeros) de etileno, familia de los alquenos. Se puede usar para gases de cualquiera de las familias.

La Norma Técnica N° 111.011 prohíbe el uso de tuberías de polietileno en instalaciones internas.

En las instalaciones internas se podrán utilizar los siguientes tres materiales: acero, cobre y adicionalmente aluminio, teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La selección del material se hará en función de:
- El lugar en que se hallará la tubería
- La presión
- El diámetro necesario
- Los riesgos de corrosión específicos
- Circunstancias o factores de deterioro específicos.
- La disponibilidad del material en el mercado local

Teniendo en cuenta la descripción de los materiales y accesorios antes mencionados, a partir del isométrico es que se detalla los materiales que ha de usarse.

Las tuberías y los accesorios retirados de una instalación de Gas Natural Seco, o de una instalación que ha transportado Gas Licuado de Petróleo (GLP) pueden ser vueltos a emplear para conducir gas natural seco, siempre que:

Se debe tener respetar que las tuberías y los accesorios que se van a reutilizar cumplan con las exigencias de las siguientes normas:

- Las tuberías y los accesorios que van a ser reutilizados hayan sido limpiados, inspeccionados y probados y cumplan con los requerimientos de la presente norma.
- Las instalaciones internas, existentes cuyo sistema de tuberías está transportando GLP, pueden ser vueltas a emplear, siempre que, cumplan con las exigencias, normativas y consideraciones para los materiales y las pruebas de hermeticidad indicadas.

En las tuberías de cobre el diámetro no deberá exceder 29 mm. De manera general se evitará, para las tuberías metálicas, el uso de diámetros muy pequeños (inferiores a 1/2") que podrían ser susceptibles de ser dañados o doblados.

VI.3.2.- Especificaciones Técnicas de las Tuberías.

a) Tuberías de cobre

Las tuberías de cobre para gas natural deberán cumplir con lo establecido en la última edición de las normas: ASTM 837, ASTM B88, NTP 342.052-2000 o equivalente, con referencia principalmente a las tuberías tipo K o L, o tubería equivalente en unidades métricas.

Estas tuberías no deben utilizarse cuando el gas suministrado tenga un contenido de sulfuro de hidrógeno superior en promedio a 0.7 mg por cada 100 litros estándar de gas natural seco.

b) Tuberías metálicas flexibles

El propósito de la tubería metálica flexible es de disipar vibraciones, prevenir la transmisión de esfuerzos, acomodar la expansión o contracción térmica, evitar la flexión excesiva, facilitar la instalación, entre otros, en el sistema de tuberías.

VI.3.3.- Especificación Técnica de los Accesorios y Bridas

a) Accesorios para tuberías de cobre.

Los accesorios mecánicos y soldaduras deben ser conforme a la norma técnica ANSI B16.18 o norma NTP 342.522-1 a NTP 342.522-20 u otras normas internacionales reconocidas y equivalentes. Los accesorios en su totalidad deberán ser aprobados para su uso con gas natural seco.

VI.3.4.- Especificación Técnica de las Válvulas

a) Válvula de cierre manual

Las válvulas deberán ser aprobadas para su uso con gas. La tecnología y los materiales deberán estar de acuerdo a la presión y condiciones de trabajo. El material de la válvula deberá estar en concordancia con el de la tubería en la cual se instala.

Las válvulas para aplicaciones aéreas deberán ser enteramente metálicas, incluyendo el cuerpo, elemento sellante, etc. Asimismo, deberán ser resistentes a altas temperaturas.

Las válvulas deberán ser fáciles de operar, generalmente de tipo esférica, siendo claramente identificable si la válvula está abierta o cerrada.

Se deberá instalar una válvula de cierre manual aguas arriba de cada equipo de consumo o equipo individual. Una válvula de cierre general llamada "válvula de servicio" deberá ser instalada en el límite municipal, fuera del predio del cliente, en la línea de servicio del Distribuidor.

Toda la instalación deberá estar dimensionada para conducir el caudal requerido por los equipos de consumo en el momento de máxima demanda. Asimismo, para las ampliaciones futuras previstas; se debe tener en cuenta las limitaciones en la pérdida de carga y la velocidad, indicadas más adelante.

El diseño debe incluir la ubicación y trazado del sistema de tuberías de la instalación con todos los accesorios, el dimensionamiento de los diferentes tramos y derivaciones, la capacidad necesaria para cubrir la demanda y la ubicación del punto de entrega de gas, entre otros.

Los elementos de la instalación a partir de los reguladores se diseñarán considerando la presión máxima a que pueden estar sometidos teniendo en cuenta el valor de las sobrepresiones que pueden ocurrir ante defectos de funcionamiento de las respectivas válvulas de regulación.

VI.3.5.- Equipos de Regulación y Medición

VI.3.5.a- Medidores

Cuando se requiere medidores adicionales para un equipo de consumo en particular en la instalación interna, estos deberán cumplir con normativas internacionales reconocidas tales como CEN EN 1359 o ANSI B109 (partes 1 y 2) para medidores a diafragma y CEN EN 12480 ó ANSI B109.3 para medidores rotativos o equivalentes y ser aprobados. El medidor de gas debe garantizar la correcta medida del volumen de gas que está circulando en este último y deberán ser ubicados en espacios ventilados, fácilmente accesibles para su examen, reemplazo, toma de lecturas y adecuado mantenimiento.

Los medidores no deberán ser ubicados donde puedan estar expuestos a daños físicos. Los medidores serán protegidos adecuadamente contra la intemperie, las salpicaduras, la humedad, las altas temperaturas, fuentes de ignición, otros similares.

Deberán ser soportados y conectados a tuberías rígidas de manera tal que no se ejerzan esfuerzos sobre ellos.

VI.3.5.b.-Reguladores

Los reguladores deben ubicarse de tal forma que las conexiones sean fácilmente accesibles para operaciones de servicio y mantenimiento, no deben ser ubicados donde puedan estar expuestos a daños físicos y serán protegidos adecuadamente contra la intemperie, las salpicaduras y venteos de los reguladores hacia espacios muy ventilados de acuerdo a las especificaciones de sus fabricantes.

VI.4.- Criterio de Instalación

Para el diseño de una instalación interior de gas, se consideraron los siguientes aspectos:

- Lugar donde se instalaran la tubería, definiendo los puntos de entrega de gas.
- Una correcta definición del recorrido de la tubería desde la acometida hasta cada artefacto, considerando si la tubería de cobre se instalara en forma subterránea o aérea.
- No deberán proyectarse tuberías en inmediaciones de otras instalaciones que pueden causar daños (cables eléctricos, tuberías de calefacción).
- No deberán instalarse tuberías en el interior de otros conductos o canalizaciones utilizados para otros fines (ventilación, evacuación de desperdicios desagües etc.).

Como recomendación se sugiere el dibujo de un diagrama general y un diagrama esquemático de la instalación, indicando el recorrido de la tubería de cobre.

Además :

- a) Considerar cantidad de gas requerido por los equipos de consumo
- b) Demanda futura.
- c) Pérdida de presión permitida entre el punto de suministro y los equipos de consumo(max 12mbar)
- d) Longitud de la tubería y cantidad de accesorios.
- e) Gravedad específica y poder calorífico del gas.
- f) Velocidad permisible del gas.

La longitud de la tubería de cobre a utilizar se obtiene del plano diagrama dibujando previamente. Asimismo una vez que se obtiene el diámetro de la tubería de cobre, se debe verificar que en todos los puntos de la instalación, la velocidad del gas sea inferior a 7 m/s, para evitar pérdidas de presión, vibraciones, ruidos o erosión en la instalación interna.

En general para una instalación interior de gas se debe evitar el uso de tuberías de cobre con diámetros inferiores a ½ pulg por ser pequeños, por lo tanto susceptibles de ser involuntariamente dañados o doblados. Asimismo se debe evitar tuberías de cobre con espesor de pared menor a 1mm. , para asegurar que cumpla con las pruebas de estanqueidad y condiciones de operación.

VI.5.- Ruta de la Tubería de Gas

- a) La ruta debe ser lineal o recta y si hubieren cambios de dirección, deben utilizarse accesorios normalizados.
- b) Deben instalarse evitando tensiones
- c) Deberán contar con soportes intermedios en intervalos regulares, según su peso y diámetro.
- d) No se podrán instalar tuberías en pasadizos, donde puedan ser dañados por personas o vehículos.
- e) En dormitorios o cuartos de baño, el tramo de tuberías debe ser continuo.
- f) El código de color para las tuberías que conducen gas natural seco es el ocre.
- g) Toda tubería subterránea debe instalarse sobre un lecho de arena y con una capa de recubrimiento ubicada a más de 60 cm debajo del suelo, asegurando que en ella no haya objetos que dañen las tuberías.
- h) Si es instalada contra una pared, deberá estar como mínimo a 5 cm sobre el nivel del suelo para evitar el contacto con algún líquido que pueda estar presente.

VI.6.- Condiciones básicas para el dimensionamiento.

El dimensionamiento de la tubería de gas natural seco depende entre otros de los siguientes factores:

- a. Máxima cantidad de gas natural seco requerido por los equipos de consumo.
- b. Demanda proyectada futura, incluyendo el factor de simultaneidad
- c. Caída de presión permitida entre el punto de suministro y los equipos de consumo.
- d. Longitud de la tubería y cantidad de accesorios.
- e. Gravedad específica y poder calorífico del gas natural seco
- f. Velocidad permisible del gas.

Los rangos de caída de presión indicados consideran las caídas de presión debido a los accesorios y en general todos los elementos intermedios en el tramo de tubería incluyendo a esta.

Los tramos de la red interna comprendidos entre dos etapas de regulación se calcularán con una caída máxima del 50% de la presión regulada al comienzo de

esos tramos. El cálculo de estos tramos deberá garantizar las condiciones mínimas de presión y caudal requerido por los equipos de consumo ubicados aguas abajo.

En estos dos puntos de la instalación la velocidad de circulación del gas deberá ser siempre inferior a 20 m/s, para evitar vibraciones y ruidos excesivos en el sistema de tuberías.

Definido el diámetro, material de tubería y presión de diseño, se debe especificar el espesor de pared, de manera que cumpla con las pruebas de estanqueidad y condiciones operatorias.

En la siguiente tabla se muestran las características mas recomendadas para el empleo de tubería de cobre:

TABLA VI.6

| Diámetro externo | | Espesor de pared | |
|-------------------------|------------------|-------------------------|------------------|
| pulgadas | milímetro | pulgada | milímetro |
| 5/8 | 15.9 | 0.040 | 1.02 |
| ¾ | 19.1 | 0.042 | 1.07 |
| 7/8 | 22.3 | 0.045 | 1.014 |
| 1 1/8 | 29 | 0.050 | 1.27 |

(REF. ASTM B837)

VI.7.- Construcción del Sistema de Tuberías

Las tuberías de gas deben instalarse, en la medida de lo posible, en líneas rectas, debiéndose evitar los cambios de dirección innecesarios.

Las tuberías deberán ser instaladas de manera que sean fácilmente accesibles para la inspección y el mantenimiento. Asimismo, que su operación no presente dificultades ni implique riesgos. Se deberán prever elementos de unión suficientes tales como bridas, uniones dobles, otros, que permitan el cambio de los elementos y/o aparatos que componen la instalación.

Las tuberías deberán ser instaladas de tal manera de evitar tensiones. Los cambios de dirección en las tuberías metálicas se deberán realizar por medio de accesorios normalizados, no pudiendo en consecuencia efectuarse doblado de tuberías. Las tuberías deberán contar con soportes intermediarios en intervalos regulares, de acuerdo a su peso y diámetro.

No deben instalarse tuberías en las inmediaciones de cables eléctricos, tuberías de calefacción u otras instalaciones que puedan causar daños. En la figura N° VI.7 se indica las distancias mínimas entre las tuberías que conducen gas y las tuberías de otros servicios.

Cuando se requiera conectar a un sistema de tuberías nuevos equipos de consumo, éstos deben someterse a una reevaluación para determinar si tiene capacidad suficiente. Si la capacidad no es suficiente se debe modificar el sistema existente.

Se evitará en la medida de lo posible instalar tuberías en cavidades, cielo rasos, o empotrados en paredes.

Está prohibido instalar tuberías de gas en el interior de otros conductos o canalizaciones utilizadas para fines distintos como, por ejemplo, las tuberías de ventilación o los conductos para la evacuación de desperdicios, pozos de ascensores, desagües, sistemas de alcantarillado, etc.

Las tuberías que cruzan pisos o paredes deberán contar con una camisa protectora o "pasamuro". Si las tuberías están instaladas en ductos, estos deberán tener uniones soldadas. Así mismo, deberán contar con ventilaciones inferiores y superiores, y ser accesibles para el mantenimiento y la inspección. Se recomienda plásticos con buenas características mecánicas como el PVC o PE.

No se podrán instalar tuberías en pasadizos donde vehículos o personas puedan dañarlas, tropezando, golpeándolas o ejerciendo presión sobre ellas.

Figura VI.7

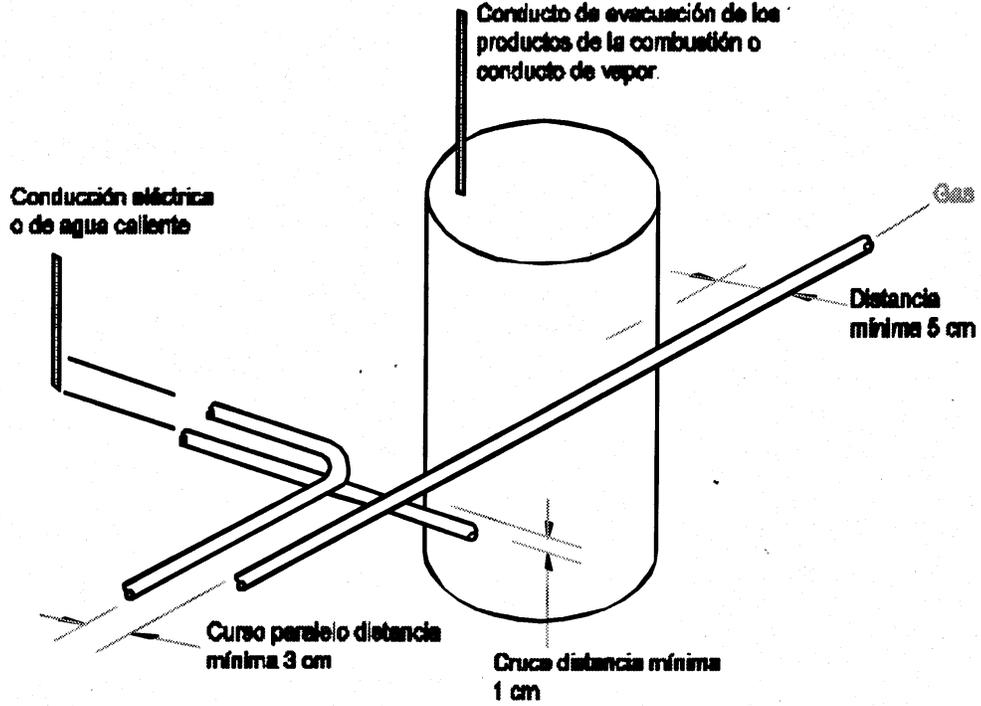


Tabla complementaria a figura VI.7

Distancias mínimas entre tuberías que conducen gas instaladas a la vista o embebidas y tubería de otros servicios

| Tubería de otros servicios | Curso paralelo | Cruce |
|----------------------------|----------------|-------|
| Conducción agua caliente | 3 cm | 1 cm |
| Conducción eléctrica | 3 cm | 1 cm |
| Conducción de vapor | 5 cm | 5 cm |
| Chimeneas | 5 cm | 5 cm |

VI.8.- Construcción de Tuberías en Superficie

Las estructuras en las que se fijen las tuberías deben ser sólidas. Las tuberías no deben estar sujetas a ningún tipo de tensión. Las uniones y los accesorios mecánicos deben quedar visibles.

El contacto con productos químicos o humedad constante debe evitarse instalando las tuberías como mínimo, a 5 cm. por encima del nivel del suelo o piso. No deben instalarse tuberías en pasadizos donde podrían ser objeto de golpes o daños por personas, vehículos o similar.

Si la tubería se instala en un conducto, deberán cumplirse los siguientes requisitos:

- a) El conducto deberá ser recto.
- b) Sus paredes deberán ser ignífugas.
- c) La ventilación se efectuará por medio de dos aberturas, la más baja deberá ser de 200 cm² y la superior de 250 cm².

Todas las tuberías expuestas deberán pintarse de amarillo canario.

La tubería de gas deberá estar conectada con la puesta a tierra de la instalación eléctrica.

VI.9.- Soportes, Anclajes y Ganchos

Las tuberías deben ser soportadas con ganchos, abrazaderas, soportes colgantes o soportes de escuadra, de una resistencia y configuración adecuada, localizados en intervalos de espacio adecuados para prevenir o amortiguar una vibración excesiva.

La tubería debe ser anclada para prevenir esfuerzos indebidos sobre los equipos conectados y no debe ser soportada por otras tuberías.

El espaciamiento de los soportes en la tubería de gas no debe ser mayor que el indicado en la tabla VI.9

TABLA N° VI.9**Soportes de tuberías**

| Tamaño nominal de la tubería rígida (pulgadas) | Distancia entre soportes | | Tamaño nominal de la tubería flexible (pulgadas) | Distancia entre soportes | |
|--|--------------------------|------|--|--------------------------|------|
| | m | pies | | m | pies |
| 1/2 | 1,85 | 6 | 1/2 | 1,25 | 4 |
| 3/4 o 1 | 2,45 | 8 | 5/8 o 3/4 | 1,85 | 6 |
| 1 1/4 ó mayores (horizontales) | 3,0 | 10 | 7/8 o 1 | 2,45 | 8 |
| 1 1/4 ó mayores (verticales) | Una en cada nivel o piso | | | | |

Los soportes, ganchos y anclajes deben ser instalados de manera que no interfieran con la libre expansión y contracción de la tubería entre los puntos de anclaje. Todas las partes del sistema de soporte deben ser diseñadas e instaladas de tal manera de evitar la corrosión y que no se desenganchen por el movimiento de la tubería.

CAPITULO VII

ESPECIFICACION DE TAREAS

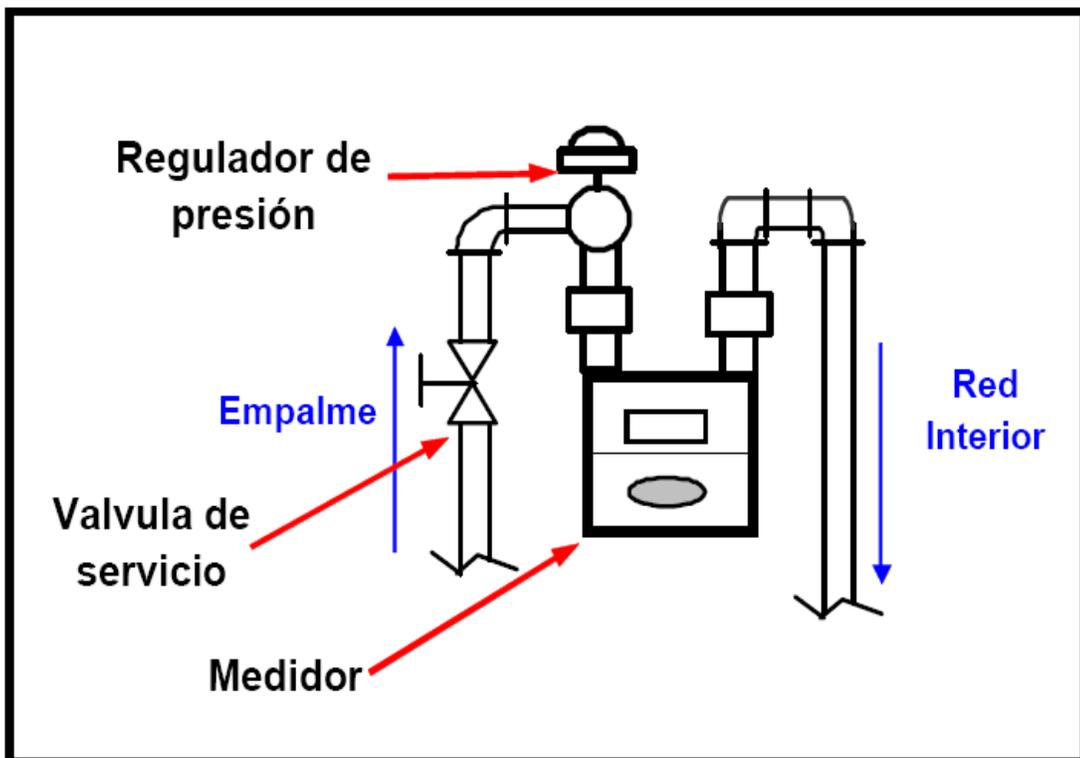
Se desarrolla a continuación la metodología a seguir para una instalación doméstica.

VII.1 Componentes de la Instalación

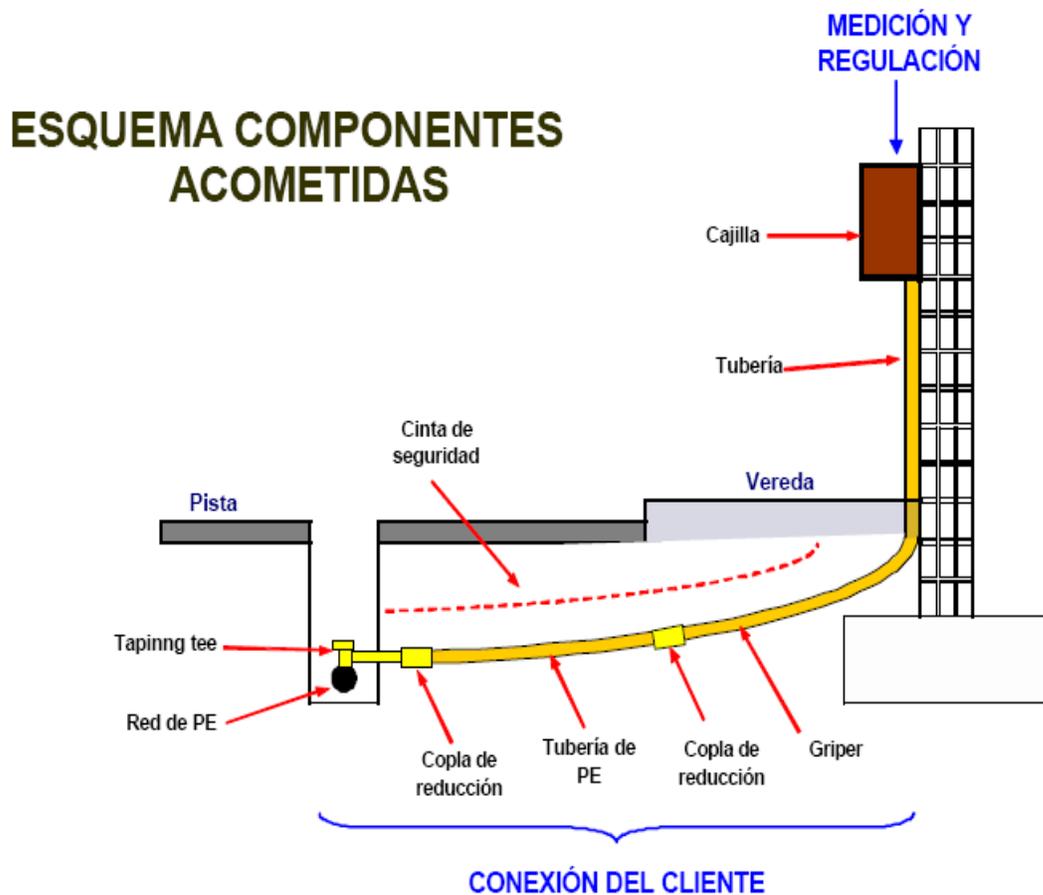
Los principales componentes de una instalación se muestran en las figuras siguientes

Figura VII.1

ACOMETIDAS – Regulación y Medida



ACOMETIDAS – Conexión de clientes



VII.2 Artefactos característicos técnicas, gasodomésticos,

VII.2.a.- Definiciones:

- **Gasodomésticos (elementos domésticos a gas)**

Artefacto de uso común en residencias, utilizados para la cocción y calentamiento, los cuales funcionan con gases combustibles como el GN o el GLP

- **Cámara de combustión**

Espacio interior de los artefactos donde se realiza la combustión

- **Potencia útil**

Cantidad de energía calórica útil suministrada al artefacto en la unidad de tiempo

- **Potencia de entrega**

Cantidad de energía calórica útil, por unidad de tiempo, entregada por el gasodoméstico, equivalente a la diferencia entre la tasa nominal de suministro de energía calórica y las pérdidas Durante la combustión.

- **Potencia nominal**

Valor de la potencia de entrega del artefacto declarada por el fabricante, de conformidad con las que establecen en las normas particulares del producto.

- **Eficiencia**

Relación entre la potencia de entrega y la tasa nominal de suministro energía calórica, con las dos expresiones dadas en la misma unidad de medida. Es adimensional

- **Aparatos Populares**

Son los aparatos de consumo que utilizan el gas procedente de botellas de GLP de contenido inferior a 3 kg. Estos aparatos se usan principalmente en camping, montañismo y deportes similares para conectar hornillos y lámparas.

- **Aparatos de Uso Doméstico**

Son los aparatos a gas que por su consumo, volumen, facilidad de manejo han sido concebidos esencialmente para el uso corriente en el interior de las viviendas.

- **Aparatos de Uso Comercial o Colectivo**

Son aquellos aparatos que se encuentran ubicados en locales a los que habitualmente concurren personas ajenas al mismo para recibir o desarrollar determinados servicios o actividades, entre ellas está las calderas de uso comunitario, hornos de panadería, cocinas y lavanderías colectivas

- **Aparatos de Uso Industrial**

Son los aparatos que no se incluyen en los aparatos anteriores, los cuales utilizan grandes cantidades de gas para realizar procesos por ejemplo: hornos para cerámica, hornos metalúrgicos, calefacción de granjas y calderas de producción de vapor, entre otros.

VII.3.- Los gasodomésticos pueden también clasificarse de la siguiente manera:

- Aparatos domésticos de cocción.
- Aparatos para calentamiento de agua.
- Aparatos para acondicionamiento de ambientes.
- Secadoras.

- **Aparatos Domésticos de Cocción**

Son aquellos que utilizan el gas para preparar o calentar alimentos

1. Cocina

La cocina es el gasodoméstico más común, está compuesta de una base, que regularmente se construye en acero inoxidable 414 o acero A36 recubierta con pinturas resistentes al calor y a los impactos, quemadores, soportes de utensilios, válvulas, tubo colector que es el que lleva el gas desde la red hasta los quemadores y elementos de seguridad. Las cocinas pueden ser de dos, tres, cuatro o cinco quemadores o fogones, ver Figura **N° VII.3.1** a continuación

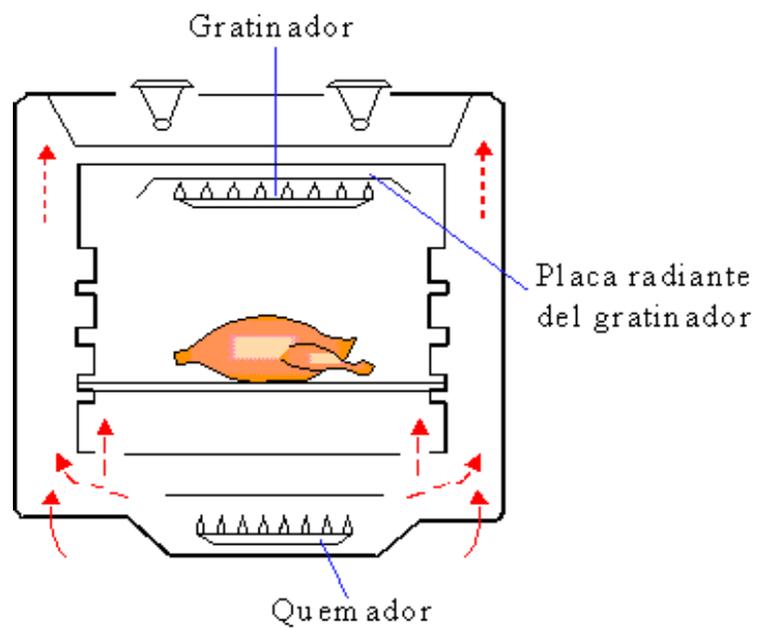
Figura N° VII.3.1



2. Hornos

Los hornos son cámaras destinadas a realizar cocciones o asados por aporte de calor en varias direcciones. Están constituidos por una cámara de calefacción, paredes en acero recubiertas con pinturas resistentes al calor y a los impactos, puerta en vidrio doble, quemadores, parrilla, válvulas termostato y elementos de seguridad, según se muestra a continuación.

Figura N° VII.3.2

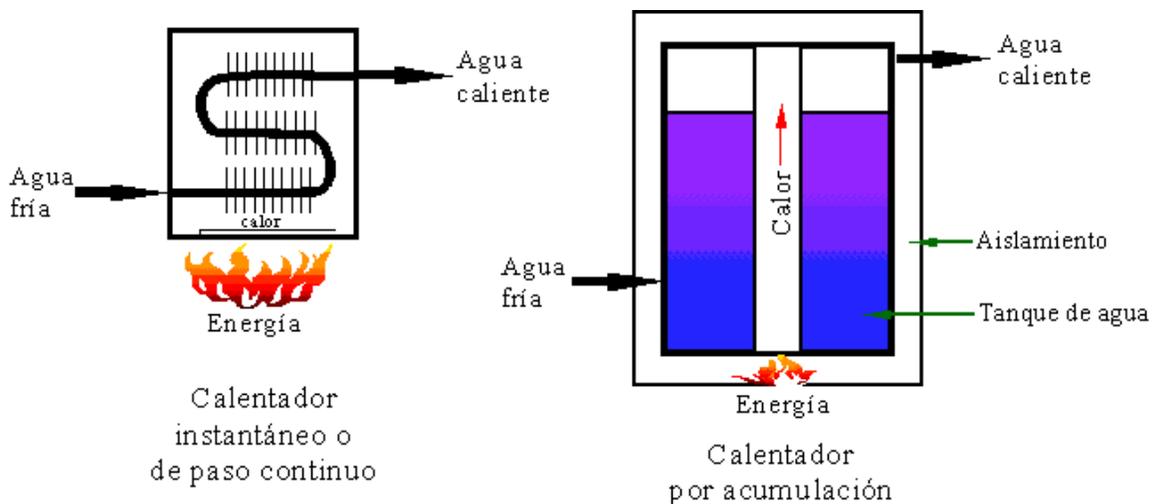


3. Aparatos para calentamiento de agua.

a) Termas

El calentamiento de agua puede realizarse mediante la utilización de dos tipos de calentadores: por acumulación y de paso continuo; en la Figura VII.3.3.a se muestra un dibujo esquematizado de estos calentadores.

Figura VII.3.3.a



Esquema calentadores tipo instantáneo y por acumulación

b) Calentador Acumulador a Gas

En este calentador un quemador de potencia relativamente pequeña eleva la temperatura de un depósito de agua a una cierta temperatura.

El calentador acumulador está formado por un depósito de agua atravesado por un conducto de calentamiento, el cual funciona como chimenea.

En la parte inferior del conducto de calentamiento se encuentra la cámara de combustión, donde el quemador atmosférico efectúa la combustión del gas.

La Figura VII.3.3.b a continuación, muestra el diagrama de un aparato de calentamiento por acumulación

Figura VII.3.3.b

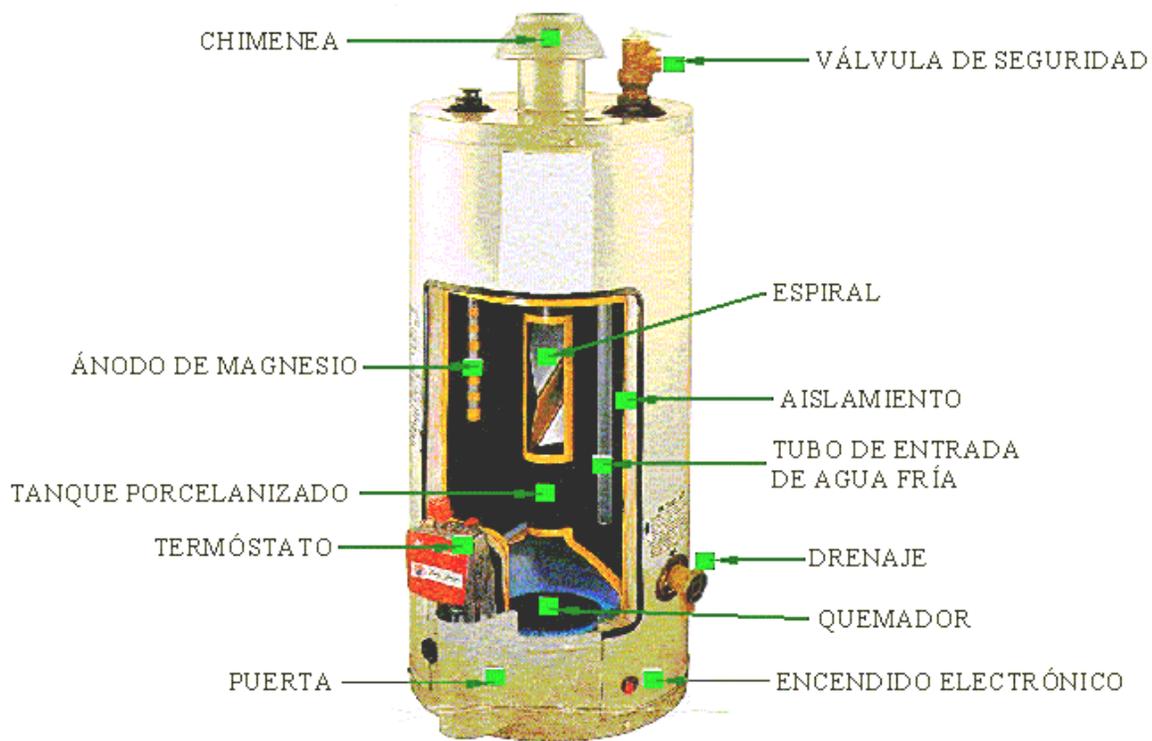


Figura VII.3.3.b Funcionamiento del calentador por acumulación

La combustión del gas transmite el calor al agua del depósito a través de las paredes del conducto de calentamiento, El tanque de almacenamiento es de lámina de acero galvanizado o vitrificado. Las paredes exteriores disponen de una capa de aislamiento térmico destinada a evitar las pérdidas de calor hacia el exterior. El funcionamiento del quemador ésta regulado por un termostato, el cual abre y cierra la válvula de paso del gas al quemador en función de la temperatura prefijada por el usuario.

Es posible conectar un retorno desde el punto más alejado de la toma de agua caliente, de esta forma se dispone de servicio inmediato de ésta, en estos casos es necesario aislar perfectamente la conducción de agua caliente, con el fin de evitar las pérdidas caloríficas. El calentador acumulador dispone de un seguro de

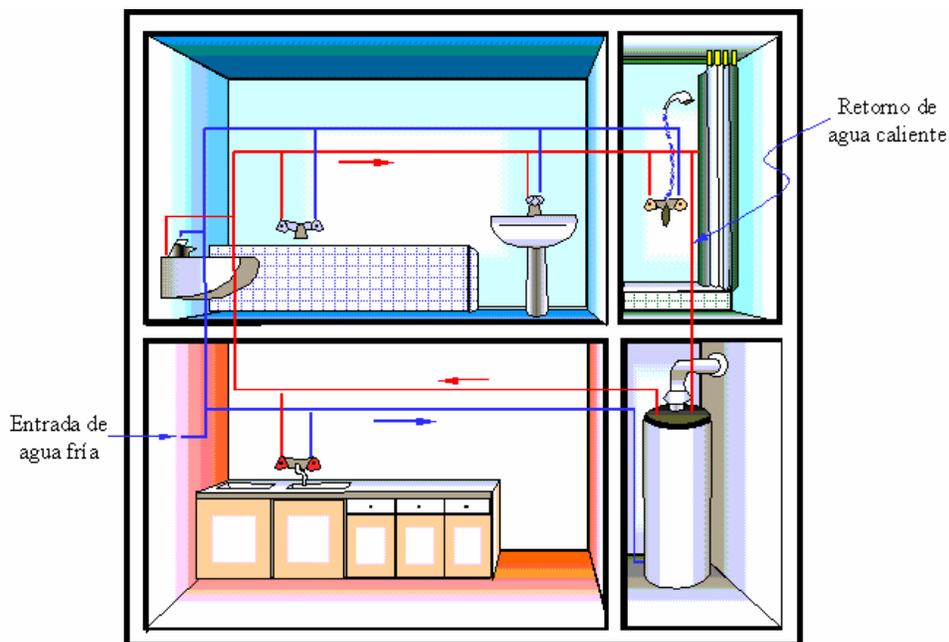
encendido que consiste en un par termoelectrico, el cual esta en contacto con la llama del piloto.

Si por cualquier razon se daña el dispositivo de relacion de temperatura, el cual abre y cierra el paso del gas al quemador, existe otro dispositivo que corta el paso del gas cuando la temperatura del agua llega a 95° C, evitando la ebullicion de la misma.

En el deposito debe evitarse la sobre presion, lo cual deteriora la infraestructura, para esto se dispone de una valvula de alivio que expulsa el exceso de agua o vapor que origina la sobre presion, restableciendo la presion normal.

La Figura VII.3 que se presenta a continuacion, muestra una instalacion hidraulica (agua caliente y fria) para una vivienda, usando un calentador acumulador.

Figura complementaria VII.3.3.b



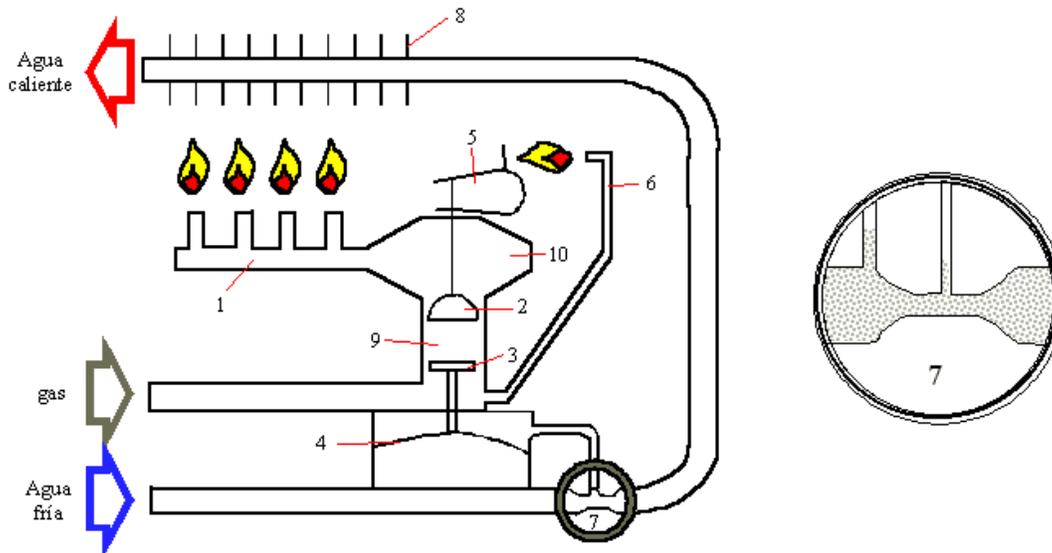
Instalación agua caliente y fría a vivienda

c) Calentador Instantáneo a Gas

El agua fría pasa por el interior de un intercambiador de calor y los gases calientes productos de la combustión pasan por la parte externa calentando el agua; el quemador tiene una potencia mucho mayor que la de los calentadores por acumulación.

Los calentadores instantáneos son artefactos en los que el paso de agua abre automáticamente el paso del gas al quemador. El gas arde gracias a la llama de un pequeño quemador piloto, el cual es del tipo atmosférico. El agua que pasa por el serpentín sufre una elevación de temperatura, cuyo valor máximo es de unos 55°C, ver Figura VII.3.3.c a continuación.

Figura VII.3.3.c



Funcionamiento de un calentador instantáneo

1-Quemadores 2-Válvulas del seguro de encendido 3-Válvula del dispositivo de seguridad de circulación del agua 4-Membrana 5-Bimetal 6-Piloto 7-Venturi 8-Serpentín 9-Primera cámara de gas 10-Segunda cámara de gas

Funcionamiento de un calentador instantáneo

En este tipo de calentador, en el momento de presentarse flujo de agua se enciende el quemador, esto se logra gracias al efecto Venturi, el calentador dispone de una cámara dividida en dos partes por una membrana elástica.

La semicámara superior está conectada a la conducción de agua fría en un punto de sección más reducida (7) y la semicámara inferior da directamente a la conducción.

Al abrir cualquier grifo de la línea de agua caliente, el agua fría pasa por el estrechamiento (7), provocando una depresión en cámara superior, esta eleva la membrana y por accionamiento del vástago de la válvula (3) permiten el paso del gas a los quemadores.

Al cerrar el grifo, se iguala la presión en ambas cámaras, lo cual obliga que la membrana vuelva a la posición de equilibrio y se cierre el paso del gas al quemador. Los calentadores instantáneos disponen de un dispositivo de seguridad en caso de extinción de la llama, que consiste usualmente, en un bimetal el cual acciona la válvula de encendido (2). Además, disponen del dispositivo de seguridad de circulación del agua, cuyo funcionamiento se ha descrito en el funcionamiento del calentador.

d) Calentadores de Ambiente

Estos aparatos son similares a los calentadores de agua de paso directo pero con la gran diferencia que a cambio de agua, a través del serpentín de calentamiento pasa aire limpio. Los calentadores de ambiente están constituidos por una cámara metálica, un ventilador un intercambiador de calor, un quemador y elementos de control, ver Figura VII.3.3.d a continuación.

Figura VII.3.3.d



Calentador de ambiente

e) Secadora de ropa

El objetivo de este artefacto, es secar la ropa a la que previamente se le ha sacado el agua por medio de centrifugado. Está constituido por las siguientes partes:

- Quemador a gas
- Cámara de combustión
- Ductos de evacuación y renovación de aire de secada
- Tambor de secado
- Elementos de control y seguridad

Funcionamiento

Los gases calientes producto de la combustión, mediante un intercambiador de calor calientan el aire necesario para secado. Este aire caliente es re circulado por

medio de un ventilador y llevado al tambor de secado donde se encuentra la ropa previamente centrifugada, el aire caliente arrastra la humedad presente en la ropa, luego parte de este aire caliente y húmedo es llevado al exterior y otra parte es mezclada con aire nuevo seco tomado del ambiente exterior y llevado nuevamente al intercambiador iniciando nuevamente el ciclo.

Adicionalmente al efecto de absorción de humedad por parte del aire caliente, también se tiene un efecto mecánico mediante el movimiento rotacional del tambor de secado. Como elementos de seguridad, se tienen controladores de temperatura (termostatos), de flujo de gas, de apertura de puerta y filtros para impedir que las motas o pelusas de ropa pasen a la zona de combustión ocasionando daños al funcionamiento del mecanismo.

VII.4.- Análisis Referencial del Consumo de Equipos de Gas Natural

En la Tabla VII.4 a continuación se muestran valores aproximados de consumo de gas en pies³/h y/o m³/h para diferentes gasodomésticos. (FUENTE: Curso Internacional : “Centro Tecnológico de Gas”, Bucaramanga Colombia). Estos valores deben confrontarse con los datos de placa del gasodoméstico.

Tabla VII.4 Consumos de gas de algunos gasodomésticos

| TIPO DE APARATO | CONSUMO | |
|---|---------------------|-------------------|
| | pie ³ /h | m ³ /h |
| Estufa doméstica, 4 quemadores y 1 horno | 82.5 | 2.3 |
| Estufa domestica, 4 quemadores y 2 hornos | 107.5 | 3.0 |
| Estufa doméstica, 6 quemadores y 2 hornos | 9.0 | 0.25 |
| Calentador de paso directo | | |
| 5 litros | 40.0 | 1.3 |
| 10 litros | 80.0 | 2.27 |
| 13 litros | 110.0 | 3.12 |
| Calentador de almacenamiento | | |
| Tanque de 20 gal | 35.0 | 1.0 |
| Tanque de 30 gal | 40.0 | 1.13 |
| Tanque de 40 gal | 42.5 | 1.20 |
| Tanque de 45 gal | 45.0 | 1.27 |
| Tanque de 50 gal | 47.5 | 1.34 |
| Tanque de 55 gal | 50.0 | 1.42 |
| Tanque de 60 gal | 62.5 | 1.77 |
| Tanque de 75 gal | 70.0 | 1.98 |

| | | |
|---|--------|---------|
| Tanque de 80 gal | 72.5 | 2.0 |
| Calefacción doméstica, tipo radiador, por radiador sencillo | 2.0 | 0.05 |
| Calefacción doméstica, tipo radiador, por radiador doble | 4.0 | 0.10 |
| Quemador industrial | 3.0 | 0.08 |
| Asador industrial | 7.8 | 0.22 |
| Horno industrial | 15.2 | 0.43 |
| Secadora doméstica | 34.3 | 0.97 |
| Aire acondicionado | 3.6/KG | 0.10/kg |

Nota: Todos los gastos de consumo en esta tabla son aproximaciones, la etiqueta del aparato debe tener el consumo exacto. Multiplique los pies cúbicos por hora* 1000 para obtener BTU por hora, si es gas natural.

VII.5.- Diseño de una Instalación

Tecnología de Instalaciones de Gas Natural

La circulación del gas por las tuberías, presupone, la existencia de un gradiente o pérdida de presión por unidad de longitud del ducto, en el sentido de avance de fluido. Al circular el gas por las tuberías, adquieren fundamental importancia en la determinación de las caídas de presiones, la característica del fluido, como ser: viscosidad, peso específico, temperatura, presión de trabajo, etc., así como la rugosidad de las paredes de las conducciones y el régimen de escurrimiento. Para su determinación se emplean fórmulas matemáticas empíricas establecidas sobre la base de las leyes de la dinámica de los fluidos.

Las constantes numéricas aplicadas a dichas fórmulas, determinadas mediante ensayos, han permitido fijar con suficiente exactitud las relaciones entre los caudales, diámetros y presiones que constituyen los parámetros básicos de cálculo.

Existen numerosas ecuaciones empíricas aplicables a estos estudios de transporte de gas, por lo que se han seleccionado aquellas que han dado buenos resultados en los problemas de aplicación práctica.

Para el cálculo de tuberías de gas a baja presión puede adoptarse la fórmula del Doctor Pole modificada que permite realiza el cálculo del diámetro de la cañería, de acuerdo a lo siguiente:

$$\Phi = \sqrt[5]{L/\Delta P \left(\frac{PCT}{Coef \times K}\right)^2}$$

Dónde:

Ø : Diámetro interior real (cm)

L : Longitud (m)

ΔP : Pérdida de presión (Pa)

PCT : Potencia de cálculo total (M cal/h r)

K : Factor de fricción

Al trabajar en las instalaciones interiores de gas natural, se deben tener presentes los siguientes valores y fórmulas que hace posible el cálculo del diámetro de cañerías en baja presión.

Presión inicial: (Pi) = 1,8 k P => 180mm columna de agua, aprox.
 1mm columna de agua = 10 Pascal, aprox.

Norma Peruana

Para las instalaciones interiores la Norma Peruana permite una pérdida de presión de gas natural de 150 Pascal.

Norma Internacional

Las normas internacionales recomiendan una pérdida de presión aceptable de un 10% de la presión inicial en baja presión.

El factor de fricción K

El factor de fricción K está calculado en tablas que proporciona el Reglamento de Instalaciones de Gas.

- Para elegir el factor de fricción se escoge estimativamente el primer factor que aparece en la siguiente tabla.

| \varnothing | K |
|-----------------|------|
| 3/8" - 1" | 1800 |
| 1 1/4" - 1 1/2" | 1980 |
| 2" - 2 1/2" | 2160 |
| 3" | 2340 |
| 4" | 2420 |

- El coeficiente tiene relación directa con el tipo de gas a considerar. Este coeficiente se obtiene conforme a la siguiente tabla:

| TIPO DE GAS | COEFICIENTE |
|--------------------|--------------------|
| Natural | 0,0011916 |
| Licudo | 0,0017621 |

Adaptación de la Red Anterior

Para realizar las adaptaciones de redes, se debe verificar que las instalaciones existentes estén conformes con la normativa vigente. La conversión residencial implica modificar la red anterior de la instalación, mediante cambios e inserciones de cañerías y accesorios. Estas modificaciones se ejecutan entre la válvula de servicio y los artefactos. La válvula de servicio está ubicada antes del regulador o medidor.

ALTERNATIVAS EN EL TENIDO DE TUBERÍAS

Dos alternativas se presentan respecto al tendido de tuberías desde el regulador de servicio a los artefactos.

A. Aumentar el diámetro de la tubería.

Como el gas natural tiene menor poder calorífico que el gas licuado, implica entregar mayor volumen de gas natural, a fin de obtener la misma potencia en los artefactos como cocina, calefón, terma, calefactor, etc. A continuación se tabula el rendimiento calórico en ambos casos:

| PODER CALORÍFICO | |
|--------------------------|----------------------------|
| GAS NATURAL | GAS LICUADO |
| 9430 Kcal/m ³ | 22.400 Kcal/m ³ |

B. Aumentar la presión a la salida del regulador de servicio hasta un máximo de 5kPa, que es el límite de la baja presión.

Si se considera esta alternativa, entonces es necesario colocar un regulador de presión en cada artefacto, regulado con una presión nominal de 1,8 kPa.

Se recomienda la segunda alternativa como la más conveniente, ya que presente mayores ventajas sobre la primera.

Nota.- Se sugiere aumentar la presión a la salida del regulador de servicio a 3,5 kPa.

Las ventajas que se perciben al aplicar esta alternativa son:

- La seguridad que ofrece la red interior al instalar un segundo regulador en caso de aumento de presión.
- Menor, costo, al aprovechar la red interior existente.

- El diseño inicial no experimenta cambios, cuando aumenta el consumo del cliente al anexar más artefactos. La razón es que cuenta con mayor disponibilidad de potencia instalada.

Una vez finalizada la conexión de elementos, se desarrollan sistemas para realizar pruebas de hermeticidad y punga con su respectiva calibración de presiones.

PRESIONES DE SERVICIO

De acuerdo a nuestra normativa vigente, las Empresas deberán entregar las presiones de servicio con las tolerancias que se indican en la siguiente tabla:

| | GAS MANUFACTURADO | | | GAS LICUADO | GAS NATURAL |
|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | METROGAS | GASCON | GASVALPO | | |
| PRESIÓN NOMINAL | 1,36 kPa (135 mm.c.a.) | 1,40 kPa (140 mm.c.a.) | 1,55 kPa (155 mm.c.a.) | 2,70 kPa (270 mm.c.a.) | 1,8 kPa (180 mm.c.a.) |
| PRESIÓN MÍNIMA | 0,67 kPa (67mm,c,a,) | 0,70 kPa (70 mm.c.a.) | 0,77 kPa (77 mm.c.a.) | 2,2 kPa (220 mm.c.a.) | 1,5 kPa (150 mm.c.a.) |
| PRESIÓN MÁXIMA | 2.03 kPa (203mm.c.a.) | 2,1 kPa (210 mm.c.a.) | 2,33 kPa (233 mm.c.a.) | 2.3 kPa (330mm.c.a.) | 2,2 kPa (220 mm.c.a.) |

Estas presiones se deben medir en el punto de entrega a la instalación interior, cuyo suministro se desea controlar, pudiendo ser a la salida del medidor o del regulador.

Control de la Presión de Servicio

Al realizar el control de la presión de servicio a una instalación interior, se debe cumplir regular el consumo entre el 5% y el 10% de la potencia instalada, la presión controlada no podrá ser superior a la presión máxima de servicio.

Cálculo del Diámetro de Tuberías en Media Presión

En los cálculos de los diámetros de cañerías en media presión, se deben recordar los siguientes conceptos, valores y fórmulas.

| CONCEPTO | VALOR | EQUIVALENCIA |
|--|------------|---|
| Presión atmosférica (Atmósfera física) | 101,3 k Pa | 760 mm c. H ₂ O. 10,336 mm c.H ₂ O 10,33 m. c.H ₂ O 1,033 kgf/cm ² |

| | | |
|--|------------|----------|
| | | 14,7 psi |
| Presión manométrica (Presión a la salida de regulador = Atmósfera técnica) | 98,07 k Pa | |

Pérdida o Caída de Presión (ΔP)

Se define la pérdida o caída de presión como la diferencia de los cuadrados de las presiones absolutas medida en kPa².

$$\Delta P = (P_1^2 - P_2^2) \times 10^{-2}$$

Donde:

ΔP = Pérdida de Presión

P_1 = Presión Inicial

P_2 = Presión Final

El valor de la caída de presión, ΔP , también se puede determinar a partir de la Ecuación de Poole, la cual se muestra a continuación:

$$\Phi = \sqrt[5]{L/\Delta P \left(\frac{PCT}{Coef.K}\right)^2}$$

Donde:

Φ = Diám. Tubería (cm)

L = Long. De la Tubería (m)

PCT = Potencia Calorífica Total (M Cal/hora)

K = Factor de Fricción

Coef. = Coeficiente del gas mencionado anteriormente

Algunos ejemplos de caídas de presión máximos permitidos se muestran a continuación:

Gas Natural:

(No debe exceder del 20% de la Presión Inicial)*

Gas Licuado:

(No debe exceder del 50% de la Presión Inicial)

Valor En término Absoluto:
7600 (kPa)²

Valor En término Absoluto:
17500 (kPa)²

***Este es un valor aproximado**

Velocidad de Circulación del Gas

El Reglamento de Instalaciones Interiores de Gas, N° 222 del 23 de Junio de 2006, establece que la velocidad de circulación del gas en baja presión debe ser inferior a 7 m/seg. Para el gas en media presión señala que la velocidad de circulación debe ser de 20 m/seg, en todos los puntos de la instalación. Estas restricciones tienen como objetivo:

- Procurar que los ruidos no alcancen niveles excesivos.
- Prevenir la erosión en las tuberías.

La fórmula para cuantificar la velocidad utilizada para baja presión es:

$$V = PCT / (0.283 \times \Phi^2)$$

Dónde:

- V = Velocidad de circulación del gas (m/seg).
PCT = Consumo G.N Total (m³/hr)
Φ = Diámetro interior real de la cañería (cm).

Esta fórmula utilizada para media presión expresa el resultado con alto grado de aproximación. (Existe, en rigor, un efecto por la presión interior)

El Poder Calorífico del gas natural y del gas licuado del petróleo tiene los siguientes valores:

| | |
|-------------------------|--------------------------|
| Gas Natural | 9,43 Mcal/m ³ |
| Gas Licuado de Petróleo | 22,5 Mcal/m ³ |

Procedimiento para calcular la red de alimentación en media y baja presión para Gas Natural.

- En las instalaciones en medida a un conjunto de edificios.

- Red que alimenta un edificio con batería de medidores colocados en la planta baja.
- Red que alimenta un edificio con los medidores colocados piso a piso.

El procedimiento de cálculo de la red de alimentación se explica a continuación considerando esté último caso:

- Designar los tramos a dimensionar.
- Acotar los tramos designados, a través, con dos letras o dos números sucesivos, tomando con referencia principal, cualquier nudo donde se produzca una derivación.
- Medir la longitud de los tramos.
- Determinar las potencias instaladas por cada tramo, desde los reguladores de 2ª etapa, hasta el de 1ª etapa.
- Determinar la potencia instalada total (pit) de cada tramo, de acuerdo con el número de instalaciones que abastece.
- El valor pit debe afectarse por un factor de simultaneidad (fs) que determina la Potencia de Cálculo Total (PCT)
- El factor de simultaneidad se obtiene de las tablas diseñadas por SEC o por las fórmulas que éste mismo organismo recomienda.

$$PCT = fs \times pit$$

- Seleccionar el \emptyset de tubería a utilizar.
- Desarrollar una memoria de cálculo.
- Entre los reguladores de 1ª etapa y 2ª etapa, la pérdida de presión máxima no debe ser superior a 7.700 kPa².
- Este valor supone un 20% de caída de presión inicial.

Instalación de Sistemas de Tuberías para la Primera Planta de la Vivienda Multifamiliar.

Se tomó como prototipo para simular una instalación de un sistema de tuberías para uso del gas natural, UNA vivienda familiar ubicado en la ciudad de Lima. El Plano General se muestra en el anexo N° (Plano A-01).

Planos y Contenidos: Se muestran como anexos y su contenido es el siguiente:

a.1 Planos de Elevación y corte de los Departamentos.- En el Plano A- 01 Se muestra la elevación y el corte de los departamentos en los cuales se simula las instalaciones de gas para el consumo residencial.

a.2 Distribución de Artefactos y Accesorios. Vista de Planta.- La simulación de instalación se puede observar en el Plano A-02. El sistema de tuberías llega a los cuatro departamentos que tiene la vivienda en su primera planta, con el servicio de Termas y cocinas en cada uno de los departamentos.

a.3 Sistemas de Tuberías: Vista Isométrica.- En cumplimiento del Procedimiento para el cálculo del diámetro de las tuberías se ha hecho un levantamiento Isométrico para determinar a altura de ubicación de los artefactos en el Plano A-03..

Cálculos:

La metodología que se ha seguido para los cálculos es la misma en la descripción realizada, se resume en lo siguiente: se acotó todos los tramos del sistema de tuberías tomando independientemente departamento por departamento tal como se puede observar en el plano isométrico. Luego se preparó un primer cuadro ubicando los tramos y sus correspondientes medidas reales y con este dato se fue a las tablas del anexo y se determinó los diámetros aproximados de las tuberías. Después se hicieron los cálculos correspondientes de las longitudes equivalentes de los accesorios y luego de sumado a las longitudes reales de las tuberías se obtienen las longitudes equivalentes.

Posteriormente con estos datos y los consumos de los artefactos o los caudales que pasan por cada tramo se calculó los diámetros definitivos.

Como todo lo anterior debe estar adentro de los parámetros de las Normas Peruanas es necesario verificar las velocidades y la caída de presión en cada tramo, es decir la velocidad en cada tramo debe ser inferior a 7m/seg de velocidad de gas y todas las caídas de presión por debajo de 150 Pascales. A continuación se indica paso por paso lo anotado líneas arriba.

Cálculos para una Instalación a Gas Natural en Cuatro Departamentos

1º Paso: Determinación de las Potencias Típicas de los Equipos.

Cuadro Nº 1: Características de los Equipos

| EQUIPOS | DESCRIPCIÓN | CONSUMO (M3/hr) |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|
| 04 Cocinas | 4 Hornillas + Horno | 9.544 |
| 07 Termas a gas de 80 Lt | Almacenamiento hasta 85Lt | 6.784 |
| | TOTAL | 16.328 |

Nota.- Esta información se obtuvo de los fabricantes de Cocinas y Termas "General Electric"

2º Paso: Elaboración del diagrama de flujos, el cual se muestra en el ANEXO 04: Plano A – 02

3º Paso: Calcular el o los diámetros de las tuberías por las cuales se alimenta uno o más artefactos:

Para el cálculo del diámetro de los ductos (incluyendo la montante) utilizaremos la siguiente información.

- a) El total de metros obtenidos por cada artefacto.
- b) Consumo en m³/hr de cada artefacto.
- c) Los diámetros de cañería se calcularan del artefacto hacia una intersección más cercano al medidor.
- d) Se comenzará por el artefacto más lejano hasta llegar al artefacto más cercano al medidor.
- e) Los datos a obtener serán vaciados en un cuadro que contará con las siguientes características.
- f) Tramo – Longitud – Consumo – Diámetro
- g) Se calcula por cada departamento.

Cuando tenemos que calcular un tramo que alimenta 2 o más artefactos, utilizamos la longitud más lejana del artefacto y se suman los consumos de los artefactos involucrados.

4º Paso: El cálculo de accesorios se hará en mt por cada artefacto hacia el medidor. Los accesorios a calcular serán:

- a) Válvula de Corte
- b) Codo 90°
- c) TEE Flujo a través
- d) TEE Flujo 90 °

Los cálculos obtenidos serán longitudes equivalentes y se usarán las siguientes equivalencias en función del diámetro (d) de la tubería.

Longitudes Equivalentes de Accesorios en Diámetros (d)

| | | | |
|-------------------|-----------|-----------------|------|
| Codo a 45 ° | 14d | Te flujo a 90° | 60d |
| Codo a 90° | 30d | Válvula globo | 333d |
| Curva | 20d | Válvula esclusa | 7d |
| Te flujo a través | 20d | Válvula macho | 100d |
| Reducciones | 10d menor | | |

Distancias de artefactos al medidor: del plano Isométrico

Departamento 1

| Medidor = A | Distancia (m) |
|-------------|---------------|
| A – D | 20.8 |
| A – C | 16.05 |
| A – B | 11.85 |

Departamento 2

| Medidor = A | Distancia (m) |
|-------------|---------------|
| A – C | 10.52 |
| A – B | 12.81 |
| A – D | 16.51 |

Departamento 3

| Medidor = A | Distancia (m) |
|-------------|---------------|
| A – D | 11.5 |
| A – C | 4.5 |
| A – B | 1 |

Departamento 4

| Medidor = A | Distancia (m) |
|-------------|---------------|
| A – D | 20.8 |
| A – C | 13.3 |
| A – B | 13.2 |

Determinación de Longitudes Equivalentes Considerando los Accesorios del Sistema de Tuberías para los Cuatro Departamentos.

Los diámetros de las tuberías y los accesorios correspondientes se encuentran formando parte del Plano Isométrico y se muestran en el CUADRO RESUMEN

Longitudes Equivalentes Parciales por Tramos

Departamento Nº 1

TRAMO A – D : TERMA D

| Accesorio | | | |
|------------------------|--------|-------|--------|
| Válvula de corte | 0.0138 | x 100 | = 1.38 |
| 3 codo 90 ^a | 0.0138 | x 30 | = 1.24 |
| Tf 90 ^a | 0.0168 | x 60 | = 1.00 |
| Tf 90 ^a | 0.026 | x 60 | = 1.56 |

Total Equivalente = 25.98 m

TRAMO A – C : TERMA C

| Accesorio | | | |
|------------------------|--------|-------|--------|
| Válvula de corte | 0.0109 | x 100 | = 1.09 |
| 1 codo 90 ^a | 0.0109 | x 30 | = 0.32 |
| Tf 90 ^a | 0.0168 | x 60 | = 1.00 |
| Tf 90 ^a | 0.026 | x 60 | = 1.56 |

Total Equivalente = 20.02 m

TRAMO 1 – 2 Igual tramo A – d = 25.98 m

Tramo A – B : **COCINA**

| | |
|--------------------|---------------------|
| Accesorio | |
| Válvula de corte | 0.0138 x 100 = 1.38 |
| Tf 90 ^a | 0.026 x 60 = 1.56 |

Total Equivalente = 14.79

TRAMO A – 1 Igual a tramo A – D = 25.98

Departamento Nº 2

TRAMO A-D: TERMA D

| | |
|------------------------|---------------------|
| Accesorio | |
| Válvula de corte | 0.0109 x 100 = 1.09 |
| 5 codo 90 ^a | 0.0109 x 30 = 1.6 |
| 2 Tf 90 ^a | 0.0108 x 60 = 1.3 |

Total Equivalente = 20.54

TRAMO A –B : TERMA B

| | |
|---------------------|---------------------|
| Accesorio | |
| Válvula de corte | 0.0109 x 100 = 1.09 |
| 1 C 90 ^a | 0.0199 x 60 = 1.19 |
| Tf 90 ^a | 0.0199 x 60 = 1.19 |

Total Equivalente = 16.26m

TRAMO A – C COCINA

| Accesorio | | | | |
|---------------------|--------|-------|---|------|
| Válvula de corte | 0.0109 | x 100 | = | 1.09 |
| 1 C 90 ^a | 0.0653 | x 30 | = | 1.96 |
| Tf 90 ^a | 0.026 | x 60 | = | 1.56 |

Total Equivalente = 15.12m

TRAMO A – 1 Igual a tramo A – d : 20.54m

Departamento Nº 3

TRAMO A – D : TERMA D

| Accesorio | | | | |
|------------------------|--------|-------|---|------|
| Válvula de corte | 0.0109 | x 100 | = | 1.09 |
| 5 codo 90 ^a | 0.0109 | x 150 | = | 1.63 |
| 1 Tf 90 ^a | 0.0168 | x 60 | = | 1.00 |
| 1 Tf 90 ^a | 0.026 | x 60 | = | 1.56 |

Total Equivalente = 16.78m

TRAMO A – C : TERMA C

| Accesorio | | | | |
|----------------------|--------|-------|---|------|
| Válvula de corte | 0.0109 | x 100 | = | 1.09 |
| 1 Tf 90 ^a | 0.0168 | x 60 | = | 1.00 |
| 1 Tf 90 ^a | 0.026 | x 60 | = | 1.56 |

Total Equivalente = 8.15m

TRAMO 1 – 2 Igual a 16.78

TRAMO A – B : COCINA B

| Accesorio | |
|--------------------|---------------------|
| Válvula de corte | 0.0138 x 100 = 1.38 |
| Tf 90 ^a | 0.0199 x 60 = 1.19 |

Total Equivalente = 3.57m

TRAMO A – 1 Igual a 16.78m

Departamento Nº 4

TRAMO A – D : TERMA D

| Accesorio | |
|------------------------|---------------------|
| Válvula de corte | 0.0138 x 100 = 1.38 |
| 1 codo 90 ^a | 0.0138 x 90 = 1.24 |
| Tf 90 ^a | 0.0199 x 60 = 1.19 |
| Tf 90 ^a | 0.026 x 60 = 1.56 |

5.37m

Total Equivalente = 26.17m

TRAMO A – C : COCINA C

| Accesorio | |
|----------------------|---------------------|
| Válvula de corte | 0.0199 x 100 = 1.99 |
| 1 Tf 90 ^a | 0.0199 x 60 = 1.19 |
| 1 Tf 90 ^a | 0.026 x 60 = 1.56 |
| Codo 90 ^a | 0.0199 x 30 = 0.59 |

Total Equivalente = 17.07

TRAMO 1 – 2 Igual a 26.17 m

TRAMO A – B : TERMA B

| Accesorio | | | | |
|------------------------|--------|---|-----|--------|
| Válvula de corte | 0.0138 | x | 100 | = 1.38 |
| 1 codo 90 ^a | 0.0199 | x | 60 | = 1.19 |
| Tf 90 ^a | 0.026 | x | 60 | = 1.56 |
| Reductor | 0.026 | x | 10 | = 0.26 |

Total Equivalente = 17.59

TRAMO A – 1 Igual a 26.17

Verificación de la Velocidad Normalizada

La velocidad máxima del gas natural seco es 7 m / seg; para líneas individuales interiores de residencias.

Verificación:

Para realizar la verificación, se emplea la siguiente ecuación:

$$V = PCT / (0.283 \Phi^2)$$

Donde:

V= Veloc. Del Gas (m/seg)

PCT = Consumo G.N. (M3/Hr)

Ejemplo:

Dado el siguiente caso, en el cual los datos son:

$$V = ??$$

$$\Phi = 3/8'' = 1.248 \text{ cm}$$

$$PCT = 0.848 \text{ M3/hr.}$$

Reemplazando y ejecutando:

$$V = \frac{0.848}{0.283 \times (1.248)^2} = 1.92 \text{ m/seg.} < 7.0 \text{ m/seg.}$$

Verificación de la Presión normalizada (máx. 150 Pa)

La verificación de la caída de presión para un diámetro y longitud máxima de tubería se calcula con la siguiente ecuación:

$$\Delta P = L/\Phi^5 \left(\frac{PCT}{Coef.*K} \right)^2$$

Donde:

ΔP : Presión en Pascal

L: longitud de cañería (asumir longitud equivalente en m)

Φ : diámetro de la tubería en cm.

Coef.= 0.0011916

PCT: potencia máxima de consumo en Mcal / hr

K: es dato de acuerdo al diámetro de la tubería

Ejemplo: Dado el siguiente caso, en el cual los datos son:

L: 27.05 m

Φ : 1.248 cm

K: 1800

PCT: 0.848 m³/hr x 9430 = 7996.64 Kcal / hr = 7.99 Mcal / hr

$$\Delta P = \frac{27.05}{1.248^5} \times \left(\frac{7.996}{0.0011916 \times 1800} \right)^2 = 124.169 \text{ Pascal} < 150 \text{ Pascal}$$

Se sabe también que la pérdida de carga entre el primer regulador de primera etapa y segunda es de 7600 *kpas*², como norma.

$$\Phi = \sqrt[5]{\left(\frac{L}{\Delta P} \right) \times \left(\frac{PCT}{F} \right)^2} \quad \Phi \text{ cm}$$

L cm

$$\Delta P = \frac{L}{\Phi^5} \times \left(\frac{PCT}{F} \right)^2 \quad F=7.1 \text{ G.N}$$

$$\Delta P = \frac{(P_a) \times (L_t)}{(L_t)} \quad P_a = \text{Pérdida admisible}$$

$L_t = \text{Tramo}$

Calcularemos el diámetro de la tubería desde el regulador de primera etapa el regulador de segunda etapa, la montante.

$$\Delta P = \frac{(7600) \times (40)}{(40.8)} = 7451 \text{ kpas}^2$$

$$\emptyset = \sqrt[5]{\left(\frac{40}{7451}\right) \times \left(\frac{154}{7.1}\right)^2} = 1''$$

Velocidad de flujo $V = \frac{GASTO}{(0.283) \times \emptyset^2} = \frac{16.328}{(0.283) \times 2.54^2} = 9 \text{ m/seg}$

NTP 111.0112005 máxima velocidad a media presión para la montante y la matriz es de 20 m/seg .

VII.5.6 SELECCIÓN DEL REGULADOR

Se selecciono regulador en segunda etapa a baja presión

CARACTERISTICAS

- Numero de parte: LV4403B4
- Conexión de entrada y salida: $1''$
- Tamaño orificio: 28Drill
- Presion de descarga $11''$ c.a a una entrada de 10 psig
- Capacidad: 935,000 $BTU/HORA$

VII.5.7 PRUEBA DE HERMETICIDAD

Finalizado la instalación interna se deberá probar con aire con una presión mínima de ensayo 80 mm bar en 1 hora en este caso lo haremos con 80mm bar en 24 horas.

Se requiere:

- Identificar las salidas de la instalación y colocar tapones herméticos
- Las válvulas ubicadas en los extremos de la instalación deberán estar cerradas.
- Se deberá conectar al tubo de servicio, el cabezal de prueba y sus accesorios acompañado con el compresor inyectando aire hasta la presión establecida.
- Esperar que no haya oscilación en el manómetro, caso contrario verificar las uniones con agua jabonosa, las uniones de toda la instalación interna.

Figura N° VII5.7



VII5.8 SELECCION DEL MEDIDOR

Se seleccionara el medidor de gas cumpliendo la norma NT ASIBI09 medidor de diafragma para instalaciones residenciales y comerciales, BK-G-16 que deberán cumplir la función regular la presión y cual para no introducir errores.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- presión máxima de operación 0.1 Bar
- Temperatura de operación de -20°C a 50°C
- Satisfacen los requerimientos OIMLR31/318NOMO014-SCFI
- Flujo de 0.016 a 3 m^3 X hora.

Figura N° VII5.8



CALCULO DE DIAMETROS CRITICOS POR TRAMOS SECUNDARIOS

Calculo de diámetro critico tramo A - 1

| | | | |
|-------------------|------------------|-------|----------|
| Δp_{crit} | 85.39 Pas | | |
| K | | 1800 | |
| Le_T | | 14.79 | |
| PCT | | 38.43 | |
| | Diámetro critico | | 2.234 cm |
| | Diámetro teórico | 1" | |

Calculo de diámetro critico tramo 1-2

| | | | |
|-------------------|------------------|---------|----------|
| Δp_{crit} | 66 Pas | | |
| K | | 1800 | |
| Le_T | | 11.19 | |
| PCT | | 15.9933 | |
| | Diámetro crítico | | 1.566 cm |
| | Diámetro teórico | 5/8" | |

Calculo de diámetro critico tramo 2-D

| | | | |
|-------------------|------------------|--------|----------|
| Δp_{crit} | 34.4 Pas | | |
| K | | 1800 | |
| Le_T | | 5.96 | |
| PCT | | 7.9970 | |
| | Diámetro crítico | | 1.192 cm |
| | Diámetro teórico | 1/2" | |

FINALMENTE:

Los resultados de cálculos realizados así como los datos tomados de acuerdo al procedimiento establecido se muestran en el siguiente cuadro Resumen:

**CUADRO RESUMEN DE PARAMETROS DE DISEÑO DE UNA INSTALACION PARA USO DE GAS NATURAL
EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

| TRAMO | ARTEF. | LONG REAL m | CONSUMO DE GN m³/hr | DAPROX Teórico pulg | DAPROX Teórico m | TOTAL L. EQUIV. | D _{Real} pulg | ESPEJOR DE PARED mm | DIÁMETRO Real cm | COE K | PCT MCal/hr | VELOCIDAD DE GAS m/seg | CAÍDA DE PRESIÓN Pascal |
|-----------------------|--------|-------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|-------------|----------------|------------------------------|-------------------------------|
| DEPARTAMENTO 1 | | | | | | | | | | | | | |
| A – D | TERMA | 20.8 | 0.848 | 1/2 | 0.0127 | 25.98 | 1/2 | 1.02 | 1.37 | 1800 | 7.997 | 1.592 | 74.281 |
| A – C | TERMA | 16.05 | 0.848 | 3/8 | 0.0095 | 20.02 | 1/2 | 1.02 | 1.37 | 1800 | 7.997 | 1.592 | 57.240 |
| 1 - 2 | | 20.8 | 1.696 | 5/8 | 0.0159 | 25.98 | 5/8 | 1.02 | 1.69 | 1800 | 15.993 | 2.093 | 104.161 |
| A – B | COCINA | 11.85 | 2.386 | 5/8 | 0.0159 | 14.79 | 5/8 | 1.02 | 1.69 | 1800 | 22.500 | 2.945 | 117.361 |
| A – 1 | | 20.8 | 4.082 | 1 | 0.025 | 25.98 | 1 | 1.27 | 2.67 | 1800 | 38.493 | 2.028 | 62.014 |
| DEPARTAMENTO 2 | | | | | | | | | | | | | |
| A – C | COCINA | 10.52 | 2.386 | 5/8 | 0.0159 | 15.12 | 5/8 | 1.02 | 1.69 | 1800 | 22.500 | 2.954 | 120.870 |
| A – B | TERMA | 12.81 | 0.848 | 1/2 | 0.0127 | 16.26 | 1/2 | 0.89 | 1.36 | 1800 | 7.997 | 1.622 | 48.756 |
| 1 - 2 | | 10.52 | 3.834 | 3/4 | 0.0191 | 15.12 | 3/4 | 1.14 | 2.02 | 1800 | 36.155 | 3.323 | 128.054 |
| A – D | TERMA | 16.55 | 0.848 | 3/8 | 0.0095 | 20.54 | 1/2 | 0.89 | 1.36 | 1800 | 7.997 | 1.622 | 61.590 |
| A – 1 | | 16.55 | 4.082 | 1 | 0.025 | 20.54 | 1 | 1.27 | 2.67 | 1800 | 38.493 | 2.028 | 49.029 |
| DEPARTAMENTO 3 | | | | | | | | | | | | | |
| A – D | TERMA | 11.5 | 0.848 | 3/8 | 0.0095 | 16.78 | 1/2 | 1.02 | 1.37 | 1800 | 7.997 | 1.592 | 47.977 |
| A – C | TERMA | 4.5 | 0.848 | 3/8 | 0.0095 | 8.15 | 1/2 | 0.89 | 1.36 | 1800 | 7.997 | 1.622 | 24.438 |
| 1 - 2 | | 11.5 | 1.696 | 1/2 | 0.0127 | 16.78 | 5/8 | 1.02 | 1.69 | 1800 | 15.993 | 2.100 | 67.775 |
| A – B | COCINA | 1 | 2.386 | 3/8 | 0.0095 | 3.57 | 1/2 | 0.89 | 1.36 | 1800 | 22.500 | 4.565 | 84.748 |
| A – 1 | | 11.5 | 4.082 | 3/4 | 0.0191 | 16.78 | 1 | 1.27 | 2.67 | 1800 | 38.493 | 2.028 | 40.053 |
| DEPARTAMENTO 4 | | | | | | | | | | | | | |
| A – D | TERMA | 20.8 | 0.848 | 1/2 | 0.0127 | 26.17 | 1/2 | 1.02 | 1.37 | 1800 | 7.997 | 1.592 | 74.824 |
| A – C | COCINA | 13.3 | 2.386 | 5/8 | 0.0159 | 17.07 | 5/8 | 1.14 | 1.70 | 1800 | 22.500 | 2.912 | 131.714 |
| 1 - 2 | | 20.8 | 3.234 | 3/4 | 0.0191 | 26.17 | 1 | 1.27 | 2.67 | 1800 | 30.497 | 1.607 | 39.209 |
| A – B | TERMA | 13.2 | 0.848 | 3/8 | 0.0095 | 17.59 | 1/2 | 1.02 | 1.37 | 1800 | 7.997 | 1.592 | 50.293 |
| A – 1 | | 20.8 | 4.082 | 1 | 0.025 | 26.17 | 1 | 1.27 | 2.67 | 1800 | 38.493 | 2.028 | 62.467 |

DEPARTAMENTO 1

| Tramo | Diámetro | Longitud (m) |
|--------------|----------|--------------|
| A - D TERMA | ½" | 6.55 |
| A - C TERMA | 1 / 2 " | 1.80 |
| 1 - 2 | 5 / 8 " | 2.40 |
| A - B COCINA | 5 / 8" | 0.40° |
| A - 1 | 1" | 11.85 |

DEPARTAMENTO 2

| Tramo | Diámetro | Longitud (m) |
|-------------|----------|--------------|
| A - C TERMA | 5 / 8 " | 0.4 |
| A - B TERMA | 1 / 2 " | 2.69 |
| 1 - 2 | ¾ | 1.70 |
| A - B TERMA | 3 / 8" | 5.5 |
| A - 1 | 1" | 8.61 |

DEPARTAMENTO 3

| Tramo | Diámetro | Longitud (m) |
|--------------|----------|--------------|
| A - D TERMA | 1 / 2 " | 8.80 |
| A - C TERMA | 3 / 8 " | 1.80 |
| 1 - 2 | 5 / 8" | 1.70 |
| A - B COSINA | 5 / 8" | 0.80 |
| A - 1 | 1" | 1.00 |

DEPARTAMENTO 4

| Tramo | Diámetro | Longitud (m) |
|-------------|----------|--------------|
| A – D TERMA | ½” | 7.90 |
| A – C TERMA | ¾ ” | 0.40 |
| 1 – 2 | 1” | 1.50 |
| A –B TERMA | ½” | 1.80 |
| A – 1 | 1” | 11.4 |

TUBERIAS Y ACCESORIOS

DEPARTAMENTO Nº 1

| | | Cantidad | Costo unitario | Costo (s/.) |
|---------|-------------------|----------|----------------|-------------|
| Tubería | Tubería de 1 / 2” | 6.55m | 4.27 /m | 27.96 |
| | Tubería de 1 / 2” | 1.80 m | 4.27 /m | 7.68 |

| | | | | |
|------------|--------------------------|-------|-----------|---------------|
| | Tubería de 5/8 | 2.40m | 14.25 / m | 34.2 |
| | Tubería de 1” | 11.85 | 19.92 | 236.05 |
| Accesorios | Válvula de corte de ½” | 1 | 40.00. | 40.00. |
| | Codos de 90° de ½” | 3 | 2.00 | 6.00 |
| | Tf de 90° de 5/8” | 2 | 5.00 | 10.00 |
| | Tf de 90° de 1” | 3 | 7.00 | 21.00 |
| | Válvula de corte de 3/8” | 1 | 40.0 | 40.00 |
| | Codo de 90° de 3/8” | 1 | 2.00 | 2.00 |
| | Válvula de corte de 5/8 | 1 | 40.00 | 40.00 |
| Total | | | | 464.89 |

DEPARTAMENTO Nº 2

| | | Cantidad | Costo unitario | Costo (s/.) |
|------------|--------------------------|----------|----------------|-------------|
| Tubería | Tubería de 3/8" | 5.03m | 4.27 /m | 21.48 |
| | Tubería de 3/4" | 1.70 m | 14.25 /m | 24.22 |
| | Tubería de 5/8" | 0.40m | 14.25 /m | 5.7 |
| | Tubería de 1" | 8.61m | 19.92 /m | 171.51 |
| | Tubería de 1/2" | 2.69m | 4.27 /m | 11.48 |
| Accesorios | Válvula de corte de 3/8" | 3 | 40.00 | 120.00 |
| | Codos de 90° de 3/8" | 3 | 2.00 | 6.00 |
| | Tf de 90° de 3/4" | 4 | 4.00 | 16.00 |
| | Codo de 90° de 5/8" | 1 | 2.00 | 2.00 |
| | Total | | | |

DEPARTAMENTO Nº 3

| | | Cantidad | Costo unitario | Costo (S/.) |
|---------|---------------------|----------|----------------|-------------|
| Tubería | Tubería de 3/8" | 1.8m | 4.27 /m | 7.6 |
| | Tubería de 1/2" | 8.8m | 4.27 /m | 37.57 |
| | Tubería de 5/8" | 0.80m | 14.25 /m | 11.4 |
| | Tubería de 1" | 1.00m | 19.92 /m | 19.92 |
| | Válvula de corte de | 2 | 40.00 | 80.00 |

| | | | | |
|------------|--------------------------|---|-------|-------|
| Accesorios | 3/8" | | | |
| | Válvula de corte de 1/2" | 1 | 40.00 | 40.00 |
| | Codos de 90° de 3/8" | 6 | 2.00 | 12.00 |
| | Tf de 90° de 3/4" | 2 | 4.00 | 8.00 |
| | Tf de 90° de 1" | 1 | 7.00 | 7.00 |
| | Total | | | |

DEPARTAMENTO Nº 4

| | | Cantidad | Costo unitario (S./) | Costo (S./) |
|------------|------------------------|----------|----------------------|-------------|
| Tubería | Tubería de 3/4" | 0.40m | 14.25 /m | 5.70 |
| | Tubería de 1/2" | 9.7m | 4.27 /m | 41.41 |
| | Tubería de 1" | 12.9m | 19.92 /m | 256.96 |
| Accesorios | Válvula de corte 1/2 " | 2m | 40.00 /m | 80.00 |
| | Válvula de corte 3/4 " | 1 | 40.00 | 40.00 |
| | Codo de 90° de 1/2" | 4 | 2.00 | 8.00 |
| | Codo de 90° de 1" | 1 | 7.0 | 7.00 |
| | Tf de 90° 1/2" | 1 | 2.00 | 2.00 |
| | Tf de 90° 3/4 " | 1 | 4.00 | 4.00 |
| | Tf de 90° 1" | 2 | 7.00 | 14.00 |
| Total | | | | 459.07 |

CAPITULO VIII

ANALISIS ECONOMICO.

Para el presente análisis realizado, se ha considerado cuatro departamentos, se ha seleccionado tubería de cobre tipo L, así como los accesorios compatibles con este material, para efectos comparativos sólo se ha considerado el consumo de energía generado por el uso de cocinas y calentadores. Los costos de los materiales y equipos, así como los de mantenimiento se han tomado en forma aproximada.

Costo Total del Material por Departamento:

| | | |
|--------------------------------|---|--------|
| Material del 1º departamento | = | 465.00 |
| Material en el 2º departamento | = | 378.00 |
| Material en el 3º departamento | = | 224.00 |
| Material en el 4º departamento | = | 459.00 |
| Otros materiales | = | 500.00 |
| Obras Civiles ** | = | 300.00 |
| Mano de Obra | = | 700.00 |

TOTAL = 3026.00

** En Obras Civiles: se incluye trámites de planos

Costos de Mantenimiento por departamento: S/. 10.00/ mes

Consumo de Energía Comparado (Teniendo en cuenta que actualmente en el Perú son las fuentes de energía más empleadas para estos fines).

| | | |
|--------------|-------------------|---------------|
| Gas | 4dep (33 S./mes) | 132.00 S./mes |
| Electricidad | 4 dep (86 S./mes) | 344.00 S./mes |
| Diferencia | | 212.00 S./mes |

Comparación de Gastos entre el Gas Natural y el uso de Electricidad:

| | | |
|--------------------------|---|---------------------------------|
| Gas | : | 33 S./mes por cada Departamento |
| 4 departamentos | = | 132 S./ / mes |
| Costo de Mantenimiento | = | 40 S./ / mes |
| El ahorro es : 344 - 132 | = | 212 S./ / mes |

TIEMPO DE RECUPERACION DE LA INVERSION:

Una hoja de cálculo sencilla, nos permite calcular rápidamente la recuperación de la Inversión.

| MES | INVERSION | GASTO | DEUDA | AHORRO | NETO |
|-----|-----------|--------|----------|--------|----------|
| 0 | 3026.00 | | -3026.00 | 0 | -3026.00 |
| 1 | 0.00 | -40.00 | -3066.00 | 212.00 | -2854.00 |
| 2 | | -40.00 | -2894.00 | 212.00 | -2682.00 |
| 3 | | -40.00 | -2722.00 | 212.00 | -2510.00 |
| 4 | | -40.00 | -2550.00 | 212.00 | -2338.00 |
| 5 | | -40.00 | -2378.00 | 212.00 | -2166.00 |
| 6 | | -40.00 | -2206.00 | 212.00 | -1994.00 |
| 7 | | -40.00 | -2034.00 | 212.00 | -1822.00 |
| 8 | | -40.00 | -1862.00 | 212.00 | -1650.00 |
| 9 | | -40.00 | -1690.00 | 212.00 | -1478.00 |
| 10 | | -40.00 | -1518.00 | 212.00 | -1306.00 |
| 11 | | -40.00 | -1346.00 | 212.00 | -1134.00 |
| 12 | | -40.00 | -1174.00 | 212.00 | -962.00 |
| 13 | | -40.00 | -830.00 | 212.00 | -618.00 |
| 14 | | -40.00 | -658.00 | 212.00 | -446.00 |
| 15 | | -40.00 | -486.00 | 212.00 | -274.00 |
| 16 | | -40.00 | -314.00 | 212.00 | -102.00 |
| 17 | | -40.00 | -142.00 | 212.00 | 70.00 |
| 18 | | -40.00 | | 212.00 | 414.00 |
| 19 | | -40.00 | | 212.00 | 586.00 |
| 20 | | -40.00 | | 212.00 | 758.00 |
| 21 | | -40.00 | | 212.00 | 930.00 |
| 22 | | -40.00 | | 212.00 | 1102.00 |

Como puede apreciarse en la tabla precedente, la inversión se paga en el mes 17 y de allí en adelante se empieza a ahorrar dinero

CAPITULO IX

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El empleo de gas natural como combustible doméstico representa un gran ahorro de energía.
- El uso del gas natural como combustible doméstico minimiza la contaminación ambiental.
- El uso de gas como combustible doméstico conlleva el cumplimiento irrestricto de las normas de seguridad establecidas para evitar accidentes.
- La inversión se recupera entre el 17 y 18 mes de iniciado las operaciones, con lo cual se demuestra que el empleo doméstico del gas natural es más económico.
- Usar tubería de polietileno al exterior para atravesar jardines
- En cualquier diseño de Instalación de gas natural seco para las instalaciones de tipo residencial se debe tomar en cuenta el uso de una válvula de corte y cierre general por razones de seguridad.
- En las instalaciones internas se debe siempre emplear materiales de cobre.
- Emplear tuberías metálicas flexibles, para disipar vibraciones y prevenir a transmisión de esfuerzos, las tuberías deberán ubicarse longitudinalmente.
- La válvula de corte deberá ser de tipo esférico de ¼” de vuelta con tope y deberá ser aprobada para manejo de gas natural seco.
- Los medidores deberán cumplir con las normas establecidas ANSI B 1 09 o CEN en 1359 (para el tipo de Diafragma) y ANSI B1.03 o CEN EN 12480 (para el tipo Rotativo)
- Los Diagramas de selección de medidores pueden ser según presión y volumen.

- El regulador de presión no debe ser evitado y los reguladores que operen a presiones inferiores a 50 mbar deberán contar con dispositivo de bloqueo automático. Deben estar estos en espacios ventilados.
- Los aspectos básicos para un Diseño de Instalaciones para "Suministro de Gas Natural Seco son los siguientes:
- La presión de uso para artefactos a GN Seco para uso residencial deberá tener una presión mínima de 16 mbar y máxima de 23 mbar.
- En el diseño y dimensionamiento de una casa unifamiliar, un complejo habitacional o una instalación comercial; se deberá realizar una memoria de calculo que incluya los consumos de gas natural seco, los diámetros nominales, los planos de planta isométricos y las pérdidas de carga:
- En el caso que una tubería sea instalada contra una pared, esta tiene que estar como mínimo 5cm. por encima del nivel del suelo o del piso para evitar el contacto con el agua o productos químicos.
- El código de color para las tuberías de acero y cobre que conducen GN Seco es el "amarillo ocre".
- En la instalación interna de una casa unifamiliar o de un edificio de vivienda, se deberá instalar válvulas de corte de acuerdo a la figura.
- Uniones y protecciones y cambio de dirección y diámetros.

CAPITULO X

BIBLIOGRAFIA

1. Norma Peruana de instalaciones "Residenciales de Gas natural a baja presión NTP. 111.011
2. Modulo de Instalación Residenciales de Gas Natural del Ing. Arturo Ledesma L.
3. Instalaciones de Gas. Librería y editorial Alsina. Argentina de Néstor P. Cuadro
4. Instalaciones de Gas Natural del Centro Chileno de Cobre. PROCOBRE

ANEXOS

PLANOS:

- a) A – 01. Planos de Corte y Elevación de los Departamentos unifamiliares
- b) A – 02. Plano de Distribución de Artefactos y Accesorios.
- c) A – 03. Plano Isométrico del Sistema de Distribución de las Tuberías en los cuatro Departamentos.
- d) Hermeticidad de gas de Gas Natural instalación Interna.

