



**UNIVERSIDAD PRIVADA TELESUP**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL,**  
**DESARROLLO INMOBILIARIO**

**TESIS**  
**DISEÑO DE VENTILACIÓN EN LAS REDES DE GAS**  
**NATURAL PARA EL EDIFICIO MULTIFAMILIAR**  
**PARQUE SAN MARTIN UBICADO EN EL DISTRITO DE**  
**PUEBLO LIBRE – LIMA - PERU EN EL AÑO 2016.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**Bach. JUAREZ PULACHE DANNY WILSON.**

**LIMA – PERÚ**

**2017**

## **ASESOR DE TESIS**

---

**Ing. ANGEL NOE QUISPE TALLA**

## **JURADO EXAMINADOR**

---

**Mg. Ing. EDMUNDO BARRANTES RIOS**

**Presidente**

---

**Mg. Ing. JUAN ANTENOR CACEDA CORILLOCLA**

**Secretario**

---

**Mg. Ing. JUAN BAZALAR PACORA**

**Vocal**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Rogelio Y Rosa, por haberme formado con valores y apoyado en todas mis decisiones.

A mis hermanos por apoyarme en mis estudios profesionales y a mi enamorada por estar en los momentos difíciles de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Privada Telesup por brindar los conocimientos en mi formación como profesional a través de los buenos profesores que lo conforman y también a la empresa CGAS CONSORCIO S.A.C por brindarme apoyo y conocimientos.

## RESUMEN

El Perú es un país rico en los recursos naturales y uno de ellos es el gas natural. los edificios multifamiliares realizan su diseño para las instalaciones de gas natural, a fin de tener que cumplir con los parámetros de las normas de instalaciones de gas, todo ambiente que se instale algún artefacto de gas natural debe estar diseñado para la libre circulación del aire en el cual deben cumplir las áreas libres establecidos en el reglamento EM.040.

Estas consideraciones permitieron plantear el diseño de ventilación en las redes de gas natural para el edificio multifamiliar parque san martín ubicado en el distrito de pueblo libre – lima - Perú en el año 2016, evaluando su volumen ( $m^3$ ), confinamiento ( $m^3/kw$ ); en función a las NTP111.011 y lo establecido por osinergmin concluyendo que se estableció que es de gran importancia del diseño de ventilación en las redes de gas natural para el edificio multifamiliar parque san martín ubicado en el distrito de pueblo libre – lima - Perú en el año 2016.

Los confinamientos expresados en  $m^3/kw$  están entre los valores mínimo de 0.10 y máximo de 5.40, para los ambientes de los departamentos con valores menores de 4.8 son considerados ambientes confinados en el cual llevaran rejillas de ventilaciones, los que tengan los valores mayores a 4.8 son considerados ambientes no confinados y no llevaran rejillas de ventilaciones.

El diseño de ventilaciones de las instalaciones de gas natural es importante determinan las áreas libres efectivas que se van utilizar para llegar a abastecer la circulación del aire de ventilación.

Palabras claves: Multifamiliar, Confinamiento.

## ABSTRACT

Peru is a country rich in natural resources and one of them is natural gas. The multifamily buildings realize their design for the natural gas installations, in order to have to comply with the parameters of the standards of gas installations, any environment that installs a natural gas appliance must be designed for the free circulation of air in which must meet the free areas established in regulation EM.040.

These considerations allowed us to consider the design, installation and ventilation of natural gas networks for the san martin multifamily park located in the district of pueblo libre – lima - Peru in 2016 evaluating its volume ( $m^3$ ), confinement ( $m^3 / kW$  ); according to NTP.11.011 and the provisions of Osinergmin concluding that it was established that design, installation and ventilation in natural gas networks is of great importance for the multifamily building san martin park located in the district of pueblo libre – lima - Peru in 2016.

The confinements expressed in  $m^3/kw$  are between the minimum values of 0.10 and maximum of 5.40, for the environments of the departments with values less than 4.8 are considered confined environments in which they will carry ventilation grids, those with values greater than 4.8 They are considered unconfined environments and will not have ventilation grilles.

The ventilation design of natural gas installations is important to determine the effective free areas to be used to supply the circulation of ventilation air.

Key words: multifamily, confinement

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA.....	i
ASESOR DE TESIS.....	ii
JURADO EXAMINADOR.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
I. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. Planteamiento del problema.....	16
1.2. Formulación del Problema.....	17
1.2.1 Problema General.....	17
1.2.2 Problemas Específicos.....	17
1.3. Justificación del estudio.....	18
1.4. Objetivos de la investigación.....	18
1.4.1 Objetivo General.....	18
1.4.2. Objetivos Específicos.....	18
II. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Antecedentes de la investigación.....	19
2.1.1. Antecedentes nacionales.....	19
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	27
2.2. Bases teóricas de las variables.....	46



2.2.1. Diseño y dimensionamiento del Sistema de tuberías.....	46
2.2.2 Ventilaciones de los artefactos a gas.....	57
2.2.3. El gas natural. ....	64
2.3. Definición de términos Básicos.....	68
III. MÉTODOS Y MATERIALES.....	72
3.1. Hipótesis de la Investigación .....	72
3.1.1. Hipótesis General.....	72
3.1.2. Hipótesis Específicas .....	72
3.2. Variables de estudio. ....	72
3.2.1. Definición Conceptual.....	72
3.3 Tipo y Nivel de la investigación.....	76
3.3.1 Tipo: Aplicada. ....	76
3.3.2 Nivel: Explicativa. ....	76
3.4 Diseño de la investigación .....	77
3.5 Población y Muestra .....	77
3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	77
3.6.1 Técnicas de recolección de datos.....	77
3.7 Métodos de análisis de datos.....	78
IV. RESULTADOS.....	79
V. DISCUSIÓN.....	111
VI. CONCLUSIONES .....	115
VII. RECOMENDACIONES.....	116
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	117
ANEXOS.....	119
Anexo 01. Matriz de Consistencia .....	119
Anexo 02. Matriz Operacional.....	121

Anexo 03: Fichas técnicas de los artefactos.....	122
Anexo 04: Formulas de diseño. ....	124
Anexo 05. Evidencias del trabajo empírico.....	125
Anexo 06: Cálculos de las redes de gas natural del edificio multifamiliar parque san martin.....	132

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Longitud Vs Diámetro .....	21
Tabla 2. Presión en líneas internas de suministro.....	47
Tabla 3. Presiones para el ensayo de hermeticidad y de resistencia a la presión	57
Tabla 4. Presiones para el ensayo de hermeticidad y de resistencia a la presión	57
Tabla 5. Composición del gas natural. ....	65
Tabla 6. Principales sectores de uso para el gas natural. ....	67
Tabla 7. Definición de variables .....	75
Tabla 8. Resultados de volumen, confinamiento y presión por ambientes y departamento. ....	80
Tabla 9. Resumen Estadístico para Presiones (mbar) .....	83
Tabla 10. Tabla ANOVA para Presiones (mbar) por Volumen (m <sup>3</sup> ) .....	85
Tabla 11. Tabla de Medias para Presiones (mbar) por Volumen (m <sup>3</sup> ) con intervalos de confianza del 95.0% .....	86
Tabla 12. Prueba de Kruskal-Wallis para Presiones (mbar) por Volumen (m <sup>3</sup> )....	88
Tabla 13. Prueba de la Mediana de Mood para Presiones (mbar) por Volumen (m <sup>3</sup> ).....	89
Tabla 14. Resumen Estadístico para Presión (mbar) .....	91
Tabla 15. Tabla ANOVA para Presión (mbar) por Confinamiento (m <sup>3</sup> /kw) .....	92
Tabla 16. Tabla de Medias para Presión (mbar) por Confinamiento (m <sup>3</sup> /kw) con intervalos de confianza del 95.0%.....	93
Tabla 17. Verificación de Varianza.....	95
Tabla 18. Prueba de Kruskal-Wallis para Presión (mbar) por Confinamiento (m <sup>3</sup> /kw) .....	96
Tabla 19. Resumen Estadístico.....	98
Tabla 20. Pruebas de Múltiple Rangos .....	99
Tabla 21. Prueba de Kruskal-Wallis .....	101
Tabla 22. Efectos estimados para Presión (mbar) .....	101
Tabla 23. Análisis de Varianza para Presión (mbar) .....	103
Tabla 24. Coeficiente de regresión para Presión (mbar) .....	104
Tabla 25. Optimización de la presión .....	106

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Modelo para la intención de continuidad de uso de energía en los hogares. ....	34
Figura 2. Cruce con otros servicios .....	51
Figura 3. Profundidad de tubería empotrada.....	52
Figura 4. Distancias mínimas entre acometidas y tuberías de conexión .....	56
Figura 5. cálculo de las áreas y volumen de los departamentos. ....	80
Figura 6. Presión de los departamentos.....	81
Figura 7. Dispersión de volumen sobre la presión. ....	82
Figura 8. Gráficos de medias de el volumen sobre la presión.....	85
Figura 9. Gráfico de cajas y bigotes del volumen sobre la presión .....	87
Figura 10. Grafica de medianas del volumen sobre la presión.....	90
Figura 11. Gráfico de medias de Confinamiento sobre la presión.....	94
Figura 12. Gráfico de caja y bigotes del confinamiento sobre la presión .....	95
Figura 13. Gráfico de comparación de medias de las variables independientes y dependientes.....	99
Figura 14. Gráfico de caja y bigotes de Pruebas de Múltiple Rangos .....	100
Figura 15. Diagrama de Pareto para optimización de la presión.....	102
Figura 16. Grafica de efectos principales para presión .....	104
Figura 17. Superficie de respuesta estimada para la presión.....	105
Figura 18. Vista de planta del piso de ingreso para los cálculos de confinamiento en función de su área, potencia y volumen. ....	107
Figura 19. Vista de planta del piso típico 2do al 7mo para los cálculos de confinamiento en función de su área, potencia y volumen.....	108
Figura 20. Vista de planta del piso 8 para los cálculos de confinamiento en función de su área, potencia y volumen.....	109
Figura 21. Vista de planta de la Azotea para los cálculos de confinamiento en función de su área, potencia y volumen. ....	110
Figura 22. Centro de medición (Gabinete) .....	125
Figura 23. Prueba de hermeticidad – Presión Final: 1.2 bar. ....	125
Figura 24. Artefactos de cocina instalados en los departamentos. ....	126
Figura 25. Tipos de rejillas instaladas en los departamentos.....	126

Figura 26. Rejillas de ventilación superior e inferior con un área libre efectiva de 375cm <sup>2</sup> cada rejilla en mampara hacia el exterior. ....	127
Figura 27. Rejillas de ventilación superior e inferior con un área libre efectiva de 700cm <sup>2</sup> cada rejilla en mampara hacia otro ambiente.....	128
Figura 28. Rejillas de ventilación superior e inferior con un área libre efectiva de 330cm <sup>2</sup> cada rejilla en pared hacia el exterior.....	129
Figura 29. Rejillas de ventilación superior e inferior con un área libre efectiva de 294cm <sup>2</sup> y 330cm <sup>2</sup> hacia el exterior. ....	130
Figura 30. Rejillas de ventilación superior e inferior con un área libre de 336cm <sup>2</sup> y 330cm <sup>2</sup> cada rejilla en mampara. ....	131

## INTRODUCCIÓN

Las tendencias en el respeto al cuidado del medio ambiente permiten realizar una serie de implementaciones usando los recursos naturales de los territorios los que se tiene como recurso natural como es el gas que proporciona una muy buena energía calórica y no realiza gran contaminación ambiental por su combustión.

La presencia de gas natural permite el uso en viviendas simples y multifamiliares así como en sistemas industriales en el marco de las normas establecidas para su diseño de ventilación en las redes de gas natural para el edificio multifamiliar parque san martín ubicado en el distrito de pueblo libre – Lima-Perú en el año 2016, evaluando su volumen ( $m^3$ ), confinamiento ( $m^3/kw$ ); en función a la norma EM.040 y lo establecido por Osinergmin, planteándose los objetivos como establecer la importancia del diseño de ventilación en las redes de gas natural para el edificio multifamiliar parque san martín ubicado en el distrito de pueblo libre - lima – Perú en el año 2016.

El presente trabajo consta de cinco capítulos, según se indica:

En el capítulo I se presenta el planteamiento del problema, la formulación del problema, los objetivos de la investigación.

En el capítulo II comprende el marco teórico basado en la teoría base que da rigor científico al trabajo y que guarda relación directa con el objetivo y la hipótesis, así como los antecedentes del estudio y la definición de términos.

En el capítulo III se presenta el estudio de la hipótesis, las variables y la operacionalización de las mismas; tipo y nivel de la investigación, diseño de la investigación, población y muestra de estudio, así como las técnicas e instrumentos de recolección de datos, se presentan los métodos de análisis de datos usados en la investigación.

En el capítulo IV se presenta los resultados de la investigación en cuadros estadísticos y figuras, respaldadas por los cálculos que se reportan en los anexos.

En el capítulo V enmarca la discusión de los datos de la investigación.

En el capítulo VI se presenta las conclusiones del desarrollo de la investigación.

En el capítulo VII se brinda las recomendaciones de la investigación.

En el capítulo VIII se muestra las referencias bibliográficas de los autores citados en la investigación.

Finalmente, el capítulo IX comprende los anexos donde se presenta las evidencias del desarrollo de la investigación.

# I. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

## 1.1. Planteamiento del Problema

Alcocer, Arohuanca & Guillén (2013), en su tesis titulada “Planeamiento estratégico para el sector Gas natural en el Perú”, Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.

El gas natural está considerado como un recurso energético limpio, abundante, cuyo uso está creciendo rápidamente en el mundo a tasas que superan a la de los recursos energéticos convencionales como el petróleo y el carbón, al punto de empezar a convertirse en un recurso energético referente para el futuro basado energía limpia, de bajo costo y sostenible en el tiempo (Alcocer, Arohuanca & Guillén 2013).

Actualmente en el Perú, el gas natural se está constituyendo como un recurso eficaz para la solución de los problemas energéticos del país, además de tener el valor agregado de ser amigable con el medio ambiente por su combustión limpia, tiene ventajas de bajo costo, versatilidad de uso en diversas actividades industriales, puede llegar a tener un alto rendimiento energético y generar grandes ahorros en la economía nacional respecto al consumo de cualquier otro recurso energético (Alcocer, Arohuanca & Guillén 2013).

Coapaza Quispe (2015), en su tesis titulada “Análisis técnico – económico del uso de gas natural como alternativa energética en el sector residencial de la provincia de Arequipa”, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.

El uso del gas natural permite a los usuarios del sector residencial en la provincia de Arequipa, ser más competitivo y productivo no solo por el ahorro de combustible, que en este caso es alrededor del 30% respecto del GLP, sino también por grandes beneficios que tiene este combustible como son: la disponibilidad y continuidad de suministro, la flexibilidad de su uso, la alta eficiencia en su combustión y su mejor comportamiento con el medio ambiente (Coapaza Quispe, 2015).



Debido a esas situaciones al presentar proyectos en las municipalidades todos están exigiendo que deben de tener proyectado las instalaciones de redes de gas natural en los proyectos.

Por lo cual muchas inmobiliarias, constructoras y las mismas empresas encargadas en diseñar las instalaciones de las redes de gas natural no tienen mucho en conocimiento las consideraciones de diseño de ventilaciones de acuerdo a la norma EM.040: Instalaciones de Gas y la norma técnica peruana NTP 111.011 referida a sistemas de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales.

Al realizar las instalaciones de gas natural deben diseñarse con los diámetros y las tuberías correctas, y también deben existir ventilaciones en los ambientes para la circulación de aire de combustión, renovación y dilución para así poder prevenir accidentes tales como: Incendios, intoxicaciones.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1 Problema General**

¿Cómo influye el diseño de ventilación en las redes de gas natural en el edificio multifamiliar parque san Martín ubicado en el distrito de Pueblo Libre - Lima – Perú en el año 2016?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

¿Cómo influye el diseño en las redes de gas natural en el edificio multifamiliar parque san Martín ubicado en el distrito de Pueblo Libre - Lima – Perú en el año 2016?

¿Cómo influye la ventilación en las redes de gas natural en el edificio multifamiliar parque san Martín ubicado en el distrito de Pueblo Libre- Lima – Perú en el año 2016?

### **1.3. Justificación del estudio**

La siguiente investigación apoyara en las consideraciones generales correspondiente a que facilitara a poder conocer como influya el diseño de ventilación en las redes de gas natural para todas las edificaciones y también a las empresas encargadas en el diseño de proyectos de las redes de gas natural , en el cual existen parámetros de diseño a considerar de acuerdo a normas y reglamentos, en el cual al hacer esta investigación facilitara a todos los interesados a poder conocer sobre la importancia de la ventilación para prevenir accidentes a causas del gas natural debido a que en el Perú la instalación del gas natural se le está brindando mayor importancia y para ello debemos conocer para poder brindar seguridad y así no poder poner en riesgo a las personas que los abastece la energía del gas natural.

En el cual está especialmente diseñado para el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de Pueblo Libre – Lima - Perú en el año 2016 el cual se le estar brindando el servicio de instalaciones de gas.

### **1.4. Objetivos de la investigación**

#### **1.4.1 Objetivo General**

Determinar cómo influye el diseño de ventilación en las redes de gas natural en el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de Pueblo Libre - Lima – Perú en el año 2016.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

Determinar cómo influye el diseño en las redes de gas natural para el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de Pueblo Libre - Lima – Perú en el año 2016.

Determinar cómo influye la ventilación en las redes de gas natural en el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de Pueblo Libre - Lima – Perú en el año 2016.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Antecedentes nacionales

Bruno (2007), *“METODOLOGÍA DE INSTALACIONES DE GAS Y SANITARIAS APLICACIÓN PARA UN MERCADO EN EL CALLAO (ASOCIACIÓN DE TRABAJADORES DEL MERCADO 1ERO DE MAYO)”*, Universidad Ricardo Palma, Perú, en el cual sus conclusiones son:

El gas natural es un combustible compuesto por hidrocarburos principalmente Metano, el gas natural Camisea es un gas no asociado, contiene metano y altos contenidos de etano, propano y butano respecto al promedio mundial lo que le da un mayor valor (Bruno 2007).

La antigua China comprendió que el gas natural podía ser de gran utilidad, como combustible, ya en 500 A.C. En 1620 Jan Van Helmont acuña la palabra “gas” como termino técnico de combustible gaseoso (Bruno 2007).

Las reservas de Gas Natural en el Mundo se definen en cuatro categorías; reservas probadas (informaciones geológicas y de ingeniería), reservas probables (50% de las probadas), reservas posibles (25% de las probadas) y reservas esperadas (futuras exploraciones) (Bruno 2007).

De la producción mundial de energía el gas natural ocupa el tercer lugar con 20.1% precedido por el petróleo con 35.8% y el carbón con 34.3%. América latina contribuye con el 1.5% de gas natural (Bruno 2007).

El Perú tiene gas natural para 98 años según cifras del 2004, como la producción sigue en aumento y las reservas constantes esta cifra en un escenario conservador puede llegar a los 40 años (Bruno 2007).

Argentina y México los grandes productores latinoamericanos de gas natural poseen 15 veces la producción peruana y con reservas de solo de 1.5 veces la peruana, tendrán gas natural para 10 años (Bruno 2007).

En el mercado hay varios tipos de gases combustibles como son: GLP: Gas licuado de petróleo ( es la mezcla de propano y butano enfriado a -42°C), LGN: Líquidos de gas natural (son los líquidos contenidos en el gas natural), GTL: Gas natural a Líquido (Synfuel) - del cual se puede obtener Diesel 2, Gasolina de

bajo octanaje, Diesel 1 (Kerosene), ceras, lubricantes entre otros; GNL: Gas Natural Licuado (compuesto básicamente de gas metano, el cual es sometido a un proceso criogénico), GNC: Gas Natural Comprimido (utilizado para el transporte de vehículos) (Bruno 2007).

El Gas Natural en el Perú, se inicia en paralelo con la producción de petróleo en 1863 con la perforación del primer pozo petrolero en el área de Zorritos-Tumbes.

Las reservas probadas de gas natural en el Perú son de 12.76 trillones de pies cúbicos, las reservas probables 17.01 TCF y las reservas posibles 25.02 TCF.

2/3 partes de los ingresos generados por Camisea serán de la venta de condensados (propano, butano, etc.); por lo tanto, es un proyecto de Líquidos y no de Gas Natural Seco, con ingresos totales de 4,500 millones US\$ en 40 años (Bruno 2007).

Una cocina a gas natural genera un ahorro del 36% respecto a una cocina de GLP, e igual porcentaje de ahorro respecto a una terma de gas natural respecto a una de GLP (Bruno 2007).

El mercado posee 2 sistemas de suministro de agua indirecto con una cisterna única de 168 m<sup>3</sup> y 2 tanques elevados de 28.50 m<sup>3</sup> cada una, la instalación contra incendio toma el agua de la cisterna hacia los gabinetes contra incendio en los tres niveles y una válvula siamesa tipo poste a la salida del sótano, la instalación de desagüe está dividida en 2 sistemas en concordancia con los sistemas de agua, la instalación de gas ubicada en el primer piso consta de 3 centrales de medidores que abastecen a 8, 2 y 4 puesto respectivos; las tuberías interiores son de cobre colocadas a la vista, excepto las tuberías abastecedoras a las centrales de medidores que van empotradas al piso en camisas protectoras (Bruno 2007).

Como aporte a la ingeniería para el diseño de instalaciones de gas se sugiere el dibujo de un plano lay-out general y un plano lay-out esquemático de la instalación, indicando el recorrido de la tubería de cobre, para el cálculo usamos la fórmula de Pole (2003) por su simplicidad; finalmente el plano definitivo.

La instalación de las tuberías de cobre son de tipo L, otro aporte a la ingeniería es la secuencia operacional de la soldadura fuerte, y es como sigue: corte del tubo a escuadra, eliminación de las rebabas, recalibrado de los extremos,

limpieza y lijado del tubo, limpieza del accesorio, aplicación del decapante, calentamiento, aplicación de la soldadura, enfriamiento y limpieza (Bruno 2007).

Otro aporte a la ingeniería es la comparación de normas en sistemas de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales de gas natural peruana, argentina y mexicana. Entre los aspectos más saltantes tenemos:

Tabla 1. Longitud Vs Diámetro

	PERÚ	ARGENTINA	MÉXICO
Cálculo de tuberías conductoras de gas (*)	utiliza fórmulas de Renouard y Pole	Utiliza tablas que nos da caudal en litros de gas por hora para cañerías de diferentes diámetros y longitudes	No específica
Campo de aplicación presiones de hasta un máximo	34 KPa o 3.4 m de agua	196 KPa	35KPa.
Perdida máxima de presión para el gas natural hasta los artefactos conectados	120 Pa	100 Pa	No específica
Normas	NTP: 111.011 (2004) y EM-040 (2006)	NAG 200 (1982)	NOM-002-SECRE 2003

Fuente. Propia

En términos generales las normas peruanas están muy actualizadas y precisas, respecto a las normas argentina y mexicana, siendo estos países consumidores de gas natural de hace más de 30 años, puede verse dichas normas en las páginas [www.energias.gov.ar](http://www.energias.gov.ar) y [www.cre.gob.mx](http://www.cre.gob.mx).

Alcocer, Arohuanca & Guillén (2013), "*PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO PARA EL SECTOR GAS NATURAL EN EL PERÚ*", Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, en el cual sus conclusiones son:

El gas natural está considerado como un recurso energético limpio, abundante, cuyo uso está creciendo rápidamente en el mundo a tasas que superan a la de los recursos energéticos convencionales como el petróleo y el carbón, al punto de empezar a convertirse en un recurso energético referente para el futuro basado energía limpia, de bajo costo y sostenible en el tiempo (Alcocer, Arohuanca & Guillén 2013).

Actualmente en el Perú, el gas natural se está constituyendo como un recurso eficaz para la solución de los problemas energéticos del país, además de tener el valor agregado de ser amigable con el medio ambiente por su combustión limpia, tiene ventajas de bajo costo, versatilidad de uso en diversas actividades industriales, puede llegar a tener un alto rendimiento energético y generar grandes ahorros en la economía nacional respecto al consumo de cualquier otro recurso energético (Alcocer, Arohuanca & Guillén 2013).

La sostenibilidad del desarrollo del sector de gas natural en el Perú se sustenta en los 48.6 TCF de recursos de gas natural que tienen el país, los que comprenden las reservas probadas de Camisea situada en la cuenca Ucayali, la potencialidad de reservas en otras cuencas como la de Madre de Dios y Ene, ambas ubicadas geográficamente en el denominado cinturón hidrocarburífero de América del Sur, y la de otras cuencas, en menor proporción, como la de Aguaytía y la costa norte del país (Alcocer, Arohuanca & Guillén 2013).

Considerando la demanda acumulada de gas natural proyectada al año 2025, incluyendo la exportación contractual, de 9.34TCF aproximadamente, se estaría consumiendo el 74% de las reservas probadas que actualmente tiene el país. por otro lado, analizando la ratio R/P que tiene una tendencia decreciente año tras año, al ritmo de demanda actual se proyecta que las reservas probadas actuales alcanzarían hasta el año 2030 aproximadamente. por lo tanto, es necesario desarrollar la exploración y explotación de gas natural, para reponer y ampliar en forma continua las reservas, cumpliendo de esta manera con el objetivo de incrementar las reservas probadas en el Perú. (Alcocer, Arohuanca & Guillén 2013).

El uso exitoso de tarifas cruzadas entre los clientes residencial y no residencial, ha permitido en Lima la aplicación de un subsidio no mayor al 3% del precio final para los clientes residenciales. sin embargo, llegar en este momento con el gas natural a provincias del interior del país, supondría precios prohibitivos para los clientes residenciales que fluctuarían alrededor del 100% de incremento en el precio final. Por lo tanto, es necesario la puesta en marcha un fondo de inclusión social energético (FISE) que posibilite el desarrollo de gasoductos virtuales de gas natural a las provincias, utilizando también el concepto de la aplicación de tarifas cruzadas, con el cual el impacto en el precio final no será mayor al 5% para el usuario no residencial, permitiendo la expansión de la red de distribución de gas natural (Alcocer, Arohuanca & Guillén 2013).

El desarrollo económico presentado por el Perú en los últimos años ha registrado una tasa de crecimiento del 8% en promedio anual, impulsada generalmente por el crecimiento de la demanda interna, que sitúa al Perú como un país cuya tasa de crecimiento es comparable al de países de mayor desarrollo económico. Este buen momento económico del país genera seguridad en los inversionistas e impulsores de proyectos de envergadura de mediano y largo plazo, además se constituye en una buena oportunidad para desarrollar clústeres industriales que demanden gas natural en forma de energía o materia prima. en Latinoamérica, los referentes de desarrollo del gas natural son Colombia, Argentina y Brasil, los mecanismos que han implementado estos países dentro de sus políticas energéticas han probado ser acertados que han llegado a cubrir gran parte de su territorio con suministro de gas natural, dando como resultado un crecimiento anual muy importante respecto a su masificación. Por otro lado, existen importantes entidades internacionales reconocidas que promueven e incentivan políticas de uso de energías cada vez más limpias ambos, los mecanismos de los países referentes y la normatividad de entidades internacionales harán que el sector de gas natural en el Perú se desarrolle de forma sostenible y con una perspectiva de responsabilidad social (Alcocer, Arohuanca & Guillén 2013).

El estado debe fortalecer su rol de facilitador entre los diferentes grupos de interés (stakeholders) a través de sus organismos, que tienen funciones de promoción, regulación y supervisión. Asegurando el respeto y cumplimiento de los contratos, compromisos (EIA), leyes y normatividad vigente en general, que permita

un clima de seguridad y garantía en beneficio de la cadena de valor del gas natural y comunidades vinculadas (Alcocer, Arohuanca & Guillén 2013).

El MINEM, mediante la oficina de comunicaciones debe difundir los beneficios en cuanto a la cultura del uso de gas natural, a fin de que la población en general se informe de las ventajas en la reducción de los gases contaminantes al medio ambiente y el aporte en la reducción de costos (Alcocer, Arohuanca & Guillén 2013).

Debido a la necesidad de fortalecer el desarrollo y capacitación del recurso humano a nivel nacional, tales como profesionales y técnicos especializados en las actividades de gas natural y a la poca inversión del estado en actividades relacionadas a la investigación y desarrollo (I&D). es necesario destinar un presupuesto mínimo del 0.6% del PBI para la implementación de cursos relacionados a la cadena de producción de gas natural por parte de universidades e institutos reconocidos y fortalecer al Concytec en el auspicio de la Investigación y Desarrollo (I&D) (Alcocer, Arohuanca & Guillén 2013).

Castillo (2013), “*ANÁLISIS Y PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL PARA UN CENTRO OPERACIONAL DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN LA REGIÓN ICA*”, Universidad Privada Antenor Orrego, Perú, en el cual concluye que:

Tras el estudio y análisis de los sistemas de supervisión y control, se seleccionó al sistema SCADA como sistema de supervisión y control para el proceso de distribución de gas natural de un centro operativo. (Castillo 2013).

Se propuso el diseño del sistema SCADA contemplándose el diseño del HMI, lógica de control, comunicaciones y seguridad del SCADA. (Castillo 2013).

El costo estimado para la implementación del sistema SCADA es de \$265,476.66 (Doscientos sesenta y cinco mil cuatrocientos setenta y seis con sesenta dólares y seis centavos de dólar) (Castillo 2013).

Quispe (2015),: “*INSTALACIÓN DE REDES DE TUBERÍAS DE GAS EN VIVIENDAS EXISTENTES EN LA COOPERATIVA DE VIVIENDA LA FORTALEZA ETAPA I PAMPAS DE SAN JUAN DE MIRAFLORES – LIMA - LIMA*”, Universidad Peruana de Integración Global, Perú, donde arribo a las siguientes conclusiones:



Diseño del modelo de comprobación evidentemente que el sistema de contratación de hipótesis se debe efectuar mediante la comparación indicadores entre el método propuesto y el método tradicional. Esta comparación contará con los modelos de contrastación que tengan que ver con los modelos y con las hipótesis. de tal forma que las obtenciones contrastables de los resultados de la investigación den como resumen la aplicación de experiencias en la prevención y reducción de daños a las viviendas en el desarrollo de las construcciones de gas en el distrito de San Juan de Miraflores (Quispe 2015).

Hermógenes (2009), en su Tesis titulada: *“PROYECTO DE INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN LA CIUDAD DE TINGO MARÍA”*, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, Llegando a las conclusiones siguientes:

Las operaciones de la planta envasadora de GLP no generan impactos de consideración en la ciudad de Tingo María (Hermógenes 2009).

Las operaciones de la planta envasadora de GLP promoverán el uso de este combustible en sustitución de la leña y kerosene. (Hermógenes 2009).

Las instalaciones estarán perfectamente equipadas para afrontar satisfactoriamente cualquier emergencia, como incendios o accidentes (Hermógenes 2009).

El periodo de recuperación total según el análisis económico realizado es de 5 años cuando el 50% de la inversión es financiada (Hermógenes 2009).

Coapaza (2015), *“ANÁLISIS TÉCNICO - ECONÓMICO DEL USO DEL GAS NATURAL COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL DE LA PROVINCIA DE AREQUIPA”*, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú, en el cual llega a las conclusiones:

El uso del gas natural permite a los usuarios del sector residencial en la provincia de Arequipa, ser más competitivo y productivo no solo por el ahorro de combustible, que en este caso es alrededor del 30% respecto del GLP, sino también por grandes beneficios que tiene este combustible como son: la disponibilidad y continuidad de suministro, la flexibilidad de su uso, la alta eficiencia en su combustión y su mejor comportamiento con el medio ambiente (Coapaza 2015).

La cadena de suministro de Gas Natural que se necesitará para que la provincia de Arequipa sea suministrada, se transportará inicialmente desde los pozos de Camisea a través de ductos hasta la planta de licuefacción de Melchorita, la cual abastecerá de gas natural licuado a la distribuidora Gas Natural Fenosa del Perú S.A. a través de cisternas. cuando se realice la construcción del Gaseoducto Sur Peruano, el transporte se realizará directamente a través de ductos de Camisea a la zona de concesión (Coapaza 2015).

A pesar de los grandes beneficios antes mencionados del gas natural, actualmente en la provincia de Arequipa el número de residencias que se han incluido en el primer plan de conexiones son muy pocas, (alrededor de 40162 viviendas acumuladas en el año 2022) que representan un 29% de la demanda total; esto es debido a que existen restricciones de producción de GNL en la planta Melchorita para abastecer a las concesiones sur y norte; hasta que el proyecto del Gaseoducto Sur Peruano se concrete (Coapaza 2015).

Los principales actores para el uso residencial del gas natural serían: productores, transportistas, distribuidores, instaladores internos, Osinergmin, el Ministerio de Energía y Minas, gobiernos regionales y los usuarios finales (Coapaza 2015).

El costo de las alternativas energéticas son las siguientes, para el gas licuado de petróleo sería de 74.47 S./MMBTU, para la electricidad sería de 169.95 S./MMBTU, y para el gas natural sería de 51.54 S./MMBTU, considerando el consumo actual promedio de los usuarios residenciales que es de 1.2 balones de GLP (Coapaza 2015).

El costo de una instalación de dos puntos de gas de una vivienda típica propuesta en la provincia de Arequipa tendría como costos directos para el distribuidor o instalador, 195.14 dólares si es empotrada y para una instalación adosada el costo sería de 174.48 dólares; para ambos casos se utilizará como material de instalación del Pealpe (Coapaza 2015).

El precio del gas de Camisea ex planta Melchorita sería de 3.78 US\$/MMBTU, en la que están incluidos el precio del gas en boca de pozo, el precio de transporte que realiza transportadora de gas del Perú hasta la planta Melchorita y el precio de licuefacción y despacho en la planta Melchorita. adicionalmente el costo de los fletes de transporte por cisternas que se necesitaran para transportar

el GNL hacia Arequipa, se estima alrededor de 3.38 US\$/MMBTU, y por último se considera los precios del servicio de distribución que aproximadamente son alrededor de 11.84 US\$/MMBTU (Coapaza 2015).

Para conexiones de un solo punto empotradas: los usuarios que se encuentren dentro del primer plan de conexiones, estarían percibiendo beneficios desde el primer momento de su instalación, debido a que no realizarían el pago de la instalación antes de empezar a utilizar el servicio de distribución, el cual sería pagado en el transcurso del tiempo en su tarifa como margen de promoción. los usuarios se encuentren fuera del primer plan de conexiones, estos deberían realizar el pago del costo de instalación que sería aproximadamente de S/. 1890 soles los cuales serían recuperados en un plazo de 133 meses (11 años) (Coapaza 2015).

Para conexiones de dos puntos empotradas: los usuarios que se encuentren dentro del primer plan de conexiones, estarían percibiendo beneficios a partir del décimo quinto mes después de su instalación respecto de usar solo GLP o utilizar una cocina de GLP y una terma eléctrica; debido a que tendrían que realizar el pago adicional de S/.432 (US\$160) para la obtención del segundo punto de la instalación. los usuarios que se encuentren fuera del primer plan de conexiones, deberían realizar el pago del costo de instalación que sería aproximadamente de S/. 2589 soles los que serían recuperados en un plazo de 80 meses (6.67 años) (Coapaza 2015).

El uso del gas natural para residencias implica una disminución del impacto ambiental, debido a que el gas natural es un combustible más limpio y produce alrededor de 3.32% menos Kg. de CO<sub>2</sub> que el gas licuado de petróleo, reduciendo el efecto invernadero y por ende la contaminación ambiental (Coapaza 2015).

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

Damián (2013), "*EXPERIENCIA LABORAL EN DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL*", Universidad Nacional Autónoma de México, México, en el cual llega a las conclusiones que La experiencia laboral que he tenido dentro de la empresa ha sido de una manera muy diversa, combinando el trabajo de oficina con trabajo en campo y esto me ha ofrecido un amplio desarrollo como profesionalista,

formándome una mayor perspectiva dentro del ramo de la ingeniería ya que pocos trabajos ofrecen estas dos alternativas a la vez (Damián 2013).

Las actividades que he desempeñado desde que me desenvolvía como ingeniero de diseño hasta ser ahora coordinador del área de ingeniería industrial han beneficiado a la empresa “Gas Natural Industrial”; como ya lo mencioné existen proyectos que hoy en día sirven de evidencia del trabajo realizado por mi parte, además de los proyectos que en el presente estoy realizando y en futuro no muy lejano representaran beneficios tanto económicos como crecimiento de la empresa misma (Damián 2013).

Mi inserción a esta empresa y la dificultad de mi trabajo la he podido sobrepasar gracias a las aptitudes adquiridas dentro de mi formación académica en la facultad de estudios superiores Cuautitlán, en la carrera de ingeniero mecánico electricista brindándome los conocimientos necesarios para integrarme al sector laboral (Damián 2013).

Debido a mi correcto y rápido aprendizaje se me confiaron responsabilidades de gran importancia, las cuales he podido cubrir de manera exitosa, obteniendo el reconocimiento por realizar cada tarea teniendo una buena actitud para enfrentar el reto que representaban (Damián 2013).

El laborar en esta empresa me ha permitido darme cuenta de la gran importancia del sector energético para la industria, en este caso las oportunidades de aplicación del gas natural; además de los beneficios que puede ofrecer como son: bajo costo, mayor seguridad y menos contaminantes expuestos al ambiente, etc. esto en comparación a otros combustibles utilizados por el hombre (Damián 2013).

Ramírez (2013), *“DISEÑO Y ANÁLISIS DE LA RED INTERNA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL HACIA LOS CENTROS DE CONSUMO DE LA PLANTA METAL – MECÁNICA BAJO NORMAS DE USO Y MANEJO DE GAS NATURAL”*, Instituto Politécnico Nacional, México, en el cual concluye que, mediante el análisis y desarrollo para la solución y cumplimiento de las necesidades del cliente, se aseguran los factores primordiales por los que el usuario requiere del uso del gas natural y una red de distribución:

- Se incrementa la seguridad de la instalación y sus alrededores de la planta (Ramírez 2013).
- Se reduce un 65% en el costo de hidrocarburos. (Ramírez 2013).
- Se aseguran un monitoreo acreditado de las condiciones de la red de aprovechamiento bajo normativa (Ramírez 2013).
- Se asegura la acreditación de la red ante la comisión reguladora de energía (CRE) para su operación y funcionamiento (Ramírez 2013).
- Se reducen emisiones contaminantes al medio ambiente. 25° de contaminante (Ramírez 2013).
- Tiempo de proyecto ante el grupo verificador costo total

Hay factores como la experiencia en la construcción que ayudan a anticipar decisiones en la selección de materiales trayectorias y ubicación de accesorios de seguridad, regulación, etc.; claro sin dejar el cumplimiento de las normas de red de consumo, todas estas características se pueden comprobar y justificar en el cálculo del proyecto como lo vimos en este (Ramírez 2013).

Es un compromiso como un ingeniero mecánico el dar a conocer el uso y manejo de este hidrocarburo y cualquier nueva propuesta de energéticos que reduzcan costos, que mejoren tanto las condiciones de vida, como las condiciones de procesos industriales, comerciales y domésticos: y tratando de eliminar lo reducir que su consumo impacte al medio ambiente (Ramírez 2013).

Rocca (2011), *“DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL PARA USO DOMÉSTICO EN EL SECTOR LAS COCUIZAS DEL MUNICIPIO MATURIN DEL ESTADO MONAGAS”*, Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui, España, en el cual concluye:

Actualmente el gasoducto principal que suministra la estación de regulación en ZIMCA, es una derivación de la línea principal que conecta Quiriquire con el complejo gasífero Muscar. este tramo suministra 5 MMPCND de gas a una presión promedio de 450 psig. lo cual representa una ventaja para la implementación de nuevos proyectos de gasificación en la ciudad de Maturín, con un amplio periodo de rentabilidad (Rocca 2011).

Las características del gas estudiado permiten una buena estimación de las cargas en el consumo, por tener 1000 Btu/pie<sup>3</sup> de poder calorífico y los tabuladores utilizados para determinar la demanda están referidos a este valor (Rocca 2011).

La demanda de gas obtenida para el suministro de la red fue de 109232 pie<sup>3</sup>/día, siendo optimizada por el estudio en ambiente simulado hasta 37714,3 pie<sup>3</sup>/día (Rocca 2011).

La ruta propuesta para la red distribución, cumple con las especificaciones de diseño más convenientes para la puesta en operación de la misma (Rocca 2011).

La metodología utilizada para el diseño de la red de distribución de gas, es totalmente efectiva para la implementación de dicho proyecto (Rocca 2011).

La ecuación que satisface los criterios utilizados para el dimensionamiento de la red es la de Weymouth (Rocca 2011).

El estudio realizado en ambiente simulado, involucra más variables que las utilizadas por los métodos tradicionales y es capaz de arrojar resultados más efectivos que convienen para el dimensionamiento de la red de distribución (Rocca 2011).

El proyecto es técnicamente factible, debido a que se cuenta con una presión de trabajo suficiente para suplir la demanda requerida por todo el sector a gasificar (Rocca 2011).

Las velocidades máximas de operación, están acorde con los requisitos planteados por las normas COVENIN (Rocca 2011).

De acuerdo a la gerencia de gasificación y basados en sus experiencias de diseño, se determina que el sistema propuesto para el estudio en ambiente simulado, es el ideal para la puesta en marcha del proyecto de gasificación de la parroquia Las Cocuizas (Rocca 2011).

Arroyo (2013), *“PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN VÍA PÚBLICA PARA LA COLONIA DEL CARMEN EN LA DELEGACIÓN COYOACAN”*, Universidad Nacional Autónoma de México, México, en el cual concluye y recomienda que en la actualidad el desarrollo tecnológico,

consecuencia de los avances científicos y la producción de conocimientos está transformando radicalmente la manera de vivir entre otros (Arroyo 2013).

La ingeniería es una de las actividades humanas que ha propiciado la construcción de la infraestructura en la cual se sustenta buena parte del bienestar de la población. Si se habla de satisfactores básicos como: vivienda, comunicaciones, energía, por citar algunos (Arroyo 2013).

Pero la parte fundamental de este tema de tesina, es dar a conocer al lector y a los compañeros estudiantes de la carrera de ingeniería civil, la importancia y responsabilidad con la que se debe tomar la normatividad mexicana, para todo tipo de proyectos, ya que esto nos permitirá destacar en el campo laboral (Arroyo 2013).

La construcción de este tipo de obras nos permite aplicar métodos de construcción que están bajo las normas de calidad y seguridad, pero muchas veces no son tomadas en cuenta, debido a la experiencia del personal que lo está ejecutando (Arroyo 2013).

No debemos de olvidar que todas las obras, debe ser realizadas con toda la responsabilidad posible, calidad y seguridad, para no causar daños a terceros (Arroyo 2013).

En lo personal este proyecto de tesis me sirvió, para reforzar mis conocimientos en la normativa, para entender y saber por qué motivo el gas natural se usa en México y cuál es su campo de desarrollo (Arroyo 2013).

Fernández (2002), *“EL GAS NATURAL Y LA CALIDAD DE VIDA: FACTORES PERCIBIDOS POR LOS HOGARES EN UN PAÍS EN VÍAS DE DESARROLLO”*, Universidad Ramon Llull, España, en el cual concluye que este estudio se enmarca dentro de la teoría de la gestión, específicamente en la gestión pública energética. Sin embargo, se ha integrado diferentes fuentes conceptuales para el análisis de factores, habiéndose buscado influencias desde la teoría de la calidad de vida de los hogares y la teoría de la adopción de tecnologías.

Los hogares necesitan energía para satisfacer sus necesidades básicas, entre ellas, la de cocinar. el objetivo de este estudio es contribuir con la gestión pública relacionada a los proyectos energéticos dirigido a hogares bajo un enfoque de adopción de tecnologías, de tal forma que las familias que consumen dichos energéticos puedan beneficiarse con el impacto en su calidad de vida. es así que

se pretende desarrollar, clarificar y explicar la relación entre los factores percibidos por los hogares y la intención de continuidad de uso del gas natural (Fernández 2002).

Para lograr este objetivo se tuvo que identificar los determinantes más importantes en la intención de continuidad de uso de un sistema o tecnología energética específicamente el gas natural, y entender cómo influyen en la variable dependiente, lo cual es interesante porque permite relacionarlos con algunos factores que explican la calidad de vida de los hogares en relación al uso de una fuente energética (Fernández 2002).

Desarrollo de un modelo para la intención de continuidad de uso de un combustible para el hogar (Fernández 2002).

Los que han estudiado la mejora de la calidad de vida (CV) en los hogares, inicialmente lo hacían preguntando en forma directa si acaso esta mejoraba y en cuanto lo hacía. Es así que esta forma de investigación tenía una limitante conceptual, ya que el constructo CV es muy complejo y no significaba lo mismo para todos los participantes. en consecuencia, era difícil validar los resultados en futuras investigaciones, es así que la segunda generación de investigadores se ha enfocado en entender la CV como un constructo compuesto por un conjunto de factores, luego las investigaciones se centraron en estudiar estos factores aislados y la forma en que eran impactados o percibidos por los participantes de la investigación. esta manera de ver la CV ha tenido muchos resultados y explicaciones de comportamientos que han comenzado a ser replicados, pero los factores siguen siendo vistos en forma aislada (Fernández 2002).

La primera contribución de este estudio ha sido el desarrollo de un modelo que pueda estudiar la CV de forma unificada incidiendo en un conjunto significativo de factores que son relevantes a la hora de estudiar un energético empleado en la cocina, sobre la base de la adaptación del Modelo ECM, extendido a partir de Hong et al. (2006), complementado con literatura de comportamiento del consumidor e integrado con la reciente investigación en sistemas de información sobre las bases de Bhattacharjee (2001), Brown y Venkatesh (2005), y, sobre todo, llevarlo a un campo de investigación diferente, como es el de los sistemas energéticos. es decir, se han tomado prestadas ciertas consideraciones de una rama del conocimiento diferente, como lo es el uso de tecnologías de información,



para llevarlo a otro tipo de tecnología como la utilizada para distribuir el gas natural, y luego cocinar con él en un hogar. Todo esto nos llevó a teorizar un modelo para la intención de continuidad de uso de un combustible para el hogar (Fernández 2002).

Basado en la revisión de la literatura, se ha realizado un primer estudio cualitativo exploratorio para responder la pregunta: ¿Qué factores influyen en la intención de un hogar para continuar usando un sistema de gas natural después de su aceptación inicial? (Fernández 2002).

La información se obtuvo mediante entrevistas cualitativas semi - estructuradas. La selección de la muestra se hizo al azar entre los 170 000 hogares que han adoptado el gas natural en Lima, Perú. En total, la muestra estuvo constituida por veinticuatro entrevistas. Se encontraron, entre otros, los factores: condiciones facilitantes, nivel de precios percibido, seguridad del sistema, conciencia por el medioambiente, bienestar psicológico o satisfacción y estatus ganado (Fernández 2002).

Asimismo, se han obtenido varios componentes de estos factores, cuyo uso permitirá dar mayor énfasis en la segunda etapa cuantitativa. Luego, los factores que son percibidos por los hogares relacionados con la intención de continuar el uso del sistema de gas natural son: el factor nivel de precios percibido, que tiene los componentes costo, ahorro, consumo de otras necesidades y consumo de más energía; el factor condiciones facilitantes, con los componentes disponibilidad, eliminación de tareas y ahorro de tiempo; el factor seguridad del sistema, expresado por los componentes ventilación y la seguridad percibida; el factor conciencia por el medioambiente y su componente protección al medioambiente; el factor estatus ganado y sus componentes progreso y valor agregado; y el factor bienestar psicológico o satisfacción, que tiene como componentes el estar contento y sentirse bien. el modelo resultante se muestra en la figura 1:

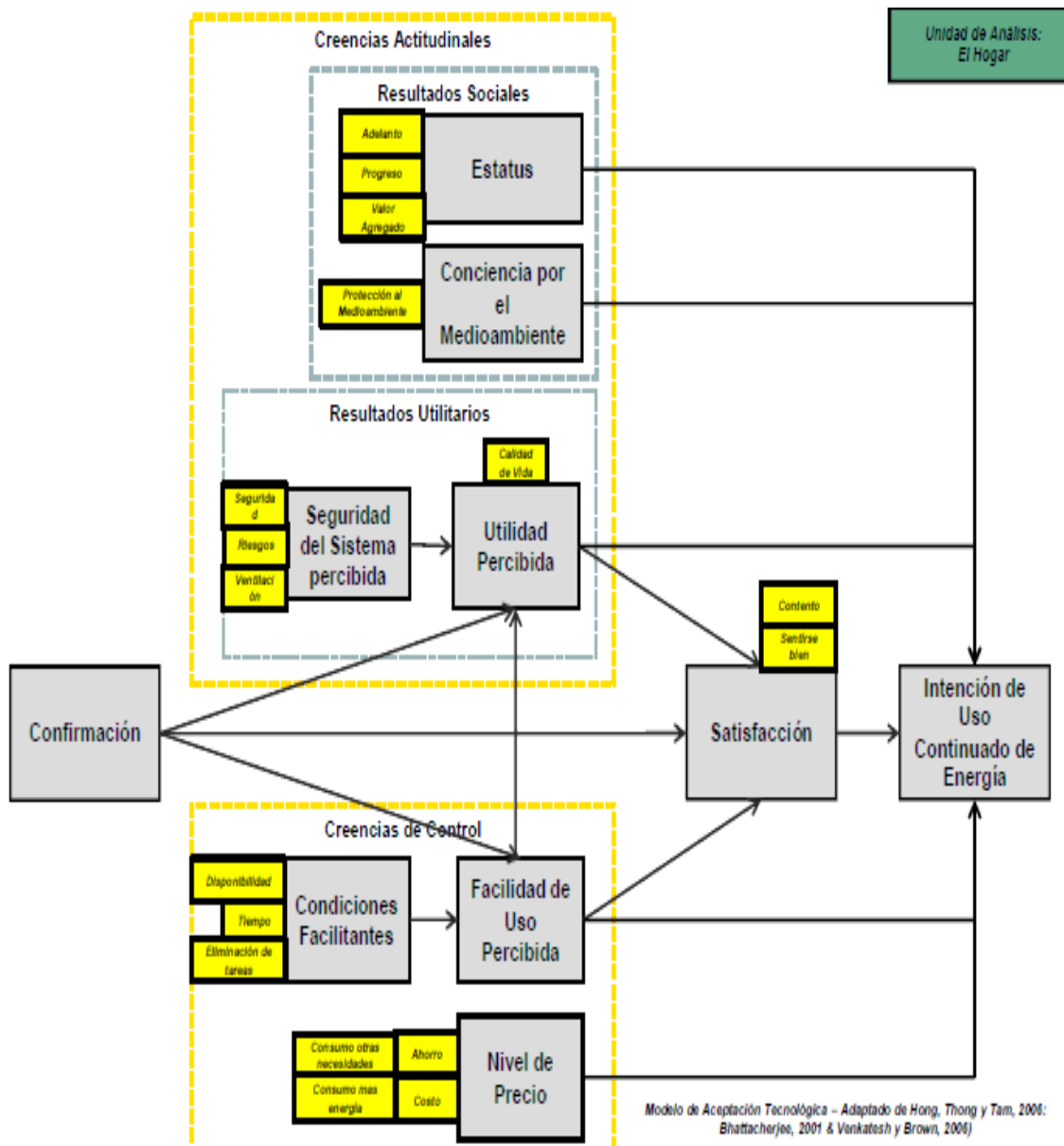


Figura 1 Modelo para la intención de continuidad de uso de energía en los hogares.

Fuente: Fernández (2002)

Este es un modelo multidimensional de diez constructos con interdependencias entre los mismos y puede evaluarse en términos de facilidad de uso percibida, utilidad percibida y confirmación. a su vez, estos constructos se interrelacionan con otras variables como nivel de precios percibido, seguridad del sistema percibida, condiciones facilitantes, conciencia por el medioambiente e incremento de estatus y como resultado final se alcanzaron ciertos resultados como satisfacción del usuario e intención de continuidad de uso de energía (Fernández 2002).

Mediante el modelo cuantitativo se validaron los factores más relevantes y los componentes que influyen en la intención de continuidad de uso del sistema de gas natural en los hogares, en el estudio cuantitativo se respondió la siguiente pregunta de investigación ¿de qué manera interactúan los factores que influyen en la intención de continuidad de uso del sistema de gas natural?

la información, para responder a la pregunta antes citada, se obtuvo a través de encuestas cara a cara en relación al tamaño de la muestra, se tiene que el universo de hogares que usan gas natural en Lima es, a la fecha del estudio, 170 000, y se ha tomado una muestra de 475 hogares seleccionados al azar (Fernández 2002).

El modelo se analizó mediante ecuaciones estructurales se utilizó el software SPSS AMOS 20 de IBM. los resultados demuestran la utilidad y versatilidad del modelo, dando la capacidad de aportar información adicional para la intención de continuidad de uso de energía usada en los hogares. Asimismo, este trabajo representa uno de los primeros esfuerzos por comprender sistemáticamente las decisiones de continuidad de uso de combustibles en los hogares y proporciona evidencias claras de que la continuidad de uso de un combustible en el hogar, como una toma de decisión del hogar, en general, es un fenómeno complejo (Fernández 2002).

Identificamos los constructos representados en el modelo, los probamos a través del modelo desarrollado y encontramos soporte en la predicción de la continuidad de uso de energía en los hogares. el modelo resultante presenta una comprensión mucho más rica y más amplia de la adopción de tecnología y la continuidad de uso en los hogares. Es así que los resultados confirman que la PU y la PEU en los hogares influyen la intención de continuidad de uso del sistema energético en las personas. sin embargo, los nuevos constructos introducidos en nuestro modelo, como lo son la seguridad percibida y la conciencia medioambiental, también influyen en la intención de continuidad de uso de dicho sistema (Fernández 2002).

Los resultados también indicaron que la satisfacción de los usuarios con este tipo de tecnología, al igual que en el estudio de Bhattacharjee (2001), está determinada primeramente por la confirmación de las expectativas de los usuarios anterior al uso del combustible (gas natural) para cocinar y, en segundo lugar, por la PU. Además, la confirmación también tiene una influencia significativa en la

utilidad percibida de post - aceptación. Con el aporte de los constructos incorporados, el modelo demostró tener un potencial para proporcionar una explicación más completa del comportamiento post- adopción del gas natural en los hogares investigados (Fernández 2002).

- **Implicancias para la gestión pública**

La nueva gestión pública (NGP) defiende la idea de que el mecanismo de mercado, siempre que sea posible, es el mejor mecanismo para distribuir los beneficios, apoyándose en la idea de que el mérito y el ser dueños de sí mismos, mediante la competencia, son mejores jueces sociales, pues son técnicos y neutros (Boston, 1996). por lo que, en la medida que se tengan estudios que permitan proponer factores a ser tomados en cuenta para propiciar esta competencia de mercado entre competidores del mismo energético o energéticos sustitutos, se producirá una rivalidad en el mercado que distribuiría mejor los beneficios entre los consumidores. es así que un grupo podría valorar el factor precio, otro la disponibilidad del energético y un tercero podría valorar la seguridad o salud de los miembros del hogar (Niskanen 1971).

La mejor manera de medir el éxito del gobierno es a través de sus resultados los cuales definen cada vez más los límites de la intervención del gobierno sobre las preferencias de los “clientes” y los ciudadanos. es en esta línea de pensamiento que la aplicación de este nuevo modelo permite a los hacedores de políticas energéticas contar con una forma cuantificable de medir los resultados y distribuir los beneficios del acceso a la energía entre los que más lo necesitan, pero siempre tomando en cuenta sus preferencias (Niskanen 1971).

En términos organizacionales, la NGP defiende que las organizaciones públicas tienen que ser controladas, no corresponde a los gerentes públicos definir qué es bueno o malo para la sociedad, sino que son los individuos, en tanto ciudadanos o mejor aún clientes quienes mejor conocen lo que quieren (Ostrom, 1973). Este estudio permitirá conocer lo que los ciudadanos quieren no solo individualmente sino de forma grupal y por segmentos. pero queda claro que incluso los ciudadanos necesitan ayuda para definir lo que es mejor para ellos. De modo que es posible decir que la NGP apoya la participación de los ciudadanos una vez que el diseño del proyecto público ha pasado por los mecanismos de

mercado. En otras palabras, los gerentes públicos primero deben diseñar el proyecto mediante una medida de resultados, y, posteriormente –y sólo posteriormente–, los ciudadanos, vistos como clientes, pueden definir lo que más les conviene para de este modo participar en la evolución del proyecto público. Debido a ello, tanto el modelo como el conocimiento de los factores que son valorados por los hogares permitirán realizar mejores proyectos públicos en energía en un país en vías de desarrollo (Niskanen 1971).

Finalmente, debemos entender que la gestión pública no solo debería enfocarse en el hecho de generar la disponibilidad general de recursos energéticos para los hogares, sino que debe tener la capacidad administrativa estatal para patrocinar la prestación de servicios energéticos públicos, especialmente para los menos favorecidos, en términos de justicia y equidad, para lo cual necesita hacer usos de diferentes factores de impacto en los hogares (Niskanen 1971).

- **Factores de la CV adicionales a precio y disponibilidad**

Adicionalmente, es importante entender que los países en vías de desarrollo han copiado los modelos de introducción de energéticos para el hogar que imperan en los países desarrollados. Sin embargo, no se han percatado que las características para sostener en el Tiempo dichos modelos son marcadamente diferentes, sobre todo las características relacionadas con los presupuestos involucrados. Es así que los países en vías de desarrollo realizan muchos intentos para introducir ciertos energéticos en determinadas poblaciones, que luego han tenido que abandonar o cambiar sus estructuras de inversiones y las culturas de uso en los hogares. Que no es el caso de los países desarrollados, los que, en cambio, sí poseen estudios y planes sobre la sostenibilidad de sus modelos y los impactos en sus poblaciones, sobre todo cuando se pretende masificar ciertos combustibles (Niskanen 1971).

El hecho de tener reservas importantes de energéticos no es necesariamente el único indicador que puede ser útil a la hora de masificar un combustible. Debido a ello, el factor disponibilidad no debería pasar por este juicio tan rudimentario. Las reservas de un combustible se pueden utilizar en otras inversiones, como son la petroquímica, por ejemplo, y no quemarlo solo como un

energético. Lo mismo pasa con el factor precio. Muchas veces los estados subsidian determinado energético sin haber hecho un estudio planificado ni una evaluación sobre su sostenibilidad en el tiempo. Luego, una vez introducido y creado el monopolio, ya no pueden mantenerlo y comienzan a subir descontroladamente los precios, propiciando movimientos de protesta por la poca posibilidad de elección con respecto a otros combustibles (Niskanen 1971).

Además de los dos factores anteriores, el precio y la disponibilidad, los países en vías de desarrollo deberían apostar por una serie de factores adicionales que puedan ser mantenidos en el tiempo y que generen percepciones de impacto. Uno de estos factores está relacionado con la seguridad de los consumidores de un energético en el hogar. Pasar de un combustible altamente riesgoso en su uso y que, según las estadísticas, genera una gran cantidad de accidentes en el hogar, inclusive con pérdida de vidas humanas, a un energético mucho más seguro, es un factor que impacta positivamente en los consumidores, y, cuando es percibido de esta forma, genera una sostenibilidad en el tiempo. Esto permitiría compensar las variaciones de los otros factores básicos antes mencionados. Del mismo modo, se puede entender la percepción de contribución al medioambiente que perciben los hogares cada vez más, en un entorno donde el deterioro del medioambiente juega un rol importante en la sociedad moderna. Aquí está centrada la contribución de este estudio, al permitir descubrir la relevancia de factores adicionales al nivel de precios y a la disponibilidad y dar sostenibilidad en el tiempo a la introducción de energéticos en el hogar (Niskanen 1971).

- **Impacto en la CV de los hogares**

Esta tesis no solo quiso desarrollar un nuevo modelo de investigación y proponer factores adicionales al precio y la disponibilidad de un energético para el hogar, sino que busca ver qué factores son percibidos y de qué forma contribuyen en la vida de los hogares que usan una fuente energética. Bajo el entendimiento de que, si los hogares que perciben un energético como muy valorado en varios factores que componen la CV, entonces la CV de esos hogares se verá impactada positivamente, esto es lo que ha llevado a muchos investigadores a afirmar que dicho energético mejora la CV de ese hogar. A partir de esta reflexión se comienza a ver el potencial del modelo desarrollado en este estudio, al poder realizar una

serie de evaluaciones tomando factores, uno a uno o en forma cruzada, teniendo en cuenta las variables mediadoras o las variables de control para ver el impacto en diferentes tipos de consumidores, como por ejemplo, a través de diferentes niveles socioeconómicos. Aunque no es el alcance de esta tesis, podemos observar que hubo una pregunta relacionada con ingresos por hogar que se podría clasificar de acuerdo a la ubicación física del hogar y a diferentes medidas demográficas, y matizarlo con el último censo nacional en el Perú. Asimismo, se tiene la variable combustible que los hogares usaban previamente. Toda esta información puede ir integrándose para poder estudiar la CV de los hogares a través de un energético para cocinar. Esto permitirá que las energías limpias y seguras, como el gas natural, sean consumidas en lugar de combustibles que generan contaminación en el aire al interior de los hogares, y, consecuentemente, producen un impacto negativo para la salud y la seguridad, sobre todo, de mujeres y niños, quienes permanecen más horas en el hogar. El estudio muestra, en este sentido, la preocupación de las personas por la seguridad percibida al usar el gas natural (Niskanen 1971).

Se espera que el presente trabajo sirva como punto de partida para futuras investigaciones sobre las tecnologías relacionadas a las fuentes de energía en los hogares. Desde una perspectiva práctica, las organizaciones que diseñan las tecnologías existentes y emergentes, así como los que norman las políticas energéticas para los hogares, se beneficiarán de este nuevo conocimiento con respecto a los factores percibidos por los hogares, ya que el modelo permitirá a los gobiernos, y en especial a los realizadores de políticas energéticas, tener un mecanismo para no solo depender del constructo nivel de precio percibido –el cual es poco posible de mantener en el tiempo, cuando el uso comienza a extenderse a toda la población de un país–, para luego soportar grandes cargas económicas, sino complementar con otros tipos de constructos que hagan viables los modelos energéticos a largo plazo. En este sentido, se pueden utilizar condiciones facilitantes, como el acceso y la disponibilidad, lo que permitirá tener una ventaja significativa frente a otros combustibles, como por ejemplo, la leña, para la cual una familia tiene que invertir muchas horas en conseguirla. Asimismo, la seguridad percibida permitirá mejorar la calidad de vida y eliminar muertes y accidentes en las poblaciones (Niskanen 1971).

Al finalizar este estudio, se están dando cambios importantes en el Perú y ya se han comenzado a construir redes de gas natural en ciudades alto andinas, donde la pobreza hace que el energético consumido sea la leña o el estiércol del ganado, por lo que la aplicación de este modelo, en esas condiciones, tendría una connotación muy diferente en la percepción de los factores por dichos hogares, y de esta forma poder evaluar el impacto en la CV de los hogares que pasan de consumir leña a consumir gas natural para preparar sus alimentos (Niskanen 1971).

- **Implicancias para la gestión privada.**

En los países en vías de desarrollo, por lo general, se han adoptado modelos de otorgamiento de concesiones de distribución de gas natural de carácter monopólico. Si no son bien regulados, estos mecanismos tendrán impactos funestos para los hogares que lo consumen. Por lo que solo basar la estrategia en el factor precio subsidiado y disponibilidad no asegura la satisfacción del servicio. El conocimiento de nuevos factores y un modelo de adopción de tecnologías de información, adaptado y ampliado a tecnologías energéticas, permite a las empresas mejorar sus modelos de gestión. El conocimiento del comportamiento del consumidor por parte de las empresas facilita el cumplimiento con la calidad de servicio exigida por los reguladores y así poder penetrar más en los mercados objetivo (Niskanen 1971).

De otro lado, la fidelización de los clientes en mercados monopólicos no solo debe hacerse con el factor precio, sino que se debería usar otros factores como la seguridad y la conciencia medioambiental, cada día más valorada por los hogares que han pasado de un energético con un alto nivel de inseguridad como el GLP, o uno muy contaminante, como la leña (Niskanen 1971).

- **Contribución al logro de los objetivos de desarrollo del milenio:  
Pobreza y CV**

La pobreza es la carencia de recursos necesarios para satisfacer las necesidades de una población o grupo de personas específico que no tiene la capacidad y oportunidad de producir estos recursos necesarios. En un sentido



más amplio, la pobreza no es cuestión de escaso bienestar, sino de la incapacidad de conseguir bienestar, precisamente, debido a la ausencia de medios. En resumen, la pobreza no es falta de riqueza o de ingresos, sino de capacidades básicas. La Organización de la Naciones Unidas (ONU) por medio del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) definió la pobreza como la negación de opciones y oportunidades de vivir una vida tolerable (PNUD, 1997). Por lo anterior, una persona se considera pobre cuando se encuentra en una situación precaria en la que carece de capacidades para su desarrollo que están por debajo de un estándar mínimo aceptado socialmente, lo que se manifiesta en situaciones de escasos ingresos, insalubridad, desnutrición y vulnerabilidad a las enfermedades y a las inclemencias del medioambiente, que inciden negativamente en sus oportunidades de sobrevivir y mejorar su CV (Sen, 1992).

Sin embargo, de las múltiples definiciones que existen, tiene más sentido para nosotros el entender la pobreza como un proceso de exclusión social, política, económica y cultural que ejerce no únicamente el mercado, en su sentido económico, sino también la sociedad en general, y sobre todo los encargados de la administración pública. Entonces, al estar en manos de la administración pública o de los gobiernos el resolver esta problemática, se deben buscar mecanismos muy planificados para combatirla. En mi opinión, prefiero trabajar con el esquema de mejora de la CV que con la disminución de la pobreza. Si bien es cierto que la realidad puede ser la misma, la forma conceptual de entenderla difiere ampliamente y permite una sustitución de valores que hacen más dignos e importantes a los hogares que viven en esta situación y los motiva a salir de ella (Sen, 1992)

La pobreza o CV, sea cual fuere el término que debamos utilizar, debe atacarse frontalmente y de manera articulada, sumando los esfuerzos gubernamentales, de la sociedad civil y del sector privado, tomando cada uno la responsabilidad que le debe corresponder como parte de la misma sociedad en la que existe esta condición de falta de oportunidades y que muchas veces la genera y alimenta (Sen, 1992)

El presente estudio da pistas para mejorar la legislación en la materia o las partidas dirigidas a los programas sociales. Y si hablamos de CV como de una condición o percepción de pobreza, parecería que no nos logramos poner de

acuerdo en esta definición, pues aquí puede influir fuertemente el ingreso o bien quedar de lado, además de que las percepciones sociales sobre la CV son difíciles de medir y estandarizar para generar las acciones que la mejoren y queda circunscrita a la percepción de un sector de la sociedad, muchas veces gubernamental, que olvida que forma parte de la sociedad que gobierna. La capacidad de influencia que tiene la cultura actual para hacer que las personas perdamos de vista lo que realmente es valioso en la vida y, por consiguiente, tengamos equivocado el concepto de CV, genera múltiples dificultades para entender que podemos crear CV no directamente vinculada con el ingreso económico. Varias acciones relacionadas con el consumo Energético de un hogar podrían ayudar a los hogares a tener una mejor CV y por ende salir de la pobreza (Sen, 1992).

La investigación que emplea este tipo de modelos permitirá que los países cuenten con mayor información, y aún más importante todavía, con información veraz, confiable y oportuna, lo que puede ayudar a que los especialistas y diseñadores de políticas públicas que expliquen y descifren ciertos fenómenos que parecen contradictorios al ser medidos por los indicadores tradicionales y que permitan poder establecer políticas alineadas a las necesidades sociales, de manera que se acerque de mejor manera al bienestar social e inclusive a crear verdaderas políticas integrales de desarrollo humano. De esta forma se puede contribuir con los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), que incluyen, entre otros, reducir la pobreza extrema y garantizar la sostenibilidad del medioambiente, con la vista puesta en el 2015. Con la fecha límite para la consecución de los ODM, se plantea un ambicioso programa a largo plazo para mejorar la vida de las personas y proteger el planeta para las generaciones futuras. Se espera que este programa de desarrollo después de 2015 aborde muchas cuestiones, entre ellas, la erradicación de la pobreza (Sen, 1992).

El objetivo central del gobierno peruano es reorientar la acción de la sociedad y el Estado a fin de resolver, en primer lugar, la lacerante situación de pobreza extrema que sufre una buena porción de la población, estableciendo prioridades. El Perú ha sido elegido como país piloto para mejorar la calidad de los informes de los ODM por el PNUD. El Acuerdo Nacional, en su Décima Política

de Estado compromete a la sociedad peruana y al Estado a “dar prioridad efectiva a la lucha contra la pobreza y a la reducción de la desigualdad social, aplicando políticas integrales y mecanismos orientados a garantizar la igualdad de oportunidades económicas y sociales”. Luego cabría trabajar en la masificación de un energético basado en el impacto de la CV de los hogares pues contribuye, en ese sentido, a la consecución de los ODM para el país y el presidente de la república, Ollanta Humala, lo ha expresado claramente en su mensaje a la nación el 28 de julio del 2011, al asumir el cargo (Congreso de la República del Perú, 2011), indicando que una de las políticas centrales de su gobierno sería la masificación del gas natural en todo el país y que, desde la toma de poder, las políticas energéticas podrían tener un objetivo claro y definirse los grupos de hogares objetivos, al conocerse los factores antes mencionado (Sen, 1992).

- **Iniciar el camino hacia el consumo de las energías limpias**

Los países en vías de desarrollo deben iniciar un camino hacia las energías renovables mediante el uso de energías limpias, dejando de lado el consumo directo de la leña y el estiércol. Sin embargo, en el Perú no podemos todavía darnos el lujo de pensar solo en energías renovables, como la eólica y la solar, aun cuando estas ya han ingresado a la matriz energética del país en un porcentaje pequeño (5%). Sin embargo, el uso del GN es el camino de transición hacia las energías renovables como lo argumenta Foster (2000) a través del concepto de transición por la escalera energética (Sen, 1992).

En los últimos años, la literatura sobre energía para las viviendas familiares (bienestar material y ambiente físico) ha sido dominada por el concepto de transición. Este concepto está basado en la noción de que las viviendas gradualmente ascienden en una “escalera energética”, la cual comienza con los combustibles a partir de la biomasa tradicional (leña y carbón), se moviliza a través de combustibles comerciales modernos (kerosene y GLP) y culmina con la electricidad. Se ha encontrado que en un determinado tiempo los ocupantes de una vivienda tienden a utilizar un rango de combustibles que típicamente engloba al menos dos de las etapas de la “escalera energética”. Una explicación es que las diferentes fuentes de energía son más efectivas en costos en relación a

algunos usos, que en otros. Así tendría más sentido económico el uso de la electricidad para iluminación y el GLP para cocinar. Este estudio da pistas en ese sentido, ya que el GN jugaría un rol relevante en la transición de los hogares hacia energías más limpias (Sen, 1992).

### **Comportamiento de consumidores en aspectos medioambientales**

Hoy en día los consumidores han comenzado a tomar conciencia por el medioambiente y valoran bastante el mantener limpio y conservar el medioambiente donde cocinan, apreciando vivir en un ambiente saludable. En este estudio encontramos una relación positiva entre continuar con el consumo de GN para cocinar y la conciencia por el medioambiente lo cual es consistente con la literatura (Gadenne *et al.*, 2011).

Este comportamiento en aspectos medioambientales es un factor que debe ser utilizado por los hacedores de políticas públicas y privadas en energía, quienes deberían reconocer la importancia de la educación y la información medioambiental en los hogares con relación al consumo de energías menos contaminantes (Gadenne *et al.*, 2011).

Sin embargo, hay que tener en cuenta que en la medida que los ingresos de las familias son más bajos, los hogares tienden a valorar menos el intercambio de los beneficios económicos por el factor medioambiental (Owen & Videras 2006).

Luego, si bien en Lima este aspecto ha sido muy valorado, habría que esperar que esta valoración disminuya cuando se trate de ciudades con hogares de menos recursos económicos y se reemplace a energéticos de menor costo, como la leña. Es aquí donde los gobiernos locales o el gobierno central deberían promover campañas masivas de educación o programas en los colegios en forma más intensiva (Owen & Videras 2006).

- **Extrapolación del estudio hacia el uso del GN por primera vez**

Davis *et al.* (1989) y Karahanna *et al.* (1999) implícitamente asumen que la continuidad de uso co-varía con la aceptación de uso por primera vez, por lo que es también importante resaltar que las conclusiones se podrían extrapolar a

la intención de empezar el uso o aceptar un sistema de gas natural por primera vez. Esta información ayudaría a los gobiernos y empresas a orientar mejor sus políticas y decisiones comerciales en relación a los sistemas energéticos para los hogares. Sin embargo, los modelos de aceptación de uso proporcionan una explicación limitada y, en algunos casos, podría incluso contradecir los comportamientos de continuidad de uso observados (Bhattacharjee, 2001).

Finalmente, se debe tomar en cuenta que el estudio empírico ha sido centrado en Perú, y concretamente en Lima, lo cual ponderaría la amplitud de su aportación.

- **Posibles respuestas públicas y privadas derivadas (Bhattacharjee 2001).**

Las políticas de gestión en energía pública en muchos países en vías de desarrollo se han centrado, en gran medida, en el consumo de energía industrial y plantas de generación de energía, más que en el uso de energía residencial (Naidoo & Matlala, 2005).

Por otro lado, la dependencia de la mayoría de la población de zonas alto andinas en el Perú de la energía proveniente de la biomasa, ha dejado a su paso la amenaza de la deforestación y la desertificación en esas partes del país, así como los impactos negativos a la salud debidos a las emisiones procedentes de esas fuentes de energía. La eficacia de las políticas debe alentar a los hogares a cambiar a una energía más moderna y eficiente (por ejemplo, el GN) sobre la base de si los hogares valoran los factores obtenidos en este estudio. En esta investigación hemos propuesto un modelo simple y se han probado las hipótesis relacionadas a la percepción positiva de los factores por los hogares. Este hallazgo es consistente con las anteriores investigaciones en la literatura que manifiestan que los factores socioeconómicos pueden influir en la elección de los tipos de combustible (Mekonnen & Kohlin, 2008).

Pero no solo las implicancias de este estudio servirían para la gestión pública, sino que la gestión privada en las empresas se podría ver beneficiada mediante el conocimiento y valoración de estos factores, por ejemplo, en el tratamiento de las quejas y reclamos de los Consumidores. También permitiría realizar mejores segmentaciones de los usuarios y descomoditizar el servicio

entregado mediante educación energética, educación en seguridad y campañas medioambientales, entre otros. Finalmente, esta información puede ser relevante cuando las empresas fijan los planes de penetración o expansión a nuevas áreas geográficas para conseguir nuevos consumidores (Mekonnen & Kohlin, 2008).

## **2.2. Bases teóricas de las variables**

### **2.2.1. Diseño y dimensionamiento del Sistema de Tuberías**

El diseño de instalaciones para suministro de gas natural seco debe considerar entre otros los siguientes aspectos básicos:

- Máxima cantidad de gas natural seco requerido por los artefactos.
- Mínima presión de gas natural seco requerido por los artefactos a gas.
- Las previsiones técnicas para atender demandas futuras.
- El factor de simultaneidad asociado al cálculo del consumo máximo probable.
- Gravedad específica y poder calorífico del gas natural seco. Para dimensionamiento de tuberías el poder calorífico superior es 9500 Kcal/m<sup>3</sup> medido a condiciones estándar.
- La caída de presión en la instalación interna y el medidor.
- Longitud de la tubería y cantidad de accesorios.
- Velocidad permisible del gas.
- Influencia de la altura (superior a los 10 metros).
- Material de las tuberías y los accesorios. Osinergmin, et al. (2014, p.20).

Las presiones máximas en las líneas internas de suministro de gas natural para uso residencial se indican en la tabla 2. Osinergmin, et al. (2014, p.21).

Tabla 2. Presión en líneas internas de suministro

Líneas para suministro de gas natural para uso residencial	Presión máxima kPa (mbar)
Línea montante	34 kPa (340 mbar)
Línea individual	2,3 kPa (23 mbar)

Fuente: Osinergmin, et al. (2014, p.21).

La velocidad de circulación del gas natural seco en la línea individual interior o en la línea montante será menor o igual a 40 m/s, para evitar vibraciones, ruidos o erosión del sistema de tuberías. Osinergmin, et al. (2014, p.21).

Los cálculos para el diseño y dimensionamiento de la instalación interna residencial deberán garantizar las condiciones de presión y caudal requerido por el artefacto a gas natural. La presión de uso para artefactos a gas natural para uso residencial deberá tener una presión mínima de 18 mbar y máxima de 23 mbar. Osinergmin, et al. (2014, p.21).

En el dimensionamiento de la instalación residencial o comercial se admitirán fórmulas de cálculo reconocidas, las cuales deben considerar el rango de presión bajo el cual la instalación funcionara. Los datos obtenidos deberán responder por lo menos a las exigencias de fórmulas como las de Pole o Renouard. Osinergmin, et al. (2014, p.22).

#### Fórmula de Pole:

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

Donde:

$\Phi$  : Diámetro interior real en centímetros (cm)

$L$  : Longitud en metros (m)

$\Delta p$  : Pérdida de presión en Pascal (Pa)

$PCT$  : Potencia de cálculo total (Mcal/hora)

$K$  : Factor de fricción según diámetro  $\Phi$

$Coef$  : Para gas natural 0,0011916

**Factor de fricción:**

$\Phi$ (Pulg)	K
3/8 - 1	1800
1 1/4 - 1 1/2	1980
2 - 2 1/2	2160
3	2340
4	2420

Fuente: Osinergmin, et al. (2014, p.47).

**Fórmula de Renouard:**

$$\Delta p = 22759 \times d \times L \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

De donde:

$\Delta p$  : Pérdida de presión en mbar.

$D$  : Densidad del gas natural seco.

$L$  : Longitud en metros (m).

$Q$  : Caudal en  $m^3/h$  a condiciones estándar.

$D$  : Diámetro en milímetros (mm).

Fuente: Osinergmin, et al. (2014, p.47)

**2.2.1.1 Selección del material del sistema de tuberías**

En las instalaciones internas residenciales y comerciales se podrán utilizar los siguientes materiales: cobre, acero, PE-AL-PE, PEX-AL-PEX. Osinergmin, et al. (2014, p.15).

Todos los materiales que se utilicen para realizar la instalación interna deberán ser certificados de acuerdo a la especificación técnica de materiales y



accesorios que se indican en los capítulos 6, 7, 8, 9, 10 y 13 de la presente NTP. Osinergmin, et al. (2014, p.15).

#### **2.2.1.2 Especificación técnica para las tuberías**

##### **Tuberías Multicapas Compuestas de Pe-Al-Pe y/o PEX-AL-PEX**

Las tuberías compuestas de Pe-Al-Pe y/o Pex-Al-PeX deben ser del tipo aprobado para gas y recomendadas para este tipo de servicio por el fabricante; adicionalmente, deberán cumplir con alguna de las siguientes normas técnicas: NTP-ISO 17484-1 o ISO 17484-1, Norma australiana AS 4176, Estándar de calidad: GASTEC QA 198. Osinergmin, et al. (2014, p.17).

#### **2.2.1.3 Especificación técnica de los accesorios.**

Los Accesorios para las tuberías compuestas de Pe-Al-Pe y/o Pex-Al-PeX deben ser del tipo aprobado para gas y recomendados para este tipo de servicio por el fabricante; adicionalmente, deberán cumplir con alguna de las siguientes normas técnicas: NTP-ISO 17484-1 o ISO 17484-1, Norma Australiana: AS 4176, Estándar de calidad: GASTEC QA 198. Osinergmin, et al. (2014, p.18).

#### **2.2.1.4 Especificación técnica para las válvulas de corte**

Las válvulas de corte deben ser de cierre rápido de un cuarto de vuelta con tope, y deberán ser aprobadas para el manejo de gas natural seco. Osinergmin, et al. (2014, p.19).

La norma técnica aplicable para las válvulas de corte debe cumplir con la EN 331 o la ANSI B16.44. También puede cumplir con una norma técnica equivalente, o norma técnica internacional de reconocida aplicación aprobada por la entidad competente. Osinergmin, et al. (2014, p.19).

Las válvulas de corte deben tener una clasificación de resistencia de 1000 kPa de presión (10 bares o PN10). Osinergmin, et al. (2014, p.19).

El material de las válvulas debe tener correspondencia con el material del sistema de tuberías de la instalación interna. Osinergmin, et al. (2014, p.19).

### **2.2.1.5 Especificación técnica de los medidores**

Los medidores para gas natural seco deberán cumplir con normas técnicas reconocidas tales como ANSI B109 (partes 1 y 2) o UNE EN 1359 para medidores a diafragma y ANSI B109.3 o UNE EN 12480 para medidores rotativos, o norma técnica equivalentes aprobada por la entidad competente. Osinergmin, et al. (2014, p.19).

En el caso de los medidores tipo diafragma, deberán ser examinados y probados para garantizar que satisfacen los requerimientos de la Norma Metrológica Peruana NMP016. Osinergmin, et al. (2014, p.19).

Los medidores para gas natural seco estarán sujetos a verificaciones periódicas, el intervalo de tiempo será establecido por la entidad competente. A falta de esta, el intervalo de tiempo entre dos verificaciones deberá ser cada 10 años. Osinergmin, et al. (2014, p.20).

El valor del error en la medición para el respectivo ajuste del medidor será establecido por la Norma Metrológica Peruana NMP 016. Osinergmin, et al. (2014, p.20).

### **2.2.1.6 Especificación técnica de los reguladores de presión**

El regulador no debe ser evitado, de otro modo, la presión del gas natural no será controlada apropiadamente dentro de límites admisibles. (Osinergmin, et al. (2014, p.20.)

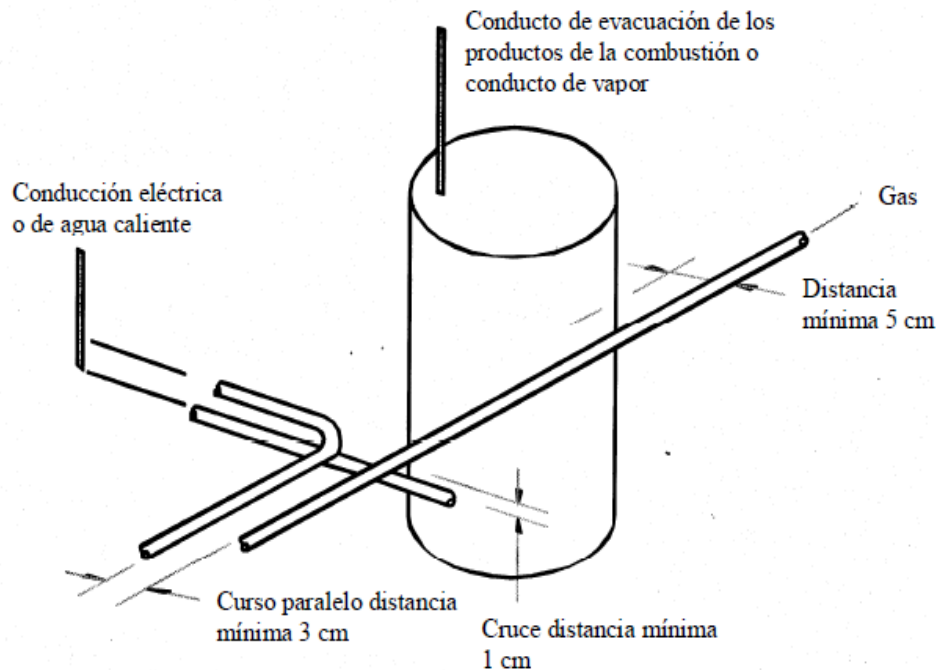
Los reguladores que atiendan instalaciones internas, que operen a presiones inferiores a 5 kPa (50 milibares), deberán contar con un dispositivo de bloqueo automático que actúe cuando la presión de suministro descienda de los valores mínimos establecidos por el Distribuidor de la localidad. Osinergmin, et al. (2014, p.20).

### **2.2.1.7 Consideraciones generales en la construcción del sistema de tuberías**

El primer tramo de línea individual interior que sale de la caja de protección o similar y conduce el caudal total debe tener un diámetro nominal igual o superior

a 1/2 de pulgada de acuerdo a los cálculos de diseño. Osinergmin, et al. (2014, p.23).

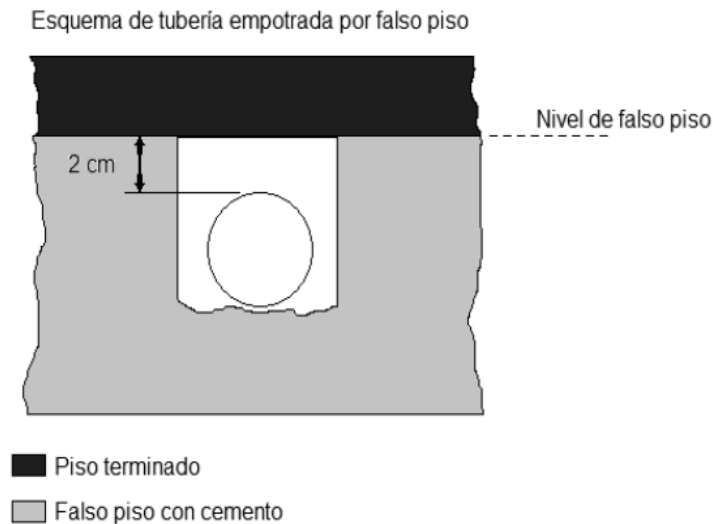
Las tuberías respetarán las distancias mínimas a cables o conductos de otros servicios, como se observa en la figura siguiente.



*Figura 2. Cruce con otros servicios*

Fuente: Osinergmin, et al. (2014, p.24).

En el caso de empotrar o enterrar tuberías, estas no podrán tener uniones roscadas y contarán con las medidas necesarias para no correr el riesgo de ser dañadas, perforadas o corroídas. En caso estas tuberías se encuentren dentro de los límites de las edificaciones, tuberías empotradas; serán instaladas con un recubrimiento mínimo de 2 cm. En caso se encuentren fuera de los límites de las edificaciones, tuberías enterradas; deberán seguir las instrucciones del Manual de construcción del concesionario. Asimismo, las tuberías no deberán ser empotradas a lo largo de vigas o encofrados como se indica en la figura siguiente.



*Figura 3.* Profundidad de tubería empotrada

Fuente: Osinergmin, et al. (2014, p.25).

Los tramos de tubería que pasen a través de una pared o un suelo, deberán hacerlo instalando una camisa protectora, por ejemplo, un tubo plástico alrededor de las mismas con buenas características mecánicas como el PVC. dichas camisas deberán permitir el movimiento relativo de las tuberías. Osinergmin, et al. (2014, p.26).

En el caso que una tubería sea instalada contra una pared, esta tiene que estar como mínimo 5 cm por encima del nivel del suelo o del piso para evitar el contacto con el agua o productos químicos que puedan ser vertidos, que terminen dañando o produciendo corrosión en la tubería. Osinergmin, et al. (2014, p.26).

En el sistema de tuberías de las instalaciones residenciales es recomendable usar el color amarillo indicado, debiendo pintarse obligatoriamente cuando se instale en paralelo con otros servicios. Osinergmin, et al. (2014, p.27).

En la instalación interna de una casa unifamiliar o de un edificio de vivienda, se debe instalar una válvula de corte por cada artefacto a gas. Osinergmin, et al. (2014, p.27).

Toda línea individual interior debe contar con una válvula de corte de cierre general. en caso el usuario final pueda acceder a la válvula de servicio del distribuidor o a cualquier otra válvula, accesorio o equipo que le permita cortar el suministro de gas natural únicamente a su propia línea individual sin cortar el

suministro a otros usuarios, quedará exonerado de la obligación de instalar dicha válvula de corte de cierre general. Osinergmin, et al. (2014, p.27).

Toda instalación realizada con tubería de Pe-Al-Pe y/o PEX-Al-PEX debe contar con una etiqueta de identificación del fabricante de la tubería instalada que indique la marca comercial utilizada. la etiqueta se instalará cerca al medidor, mas no directamente en éste; dada la posibilidad de que sea reemplazado y se pierda así la etiqueta. Esta precaución evitará que se empleen en futuras reparaciones o modificaciones, accesorios de una marca distinta, que pueden ser incompatibles con la tubería instalada. Osinergmin, et al. (2014, p.27).

#### **2.2.1.8 Consideraciones para realizar las uniones y protección del sistema de tuberías. Pe-Al-Pe y/o PEX-AL-PEX.**

Los accesorios para las uniones de Pe-Al-Pe y/o PEX-AL-PEX podrán ser con Uniones Roscadas (Compress Fitting) y/o con Uniones Grafadas (Press Fitting). Osinergmin, et al. (2014, p.30).

Los accesorios de unión para las tuberías de Pe-Al-Pe ó PEX-AL-PEX deben tener las propiedades del material y las características dimensionales (diámetros, espesores y tolerancias) en correspondencia con la tubería de Pe-Al-Pe y/o PEX-AL-PEX al que han de unirse. Osinergmin, et al. (2014, p.30).

Las tuberías que estén fabricadas especialmente para su exposición a la luz solar deberán cumplir además con alguna de las siguientes Normas: ISO 6964, AS/NZS 4131, NMX-E-034-SCFI, o sus equivalentes. Osinergmin, et al. (2014, p.30)

Se deberá asegurar la eliminación de cualquier material extraño o residuos en el interior de las tuberías previo a su instalación. Osinergmin, et al. (2014, p.30).

#### **2.2.1.9 Recomendaciones para la instalación del gabinete y los equipos de regulación y medición**

Las acometidas de gas deben contar con una caja de protección o similar para alojar el regulador de presión y el medidor con accesibilidad grado 2, de manera que estén protegidos contra cualquier daño como la intemperie, la

humedad, fuerzas externas, equipos de construcción entre otros, asimismo, deberá ser debidamente ventiladas. Osinergmin, et al. (2014, p.32).

El conjunto regulador-medidor debe ser ubicados en cajas de protección o en recintos destinados para su instalación, de manera que el medidor sea fácilmente accesible para su examen, reemplazo, toma de lecturas y adecuado mantenimiento. Osinergmin, et al. (2014, p.32).

Las mediciones se realizarán a presión regulada, por lo que siempre el sistema de regulación estará aguas arriba del medidor y estará calculado para mantener la presión regulada en un valor estable de presión y caudal a los efectos de no introducir errores de medición. Osinergmin, et al. (2014, p.32).

Los medidores deben instalarse en lugares secos y ventilados, resguardados de la intemperie y protegidos de interruptores, motores u otros aparatos que puedan producir chispas, y debe considerarse también, las recomendaciones de sus fabricantes y del distribuidor y ubicarlos en cajas de protección o similar. Osinergmin, et al. (2014, p.32).

La caja de protección o similar en su conjunto deberá estar construido por un material de resistencia adecuada al fuego y calor; asimismo, resistente a la corrosión, por naturaleza o por tratamiento. los requisitos técnicos deben ser aprobados por la entidad competente. Osinergmin, et al. (2014, p.32).

La caja de protección o similar con los equipos de regulación y medición será colocada después de la válvula de servicio, (la caja de protección puede contener la válvula de servicio). La caja de protección deberá ubicarse en un lugar determinado en el límite de la propiedad del usuario o áreas comunes; el lugar debe ser un espacio ventilado con ingreso y salida de aire al medio ambiente. La caja de protección podrá contar con una compuerta o rendija que le brinde accesibilidad grado 1 a la válvula de servicio según corresponda al cliente. Osinergmin, et al. (2014, p.33).

El conjunto regulador-medidor debe ubicarse en una caja de protección o en recintos destinados para su instalación, de tal forma que las conexiones sean fácilmente accesibles para operaciones de servicio y mantenimiento. deberán ser instalados de acuerdo a las recomendaciones de sus fabricantes y del distribuidor. Osinergmin, et al. (2014, p.33).

Se recomienda que la caja de protección tenga accesibilidad grado 2 y se deberán evitar las siguientes ubicaciones:

- Enfrente de obstáculos que no permitan realizar la instalación de la tubería de conexión en forma perpendicular a la línea principal de conducción de gas.
- En lugares donde pueda ser golpeado o dañado por algún vehículo.
- En lugares ocultos o de difícil acceso, donde no se pueda acceder a la caja de protección para la toma de lecturas del medidor o el mantenimiento de los equipos que incluye.
- En áreas o cuartos cerrados sin ventilación.
- Debajo o delante de puertas, ventanas u otras aberturas de edificios que pudieran usarse como salidas de emergencia para incendios.
- En salas cerradas de motores, calderas, calefactores o equipos eléctricos, tampoco en salas de estar, vestidores, baños o ubicaciones similares.
- Está totalmente prohibido el almacenamiento de materiales combustibles en los alrededores del gabinete, por lo que deberán estar en ambientes distintos. Osinergmin, et al. (2014, p.33).

La distancia mínima horizontal entre la acometida eléctrica y la tubería de gas natural que ingresa a la caja de protección será de 50 cm. La distancia mínima horizontal entre la tubería de gas natural que sale de la caja de protección y acometida eléctrica, así como aquellas instalaciones eléctricas que puedan producir chispas tales como interruptores, tomacorrientes, entre otros será de 15 cm. Las mediciones se realizarán tomando como referencia las superficies externas de las tuberías y/o instalaciones eléctricas. En caso que la caja de protección de gas natural y la caja de medición de electricidad se encuentren en el mismo plano y nivel, se mantendrá una distancia de 15 cm. Véase Figura 4.

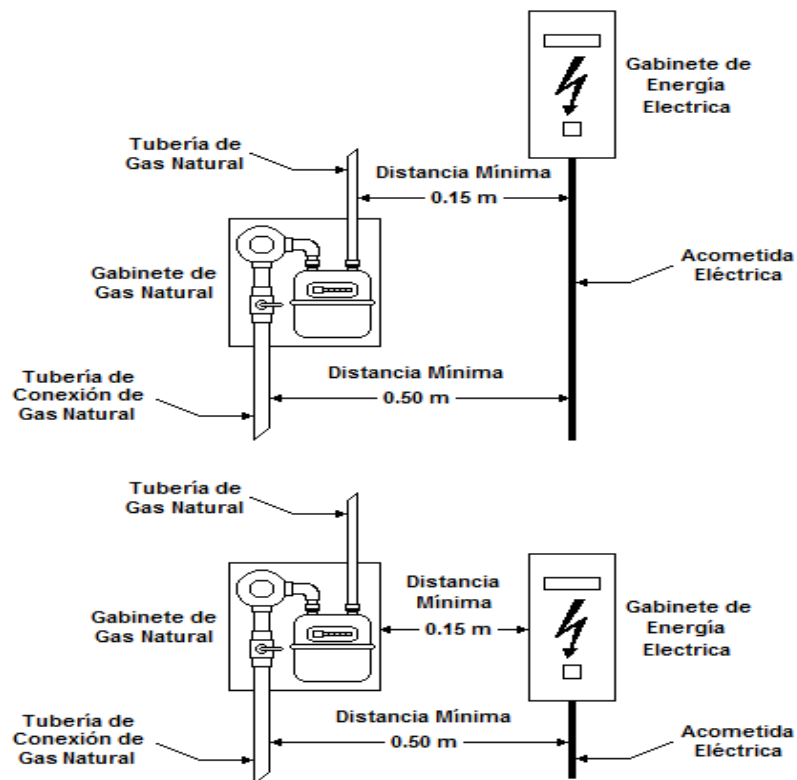


Figura 4. Distancias mínimas entre acometidas y tuberías de conexión

Fuente: Osinergmin, et al. (2014, p.34).

#### 2.2.1.10 Prueba de hermeticidad y de resistencia a la presión

Finalizada la construcción de la instalación interna y antes de ponerla en servicio, esta debe probarse con aire o un gas inerte (nunca oxígeno) a presión para verificar su hermeticidad. en el Anexo D se indican consideraciones generales para el desarrollo del ensayo. Osinergmin, et al. (2014, p.36).

La prueba de hermeticidad debe proporcionar los resultados satisfactorios de la tabla 3:



Tabla 3. Presiones para el ensayo de hermeticidad y de resistencia a la presión

<b>Presión de operación en la tubería</b>	<b>Presión mínima de ensayo</b>	<b>Tiempo mínimo de ensayo</b>
P ≤ 13.8 kPa (P ≤ 2 psig) (P ≤ 136 mbar)	55,2 kPa (8 psig) (544 mbar)	10 minutos
13,8 kPa < P ≤ 34,5 kPa (2 psig < P ≤ 5 psig) (138 mbar < P ≤ 340mbar)	207 kPa (30 psig) (2,1 bar)	1 hora

Fuente: Osinergmin, et al. (2014, pp.36-37).

La prueba de hermeticidad en las instalaciones internas, con los materiales establecidos en la NTP ISO 17484-1 y NTP ISO 17484-2, debe proporcionar los resultados satisfactorios de la Tabla 4:

Tabla 4. Presiones para el ensayo de hermeticidad y de resistencia a la presión

<b>Presión de operación en la tubería</b>	<b>Presión mínima de ensayo</b>	<b>Tiempo mínimo de ensayo</b>
P ≤ 13.8 kPa (P ≤ 2 psig) (P ≤ 136 mbar)	82 kPa (12 psi) (827 mbar)	5 minutos
13,8 kPa < P ≤ 34,5 kPa (2 psig < P ≤ 5 psig) (138 mbar < P ≤ 340mbar)	207 kPa (30 psig) (2,1 bar)	1 hora

Fuente: Osinergmin, et al. (2014, p.37).

De concluir la prueba satisfactoriamente, se debe entregar un acta de conformidad por escrito indicando la fecha, la hora, la presión y la duración de dicha prueba. Osinergmin, et al. (2014, p.37).

### 2.2.2 Ventilaciones de los artefactos a gas

Es importante y necesaria la ventilación de los ambientes o recintos donde se encuentran instalados los artefactos de gas natural seco con el propósito de

garantizar una segura renovación del aire y evitar el efecto nocivo para las ocupantes de los productos de la combustión.

La ventilación depende del tipo de artefacto a gas, según esto, se conducirá la evacuación de los productos de la combustión; así como la admisión de aire comburente.

De acuerdo al tipo de artefacto, se deberán tomar en cuenta para la ventilación y la evacuación de los productos de la combustión las indicaciones contenidas

en los documentos emitidos por la autoridad competente. Osinergmin, et al. (2014, p.41).

### **2.2.2.1 Ventilación y aire para combustión en ambientes interiores donde se instalan artefactos a gas para uso residencial y comercial.**

Localización de los artefactos de gas.

Los artefactos de gas instalados en ambientes interiores deberán localizarse de tal forma que permita la circulación libre y espontánea del aire de combustión, renovación y dilución. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

Requerimientos mínimos adicionales de aire y/o aberturas permanentes para ventilación.

Para edificaciones nuevas en caso de edificaciones nuevas, sin proyecto constructivo aprobado a la fecha de la dación de la presente norma, se deberá considerar obligatoriamente en el diseño arquitectónico de las áreas de lavandería y/o cocina la existencia de una abertura inferior y otra superior para ventilación, ambas permanentes y con acceso al exterior de la edificación (es decir, con acceso a la atmósfera exterior, a un patio de ventilación o a un ambiente abierto hacia el exterior). EM.040 instalaciones de gas, (2006).

El lado inferior de la abertura inferior, así como el lado superior de la abertura superior estarán ubicados como máximo a los 30cm sobre el nivel del piso y del techo terminado respectivamente con un área mínima total de 280 cm<sup>2</sup> y cuyo lado mínimo será de 8cm. Si se pretende instalar artefactos a gas en otros ambientes de la edificación, cada uno de estos también deberán tener dos

aberturas con las características antes descritas. las aberturas deberán preverse desde el diseño arquitectónico y no podrán atravesar elementos estructurales. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

Para edificaciones existentes en los espacios confinados de las edificaciones existentes, en donde se pretenda instalar artefactos a gas se deberá considerar la existencia de una abertura inferior y otra superior para ventilación, ambas permanentes y con acceso al exterior de la edificación (es decir, con acceso a la atmósfera exterior, a un patio de ventilación o a un ambiente abierto hacia el exterior). EM.040 instalaciones de gas, (2006).

El lado inferior de la abertura inferior, así como el lado superior de la abertura superior estarán ubicados como máximo a los 30cm sobre el nivel del piso y del techo terminado respectivamente, con un área mínima total de acuerdo a alguno de los métodos establecidos y cuyo lado mínimo será de 8cm. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

En caso no se pudiera realizar las aberturas en las ubicaciones antes descritas, debido a motivos estructurales, se podrán ejecutar a partir de la cara superior de la viga o sobrecimiento (en caso de la abertura inferior) así como de la cara inferior de la viga (en caso de la abertura superior). EM.040 instalaciones de gas, (2006).

En caso no se pudiera realizar las aberturas en las ubicaciones antes descritas por otros motivos, se deberá introducir aire adicional hacia el ambiente, según los métodos dispuestos. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

Métodos de ventilación de los ambientes interiores según el tipo de ambiente, confinado o no.

Métodos para la ventilación de espacios no confinados

Para espacios no confinados se deberá verificar la condición de no confinamiento (es decir, un ambiente interior mayor o igual a  $4.8\text{m}^3/\text{kw}$ ). EM.040 instalaciones de gas, (2006).

## Métodos para la ventilación de espacios confinados

La adecuada ventilación de un ambiente confinado puede ser provista utilizando alguno de los métodos descritos a continuación:

- Comunicación con otros ambientes dentro de la misma edificación, se trata de proveer el aire necesario a través de aberturas permanentes que comuniquen el espacio confinado con ambientes aledaños de manera tal, que el volumen conjunto de todos los espacios comunicados, satisfaga los requerimientos de un espacio no confinado. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

Este método de ventilación puede ser aplicado comunicando espacios ubicados en el mismo o diferente piso de la edificación, para lo cual se debe tener en cuenta:

Comunicación con espacios en el mismo piso. se debe proveer dos aberturas, una superior y una inferior, cada una con un área libre obtenida de multiplicar  $22 \text{ cm}^2$  por cada kw de potencia nominal agregada o conjunto de los artefactos a gas instalados en el espacio confinado. Por seguridad el área libre mínima de cada abertura será de  $645 \text{ cm}^2$ . la mínima dimensión no puede ser inferior a 8 cm. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

Comunicación con espacios en diferente piso, el método es similar al anterior, pero la comunicación debe ser provista a través de aberturas en puertas o pisos/techo cuya área libre mínima sea de  $44 \text{ cm}^2/\text{kw}$  de potencia nominal agregada o conjunta de los artefactos a gas instalados en el espacio confinado. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

- Comunicación directa con el exterior, se trata de proveer el aire necesario a través de aberturas o conductos permanentes que comuniquen el espacio confinado con el exterior de la edificación de manera tal, que se provea del aire para la combustión, renovación y dilución, demandado por los artefactos. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

Este método de ventilación puede ser aplicado utilizando una o dos aberturas permanentes que comuniquen el espacio no confinado con el exterior. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

Comunicación con el exterior a través de dos aberturas, se utilizan dos aberturas permanentes, una superior y una inferior, cada una con un área libre

obtenida de multiplicar  $6 \text{ cm}^2$  por cada kw de potencia nominal agregada o conjunta de los artefactos a gas instalados en dicho espacio interior. Por seguridad el área libre mínima de cada abertura será de  $100 \text{ cm}^2$ . EM.040 instalaciones de gas, (2006).

Además, se debe tener en cuenta que:

Cuando la comunicación es directa o se realiza por medio de conductos verticales, cada abertura debe tener un área libre obtenida de multiplicar  $6 \text{ cm}^2$  por cada kw de potencia nominal agregada o conjunto de los artefactos a gas instalados en el espacio confinado. Por seguridad el área libre mínima de cada abertura será de  $100 \text{ cm}^2$ . EM.040 instalaciones de gas, (2006).

Cuando la comunicación se realiza a través de conductos horizontales, cada abertura debe tener un área libre obtenida de multiplicar  $11 \text{ cm}^2$  por cada kw de potencia nominal agregada o el conjunto de los artefactos a gas instalados en el espacio confinado. Por seguridad el área libre mínima de cada abertura será de  $100 \text{ cm}^2$ . EM.040 instalaciones de gas, (2006).

Cuando la comunicación se realiza mediante conductos colectivos distribuidos en varios pisos de la misma edificación, se deben utilizar conductos independientes para el desalojo del aire viciado y la admisión del aire para la combustión, renovación y dilución. Se debe cumplir adicionalmente con los requisitos descritos anteriormente para la comunicación a través de conductos verticales u horizontales según sea el caso y proveyendo dos aberturas permanentes con un área libre igual al área de la sección interior del respectivo conducto colectivo. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

Comunicación con el exterior a través de una abertura, este método debe ser utilizado sólo cuando el artefacto posee un ducto de evacuación de los gases de combustión al exterior del ambiente. La abertura de ventilación permanente que comunica con el exterior debe ser inferior y deberá tener un área libre mínima obtenida de multiplicar  $11 \text{ cm}^2$  por cada kw de potencia nominal agregada o el conjunto de los artefactos a gas instalados en el espacio confinado. Por seguridad el área libre mínima de la abertura mencionada será de  $100 \text{ cm}^2$ . EM.040 instalaciones de gas, (2006).

- Método combinado; comunicación con otro ambiente dentro de la misma edificación y comunicación directa con el exterior EM.040 instalaciones de gas, (2006).

Se trata de proveer el aire necesario a través de aberturas o conductos permanentes que comuniquen el espacio confinado con otros ambientes aledaños, así como también con el exterior de manera tal, que se provea del aire para la combustión, renovación y dilución, demandado por los artefactos. Para la aplicación del método combinado deben cumplirse las siguientes indicaciones: EM.040 instalaciones de gas, (2006).

1. Abertura hacia otro ambiente interior aledaño. Dónde se use esta abertura, la misma debe cumplir con lo establecido. EM.040 instalaciones de gas, (2006).
2. Localización de la abertura o conducto hacia el exterior. La localización de la abertura o conducto hacia el exterior debe cumplir con lo establecido. EM.040 instalaciones de gas, (2006).
3. Dimensionamiento de la abertura o conducto hacia el exterior. El área de la abertura o conducto debe calcularse de acuerdo con lo siguiente:

Calcular el factor de espacio interior como el resultado de dividir el volumen del ambiente interior a ventilar entre el volumen requerido para que, dado la potencia de los artefactos a instalar, dicho ambiente se considerase un espacio no confinado. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

Calcular el factor de reducción de área de abertura o conducto hacia el exterior como el resultado de restar a una unidad el factor de espacio interior hallado en el párrafo anterior. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

La abertura o conducto debe tener un área libre mínima que resulta de multiplicar el factor de reducción hallado en el párrafo anterior por el área libre mínima obtenida. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

- Métodos alternativos para la ventilación de espacio confinados, existe la posibilidad de suministrar el aire para combustión a través de medios mecánicos en cuyos casos, este debe provenir del exterior con un flujo mínimo de  $0,034 \text{ m}^3/\text{min}$  por cada kilovatio instalado en el ambiente. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

En este caso cada artefacto debe ser provisto de un sistema de seguridad que impida el funcionamiento del quemador principal del artefacto cuando el

sistema de ventilación no funcione adecuadamente. Tales dispositivos de seguridad deberán actuar directamente sobre las líneas de alimentación del gas, y deberán ensayarse de conformidad con los procedimientos establecidos para este tipo de mecanismos por las normas técnicas particulares para cada tipo de artefacto. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

Rejillas y conductos para la ventilación de ambientes interiores. las aberturas permanentes deben protegerse en forma adecuada para impedir que materiales extraños, agua o granizo, puedan obstaculizar el flujo de aire hacia los ambientes interiores. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

En general, no deberán obstaculizarse con ningún tipo de material (tales como muebles, adornos, material de construcción, o similares) los conductos de ventilación, manteniéndose siempre libres. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

Las rejillas utilizadas para proteger las aberturas permanentes deben ser fabricadas en un material que ofrezca una resistencia mecánica adecuada de manera que no se deforme frente a los impactos o golpes. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

En los cálculos para la determinación de las áreas libres mínimas de las aberturas permanentes se debe tener en cuenta el efecto obstaculizador del flujo de aire de las rejillas, así como su grado de inclinación. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

Si resulta tedioso calcular o se desconoce el área libre de una rejilla se debe asumir que: EM.040 instalaciones de gas, (2006).

El área libre es solo el 60 % del área de la abertura cuando la rejilla es metálica. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

Si se utilizan mallas para proteger las aberturas, la menor dimensión de los espacios en la misma no debe ser inferior a 6,3 mm. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

### **2.2.3. El gas natural.**

#### **2.2.3.1 Conceptos:**

Ramírez (2013, p.19), El gas natural es una mezcla de hidrocarburos simples compuesta principalmente de metano (CH<sub>4</sub>) y otros hidrocarburos más pesados; además también puede contener trazas de nitrógeno, bióxido de carbono, ácido sulfhídrico y agua.

Rocca (2011, p.12), el gas natural es una mezcla en proporciones variables de elementos de naturaleza tanto orgánica (parafinas) como inorgánica, los cuales pueden clasificarse como: Combustibles, diluyentes y contaminantes.

Bruno (2007), El gas natural es un combustible compuesto por un conjunto de hidrocarburos fósiles cuyo principal componente es el metano (CH<sub>4</sub>), por lo cual comúnmente se conoce como metano, la composición del gas natural varía según el yacimiento, se presenta en estado gaseoso incoloro, inodoro y no tóxico, es más liviano que el aire y produce un "efecto invernadero" menor que otros combustibles. Se crea de las plantas y microorganismos existentes en la tierra, una abundante materia orgánica, la acción bacteriológica, las altas temperaturas y las grandes presiones formando capas de sedimentos hundidos en lechos marinos y que han sido arrastrados por los ríos. Los endurecimientos de estos convierten al lodo en rocas sedimentarias a las cuales se les acumulan otras y con el pasar del tiempo sometidas permanentemente a altas temperaturas y presiones, se convierten en hidrocarburos fósiles (petróleo y gas natural), no todas las rocas sedimentarias contienen hidrocarburos fósiles.

E. Borrás Brucart [1987] citado por Castillo, Malca (2013, p.15): El gas natural es un combustible compuesto por un conjunto de hidrocarburos livianos, el principal componente es el metano (CH<sub>4</sub>). Se puede encontrar como "gas natural asociado" cuando está acompañando de petróleo, o bien como "gas natural no asociado" cuando son yacimientos exclusivos de gas natural.

La composición del gas se visualiza en la tabla:



Tabla 5. Composición del gas natural.

COMPONENTE	NOMENCLATURA	COMPOSICION (%)	ESTADO NATURAL
Metano	(CH <sub>4</sub> )	95.08	Gas
Etano	(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	2.14	Gas
Propano	(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0.29	Gas Licuable
Butano	(C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0.11	Gas Licuable
Pentano	(C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	0.04	Liquido
Hexano	(C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> )	0.01	Liquido
Nitrógeno	(N <sub>2</sub> )	1.94	Gas
Gas Carbónico	(CO <sub>2</sub> )	0.39	Gas

Fuente: Borrás, E. [1987].

### 2.2.3.2 Ventajas del gas natural:

Castillo, Malca (2013, p.20), Como se menciona en las páginas web de TGP y Osinergmin, las principales ventajas del Gas Natural son las siguientes:

**Comodidad:** Al ser una energía de suministro continuo esta siempre disponible en la cantidad y en el momento que se le necesite, por lo cual no provocaría incomodidad debido a que al ser continuo no existe un tiempo límite como es el GLP para adquirirlo en balones de gas o tanques estacionarios cada cierto tiempo.

**Limpieza:** El gas natural es menos contaminante que los combustibles sólidos y líquidos. Por un lado, como cualquier otro combustible gaseoso, no genera partículas sólidas en los gases de la combustión, produce menos CO<sub>2</sub> (reduciendo así el efecto invernadero), menos impurezas, como por ejemplo azufre (disminuye la lluvia ácida), además de no generar humos. Por otro lado, es el más limpio de los combustibles gaseosos, al ser menos contaminante estaríamos contribuyendo en el cuidado del medio ambiente.

**Seguridad:** El gas natural, a diferencia de otros gases combustibles, es más ligero que el aire, por lo que, de producirse alguna fuga, se disipa rápidamente en la atmósfera. Únicamente, se requiere tener buena ventilación.

Economía: Es la energía de suministro continuo más barata, por lo cual contribuiría en que exista una estabilidad económica en la población.

### **2.2.3.3 Áreas de uso del gas natural**

Rojey, A. & Jaffret, C. [1994], citado por Castillo, Malca (2013, p.20) menciona que: El gas natural tiene diferentes áreas para su uso como, por ejemplo, para la generación eléctrica, como combustible en las industrias, para el comercio, residencias y también, en el transporte a continuación presentamos tabla 6, la cual nos muestra el sector donde usarlo, el combustible que puede sustituir y su aplicación o el proceso donde se puede utilizar.

Tabla 6. Principales sectores de uso para el gas natural.

<b>SECTOR</b>	<b>COMBUSTIBLE QUE PUEDE SUSTITUIR</b>	<b>APLICACION / PROCESO</b>
Industrial	Carbón fuel Oil Gas Licuado Kerosene Leña	Fundición de metales Hornos de Fusión Secado Industria del cemento Industria de alimentos Generación de vapor Tratamientos térmicos Temple y recocido de metales Cogeneración Cámaras de combustión Producción Petroquímicos Sistema de Calefacción
Generación Eléctrica	Carbón fuel Oil	Centrales térmicas Cogeneración eléctrica Termo-generadores
Comercial	Carbón Gas ciudad Gas licuado	Aire acondicionado Cocción/preparación alimentos Agua caliente Calefacción central
Residencial	Gas Ciudad Gas licuado Kerosene Leña	Cocina Calefacción Agua Caliente Aire Acondicionado
Transporte	Gasolina Diesel	Taxis Buses

Fuente: Castillo (2013, p.21)

### 2.3. Definición de términos Básicos

- **Ventilación:** Acción de introducir aire circulante hacia un ambiente, para suplir los requerimientos adicionales de aire de combustión, renovación y dilución de los artefactos a gas, instalados en el ambiente tal que la infiltración natural de aire no sea suficiente para este propósito. El aire abastecido por el sistema de ventilación debe provenir del exterior. EM.040 instalaciones de gas, (2006).
- **Aire circulante:** Aire de enfriamiento, calefacción o ventilación, distribuido en el espacio habitable de una edificación. EM.040 instalaciones de gas, (2006).
- **Aire de combustión:** Aire necesario para llevar a cabo la combustión completa del gas en el quemador de un artefacto. EM.040 instalaciones de gas, (2006).
- **Aire de dilución:** Aire que ingresa al corta tiros de un artefacto, mezclándose con los productos de la combustión del gas o aire necesario para diluir hasta niveles seguros la concentración de los productos de la combustión que no sean evacuados hacia la atmósfera exterior, o ambos, que queden atrapados dentro del ambiente donde está instalado el artefacto. EM.040 instalaciones de gas, (2006).
- **Aire de renovación:** Aire necesario para reponer el aire consumido por la combustión del gas de un artefacto instalado en un ambiente interior en una edificación. EM.040 instalaciones de gas, (2006).
- **Ambiente exterior o exterior:** Para el caso de esta norma la alusión a un ambiente exterior o al exterior se entenderá que se refiere a la atmósfera exterior, a un ambiente abierto hacia el exterior o a un patio de ventilación. EM.040 instalaciones de gas, (2006).
- **Ambiente abierto hacia el exterior:** Para efectos de la presente norma es el espacio o ambiente de una edificación que tiene un acceso desde la atmósfera

exterior a través de un vano vacío que debe estar permanentemente libre. Este vano puede estar ubicado en las paredes o en el techo del ambiente y deberá cumplir los siguientes requisitos. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

En caso de ubicarse en muros o paredes, el vano vacío con acceso permanente debe ocupar un área no menor del 40% de los muros o paredes que den al exterior y no debe ser menor de 2 m<sup>2</sup>. El borde superior del vano deberá situarse a una distancia no mayor a 50 cm del techo del ambiente. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

En caso de ubicarse en techos, el vano vacío con acceso permanente debe ocupar un área no menor del 40% de la superficie superior y en ningún caso debe ser menor de 2 m<sup>2</sup> EM.040 instalaciones de gas, (2006).

- **Ambiente interior:** Espacio de una edificación cuyas características constructivas le impiden cumplir los requisitos de un ambiente exterior; es decir, un Ambiente Interior:

No se refiere a la atmósfera exterior.

No se refiere a un ambiente abierto hacia el exterior (no tiene un acceso desde la atmósfera exterior a través de un vano vacío permanentemente libre).

No se refiere a un patio de ventilación. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

- **Entidad competente:** Es el ente gubernamental responsable de verificar la correcta aplicación de cualquier parte de una Norma Técnica de Edificación o el funcionario o la agencia designada por esta entidad para ejercitar tal función. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

- **Espacio confinado:** Ambiente interior de una edificación cuyo volumen es menor a 4,8 m<sup>3</sup>/Kw de potencia nominal agregada o conjunta de todos los artefactos a gas instalados. Cualquier ambiente comunicado en forma permanente a través de un vano libre de cierre y sin ningún obstáculo de por lo menos 2 m<sup>2</sup> de área, se considera parte integral del espacio materia de análisis. En la obtención de la potencia no se consideran los artefactos Tipo C. EM.040 instalaciones de gas, (2006).

- **Espacio no confinado:** Ambiente interior de una edificación que es mayor o igual a  $4,8 \text{ m}^3/\text{kw}$  de potencia nominal agregada o conjunta de todos los artefactos a gas instalados. Cualquier ambiente comunicado en forma permanente a través de un vano libre de cierre y Sin ningún obstáculo de por lo menos  $2 \text{ m}^2$ , se considera parte integral del espacio materia de análisis. En la obtención de la potencia no se consideran los artefactos tipo C. EM.040 instalaciones de gas, (2006).
- **Gas:** Cuando la presente Norma se refiera a “gas”, deberá entenderse que este término comprende al Gas Natural y al Gas Licuado de Petróleo (GLP). EM.040 instalaciones de gas, (2006).
- **Infiltración de aire:** Proceso natural de ingreso de aire dentro de un ambiente. EM.040 instalaciones de gas, (2006).
- **Patio de ventilación:** Un patio de ventilación es aquel ambiente exterior situado dentro del volumen de la edificación y en comunicación directa con el aire en su parte superior. EM.040 instalaciones de gas, (2006).  
Para el caso de esta norma se considerará una sección transversal no menor de  $4 \text{ m}^2$  en caso de vivienda unifamiliar no debiendo su lado menor ser inferior a  $2 \text{ m}$ . Para el caso de vivienda multifamiliar la sección transversal mínima será de  $4.84 \text{ m}^2$  y el lado menor no deberá ser inferior a  $2.20 \text{ m}$ . EM.040 instalaciones de gas, (2006).
- **Aprobado:** Aceptable a la entidad competente. Osinergmin, et al. (2014, p.10).
- **Instalador registrado:** Persona natural o jurídica competente para poder ejecutar, reparar o modificar instalaciones internas de gas natural seco, y cuyo representante es una persona experimentada o entrenada, o ambos, en tal trabajo y ha cumplido con los requisitos de la entidad competente. Osinergmin, et al. (2014, p.12).

- **Usuario:** Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación del servicio de distribución de gas natural seco, bien como propietario del inmueble en donde se presta, o como receptor directo del servicio. Osinergmin, et al. (2014, p.14).
- **Combustión:** Conjunto de reacciones químicas de oxidación que ocurren con desprendimiento de energía. Pérez (2010, p.302).

### **III. MÉTODOS Y MATERIALES**

#### **3.1. Hipótesis de la Investigación**

##### **3.1.1. Hipótesis General**

**H:** El diseño de ventilación de las redes de gas natural influyen en el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de Pueblo Libre- Lima – Perú en el año 2016

##### **3.1.2. Hipótesis Específicas**

**H<sub>1</sub>:** El diseño de las redes de gas natural influyen en el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de Pueblo Libre- Lima – Perú en el año 2016.

**H<sub>2</sub>:** Los sistemas de ventilación de las redes de gas natural influyen en el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de Pueblo Libre- Lima – Perú en el año 2016.

#### **3.2. Variables de estudio.**

Variable Dependiente: El diseño de ventilación en las redes de gas natural.

Variable Independiente: el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de Pueblo Libre- Lima – Perú en el año 2016.

##### **3.2.1. Definición conceptual.**

###### **a. El diseño y dimensionamiento del sistema de tuberías.**

Osinergmin (2014, p.20), El diseño de instalaciones para suministro de gas natural seco debe considerar entre otros los siguientes aspectos básicos:



1. Máxima cantidad de gas natural seco requerido por los artefactos.
2. Mínima presión de gas natural seco requerido por los artefactos a gas.
3. Las previsiones técnicas para atender demandas futuras.
4. El factor de simultaneidad asociado al cálculo del consumo máximo probable.
5. Gravedad específica y poder calorífico del gas natural seco. Para dimensionamiento de tuberías el poder calorífico superior es 9500 Kcal/m<sup>3</sup> medido a condiciones estándar.
6. La caída de presión en la instalación interna y el medidor.
7. Longitud de la tubería y cantidad de accesorios.
8. Velocidad permisible del gas.
9. Influencia de la altura (superior a los 10 metros).
10. Material de las tuberías y los accesorios.

#### **b. Ventilaciones de los artefactos a gas**

Osinergmin (2014, p.41), Es importante y necesaria la ventilación de los ambientes o recintos donde se encuentran instalados los artefactos de gas natural seco con el propósito de garantizar una segura renovación del aire y evitar el efecto nocivo para las ocupantes de los productos de la combustión.

La ventilación depende del tipo de artefacto a gas, según esto, se conducirá la evacuación de los productos de la combustión; así como la admisión de aire comburente.

De acuerdo al tipo de artefacto, se deberán tomar en cuenta para la ventilación y la evacuación de los productos de la combustión las indicaciones contenidas en los documentos emitidos por la Autoridad competente.

#### **c. El gas natural.**

Ramírez (2013, p.19), El gas natural es una mezcla de hidrocarburos simples compuesta principalmente de metano (CH<sub>4</sub>) y otros hidrocarburos más pesados; además también puede contener trazas de nitrógeno, bióxido de carbono, ácido sulfhídrico y agua.

Rocca (2011, p.12), el gas natural es una mezcla en proporciones variables de elementos de naturaleza tanto orgánica (parafinas) como inorgánica, los cuales pueden clasificarse como: Combustibles, diluyentes y contaminantes.

### 3.2.2. Definición Operacional.

Tabla 7. Definición de variables

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS	VALORES CATEGORÍAS
D.: EL DISEÑO DE VENTILACIÓN EN LAS REDES DE GAS NATURAL	Volumen	m <sup>3</sup>	$V = A \times h$	Seguridad
	Presión	mbar	$P_f = P_i - \Delta p$	
	Confinado	m <sup>3</sup> /kw	$\frac{\text{Volumen}}{\text{Potencia}} < 4.8$	
	No Confinado	m <sup>3</sup> /kw	$\frac{\text{Volumen}}{\text{Potencia}} > 4.8$	
I.: EL EDIFICIO MULTIFAMILIAR PARQUE SAN MARTIN UBICADO EN EL DISTRITO DE PUEBLO LIBRE- LIMA – PERÚ EN EL AÑO 2016	Departamentos	Numero de ambientes	Techar / Sin Techar	Seguridad
		Cantidad de artefactos	Potencia total (ficha técnica)	

### **3.3 Tipo y Nivel de la investigación**

#### **3.3.1 Tipo: Aplicada.**

El tipo de investigación a esta tesis es aplicada, debido a que se aplicó el diseño de ventilación en las redes de gas natural para el edificio multifamiliar.

Jiménez (1998, p.14), “Metodología de la Investigación”, Editorial de Ciencias Médicas del Centro Nacional de información de Ciencias Médicas, Habana, Cuba, nos indica que la investigación aplicada. Si el problema surge directamente de la práctica social y genera resultados que pueden aplicarse (son aplicables y tienen aplicación en el ámbito donde se realizan) la investigación se considera aplicada. Es obvio, que la aplicación no tiene forzosamente que ser directa en la producción o en los servicios, pero sus resultados se consideran de utilidad para aplicaciones prácticas. En el ámbito de la medicina clínica, las investigaciones aplicadas pueden contribuir a generar recomendaciones sobre normas de tratamiento, de métodos para diagnóstico o de medidas de prevención secundaria.

#### **3.3.2 Nivel: Explicativa.**

La tesis pertenece al nivel de investigación explicativa, porque permiten explicar los resultados que se obtienen en el diseño de ventilación en las redes de gas natural para el edificio multifamiliar y explicar la relación que existe entre las variables.

Fidias (2012, p.26), “El proyecto de Investigación”, Editorial Episteme, Caracas, República Bolivariana de Venezuela. Nos indica que la investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación post facto), como de los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de hipótesis. Sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos.

### **3.4 Diseño de la investigación**

No Experimental, porque los resultados obtenidos se realizan sin manipular variables.

Roberto, Carlos y María del Pilar (2014, p.152), "Metodología de la investigación", Editores Mc Graw-Hill, México, nos indica que los diseños no experimentales podrían definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables.

### **3.5 Población y Muestra**

#### **3.5.1 Población.**

Edificio multifamiliar parque San Martín- Lima – Perú.

#### **3.5.2 Muestra.**

Departamentos: 101 – 102 – 103 – 104 - 201 – 202 – 203 – 204 – 205 – 206 - 301 – 302 – 303 – 304 – 305 – 306 - 401 – 402 – 403 – 404 – 405 – 406 - 501 – 502 – 503 – 504 – 505 – 506 - 601 – 602 – 603 – 604 – 605 – 606 - 701 – 702 – 703 – 704 – 705 – 706 - 801 – 802 – 803 – 804 – 805 – 806.

### **3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

#### **3.6.1 Técnicas de recolección de datos**

Fichas, para la recolección de datos de las potencias de los artefactos a gas natural que se están diseñando.

Tablas, en el cual se desarrolló los cálculos de los diámetros mínimos y máximos de las tuberías que se deben colocar para poder abastecer a todos los departamentos del edificio y también poder conocer las potencias mínimas y máximas.

Planos, para el cotejo de datos empíricos del estudio en el edificio como: el confinamiento a través de las áreas de los ambientes, distancias de longitudes de tuberías y accesorios.

### **3.6.2 Instrumentos de recolección de datos**

Se realizará un análisis estadístico con el apoyo del software STATGRAPHICS 16.1, con el cual se realizará el procesamiento y análisis de datos.

### **3.7 Métodos de análisis de datos**

#### Método Deductivo

Salinas, “Metodología de la investigación científica”, Mérida , Venezuela, nos indica que el método deductivo, por el contrario, parte de los aspectos, condiciones, análisis o resultados generales para aplicarlos a situaciones particulares, por ejemplo, si se ha determinado que la aplicación de una prueba para determinar la alergia a un producto ha resultado buena en la población de la mayoría de los niños de un país, se puede deducir que tendrá iguales resultados en los niños de una escuela en particular.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1 Resultados de las evaluaciones estadísticas para la contrastación de las hipótesis con sus respectivas variables.**

H<sub>0</sub>: El diseño de ventilación de las redes de gas natural no influyen en el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de pueblo libre- Lima – Perú en el año 2016

H<sub>1</sub>: El diseño de ventilación de las redes de gas natural influyen en el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de pueblo libre - Lima – Perú en el año 2016.

H<sub>0</sub>: Los sistemas de ventilación de las redes de gas natural no influyen en el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de pueblo libre - Lima – Perú en el año 2016.

H<sub>1</sub>: El diseño de las redes de gas natural influyen en el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de Pueblo Libre- Lima – Perú en el año 2016.

H<sub>2</sub>: Los sistemas de ventilación de las redes de gas natural influyen en el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de Pueblo Libre- Lima – Perú en el año 2016.

#### **4.1.1. Resultados empíricos de las variables independientes y dependientes.**

Tabla 8. Resultados de volumen, confinamiento y presión por ambientes y departamento.

Departamento	Ambiente	Volumen (m3)	Confinamiento (m3/kw)	Presión (mbar)
101	Cocina / Comedor / sala	31.32	31.32	19.94
102	Cocina	13.34	13.34	19.94
	Lavandería	4.03	4.03	19.73
103	Cocina / Comedor / sala	35.28	35.28	20.37
	Lavandería	1.28	1.28	20.37
104	Cocina / Comedor / sala	56.15	56.15	20.31
	Lavandería	1.48	1.48	20.07
201	Cocina	11.49	11.49	20.07
203	Cocina / Comedor / sala	33.08	33.08	20.27
	Lavandería	1.28	1.28	20.51
204	Cocina / Comedor / sala	41.18	41.18	20.51
	Lavandería	1.38	1.38	20.51
205	Cocina / Comedor / sala	41.23	41.23	20.44
	Lavandería	1.38	1.38	20.44
206	Cocina / Comedor / sala	50.90	50.90	20.37
	Lavandería	1.48	1.48	19.86
Área común	Lavandería común	19.29	19.29	19.86

Fuente. Propia

Los resultados obtenidos empíricamente en cada ambiente de los departamentos aleatorios como se indica en la figura 5 y 6.



Figura 5. cálculo de las áreas y volumen de los departamentos.





Figura 6. Presión de los departamentos

**a. Análisis de variancia entre Volumen y la Presión**

▪ **ANOVA Simple - Presiones (mbar) por Volumen (m<sup>3</sup>) (Presiones (mbar))**

Variable: Presiones (mbar)

Factor: Volumen (m<sup>3</sup>)

Selección de la Variable: Presiones (mbar)

Número de observaciones: 17

Número de niveles: 14

Este procedimiento ejecutó un análisis de variancia de un factor para Presiones (mbar) este análisis permitió construir varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de Presiones (mbar) para los 14 diferentes niveles de Volumen (m<sup>3</sup>).

La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias, como lo indica Calzada (1970).

La Prueba de Kruskal-Wallis la cual permitió comparar las medianas en lugar de las medias las diferentes gráficas ayudaron a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como permitieron la relación en el análisis de variancia como indica Calzada (1970).

### Dispersión por Código de Nivel

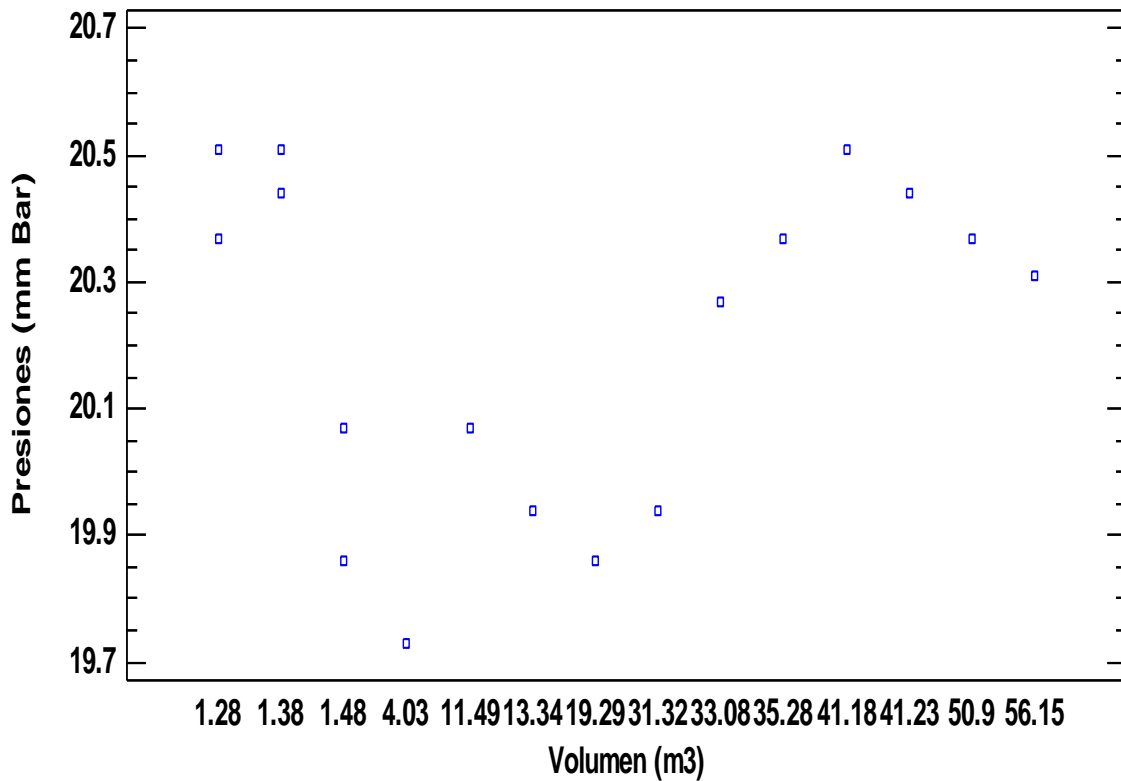


Figura 7. Dispersión de volumen sobre la presión.

En la Figura se muestra el promedio de Presiones (mbar) en diferentes combinaciones de los 1 factores las gráficas en las diagonales muestran las medias globales por nivel, mientras que las gráficas fuera de la diagonal muestran las medias de cada par de niveles del factor como también lo indica Calzada (1970).

Tabla 9. Resumen Estadístico para Presiones (mbar)

Volumen (m3)	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
1.28	2	20.44	0.0989949	0.48432%	20.37	20.51	0.14
1.38	2	20.475	0.0494975	0.241746%	20.44	20.51	0.07
1.48	2	19.965	0.148492	0.743764%	19.86	20.07	0.21
4.03	1	19.73		%	19.73	19.73	0
11.49	1	20.07		%	20.07	20.07	0
13.34	1	19.94		%	19.94	19.94	0
19.29	1	19.86		%	19.86	19.86	0
31.32	1	19.94		%	19.94	19.94	0
33.08	1	20.27		%	20.27	20.27	0
35.28	1	20.37		%	20.37	20.37	0
41.18	1	20.51		%	20.51	20.51	0
41.23	1	20.44		%	20.44	20.44	0
50.9	1	20.37		%	20.37	20.37	0
56.15	1	20.31		%	20.31	20.31	0
Total	17	20.21	0.265354	1.31298%	19.73	20.51	0.78

<i>Volumen (m3)</i>	<i>Sesgo Estandarizado</i>	<i>Curtosis Estandarizada</i>
1.28		
1.38		
1.48		
4.03		
11.49		
13.34		
19.29		
31.32		
33.08		
35.28		
41.18		
41.23		
50.9		
56.15		
Total	-0.780808	-1.12276

Fuente Propia

La tabla 9 muestra diferentes estadísticos de Presiones (mbar) para cada uno de los 14 niveles de volumen (m<sup>3</sup>) que se encontró por que la intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de promedio. que se realizó en la gráfica de Medias como se indica en la figura siguiente.

Medias y 95.0% de Fisher LSD

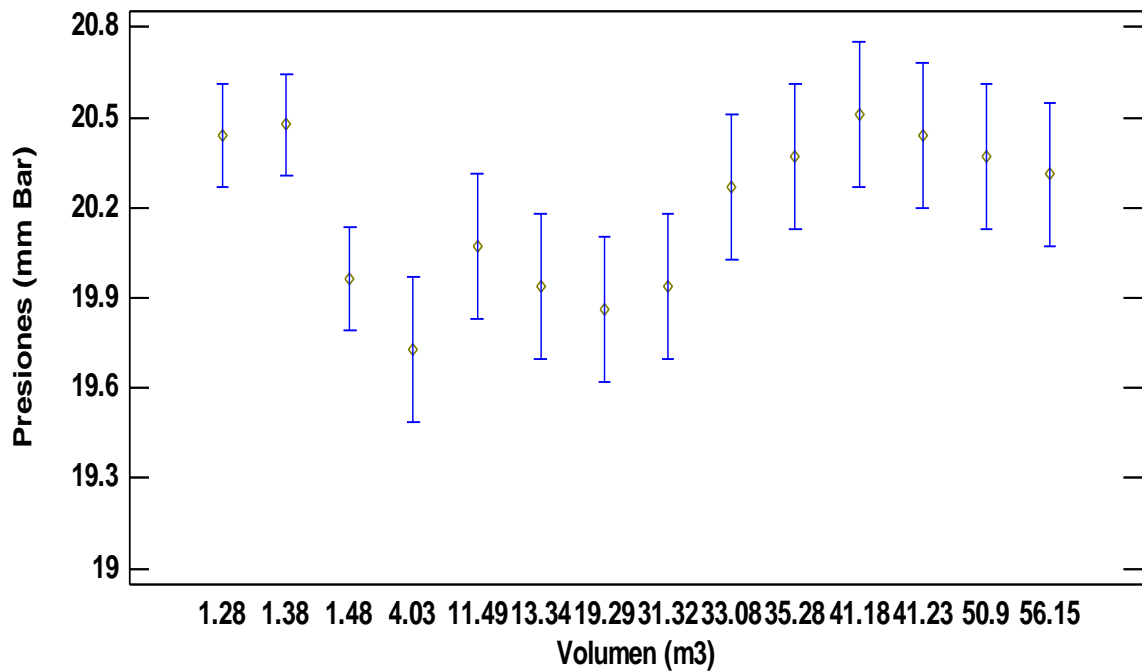


Figura 8. Gráficos de medias de el volumen sobre la presión.

Tabla 10. Tabla ANOVA para Presiones (mbar) por Volumen (m<sup>3</sup>)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1.0923	13	0.0840231	7.35	0.000633
Intra grupos	0.0343	3	0.0114333		
Total (Corr.)	1.1266	16			

Fuente. Propia

La tabla ANOVA de la tabla 10 descompone la varianza de Presiones (mbar) en dos componentes: un componente entre - grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 7.34896, es el cociente entre el estimado entre - grupos y el estimado dentro-de-grupos. puesto que el valor-P de la razón-F es menor o igual que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de presiones (mbar) entre un nivel de volumen (m<sup>3</sup>) y otro, con un nivel del 95.0% de confianza estando el valor de la

presión entre 20.8 y 19.5 mbar siendo su promedio de 20.21 mbar que está dentro de la norma como lo indica Arroyo (2013), Rocca (20011) y Osinergmin (2014).

Tabla 11. Tabla de Medias para Presiones (mbar) por Volumen (m<sup>3</sup>) con intervalos de confianza del 95.0%

<i>Volumen</i> <i>(m3)</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i> <i>(s agrupada)</i>	<i>Límite</i> <i>Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
1.28	2	20.44	0.0756086	20.2699	20.6101
1.38	2	20.475	0.0756086	20.3049	20.6451
1.48	2	19.965	0.0756086	19.7949	20.1351
4.03	1	19.73	0.106927	19.4894	19.9706
11.49	1	20.07	0.106927	19.8294	20.3106
13.34	1	19.94	0.106927	19.6994	20.1806
19.29	1	19.86	0.106927	19.6194	20.1006
31.32	1	19.94	0.106927	19.6994	20.1806
33.08	1	20.27	0.106927	20.0294	20.5106
35.28	1	20.37	0.106927	20.1294	20.6106
41.18	1	20.51	0.106927	20.2694	20.7506
41.23	1	20.44	0.106927	20.1994	20.6806
50.9	1	20.37	0.106927	20.1294	20.6106
56.15	1	20.31	0.106927	20.0694	20.5506
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>20.21</b>			

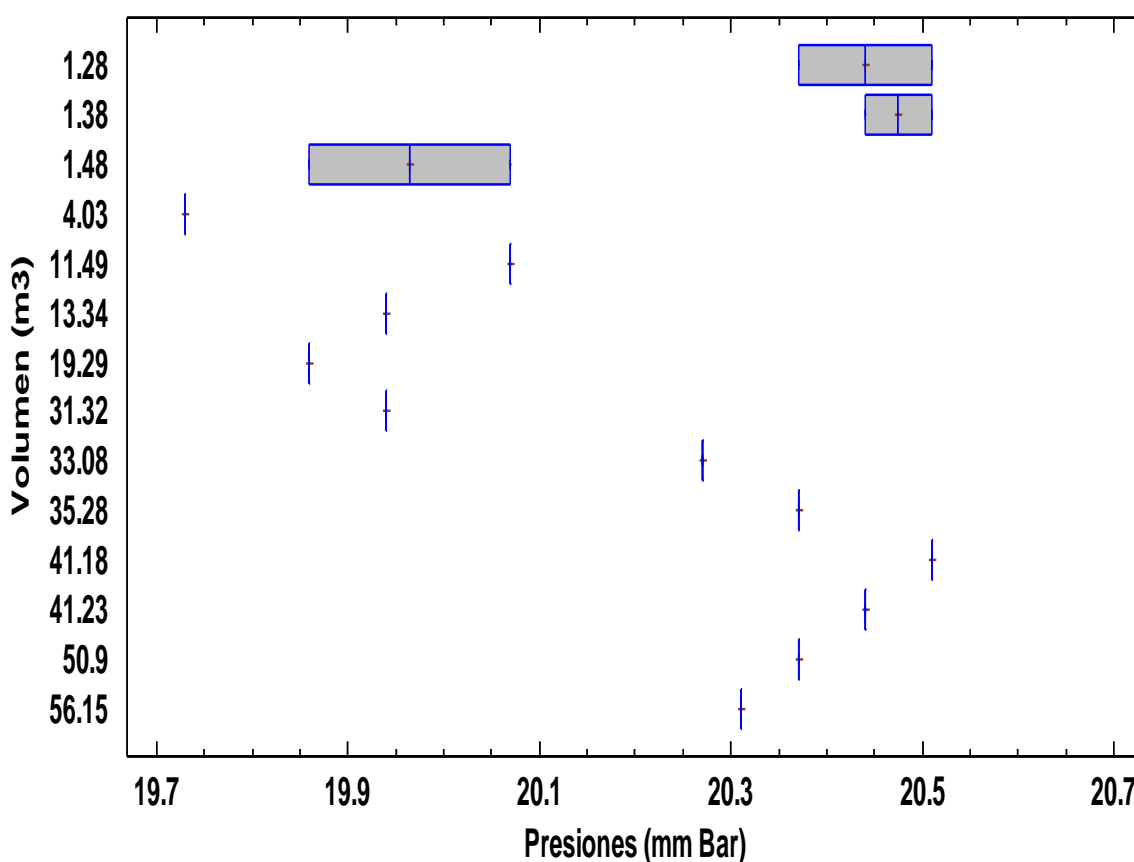
Fuente. Propia

Esta tabla muestra los cálculos que se realizaron de la media de Presiones (mbar) para cada nivel de Volumen (m<sup>3</sup>) se calculó también el error estándar de cada media, el cual es una medida de la variabilidad de su muestreo.

El error estándar es el resultado que se encontró de dividir la desviación estándar mancomunada entre el número de observaciones en cada nivel, la tabla también muestra un intervalo alrededor de cada media estos intervalos mostrados actualmente están basados en el procedimiento de la diferencia mínima significativa

(LSD) de Fisher que están contruidos de tal manera que, si dos medias son iguales, sus intervalos se traslaparán un 95.0% de las veces, en las Pruebas de Rangos Múltiples, estos intervalos se usan para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras lo que permite rechazar la hipótesis nula, en concordancia como lo indica Calzada (1970), que se puede observar gráficamente en la figura de cajas y bigotes.

**Gráfico Caja y Bigotes**



*Figura 9.* Gráfico de cajas y bigotes del volumen sobre la presión

Los valores mostrados en el diagrama de cajas y bigotes se observan que la Presiones (mbar) entre un nivel de Volumen (m<sup>3</sup>) y otro, con un nivel del 95.0% de confianza estando el valor de la presión entre 20.8 y 19.5 mbar siendo su promedio de 20.21 mbar que está dentro de la norma como lo indica Arroyo (2013), Rocca (20011) y Osinergmin (2014).

- **Prueba de Kruskal-Wallis para Presiones (mbar) por Volumen (m<sup>3</sup>)**

Tabla 12. Prueba de Kruskal-Wallis para Presiones (mbar) por Volumen (m<sup>3</sup>)

<i>Volumen (m3)</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
1.28	2	13.5
1.38	2	14.75
1.48	2	4.5
4.03	1	1.0
11.49	1	6.5
13.34	1	4.5
19.29	1	2.5
31.32	1	4.5
33.08	1	8.0
35.28	1	11.0
41.18	1	16.0
41.23	1	13.5
50.9	1	11.0
56.15	1	9.0

Estadístico = 15.0597 Valor-P = 0.00303641

Fuente. Propia

La prueba de Kruskal-Wallis permitió evaluar la hipótesis de que las medianas de Presiones (mbar) dentro de cada uno de los 14 niveles de Volumen (m<sup>3</sup>) no son iguales. Primero se combinan los datos de todos los niveles y se ordenan de menor a mayor. Luego se calcula el rango promedio para los datos de cada nivel. Puesto que el valor-P es menor o igual que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza lo que confirma el rechazo de la hipótesis nula.



▪ **Prueba de la Mediana de Mood para Presiones (mbar) por Volumen (m<sup>3</sup>)**

Tabla 13. Prueba de la Mediana de Mood para Presiones (mbar) por Volumen (m<sup>3</sup>)

Total n = 17

Gran mediana = 20.31

<i>Volumen (m3)</i>	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>n&lt;=</i>	<i>n&gt;</i>	<i>Mediana</i>
1.28	2	0	2	20.44
1.38	2	0	2	20.475
1.48	2	2	0	19.965
4.03	1	1	0	19.73
11.49	1	1	0	20.07
13.34	1	1	0	19.94
19.29	1	1	0	19.86
31.32	1	1	0	19.94
33.08	1	1	0	20.27
35.28	1	0	1	20.37
41.18	1	0	1	20.51
41.23	1	0	1	20.44
50.9	1	0	1	20.37
56.15	1	1	0	20.31

Estadístico = 17.0 Valor-P = 0.00199304

Fuente.Propia

La prueba de medianas de Mood evalúa la hipótesis de que las medianas de todas las 14 muestras son iguales. Lo hace contando el número de observaciones en cada muestra, a cada lado de la mediana global, la cual es igual a 20.31. Puesto que el valor-P para la prueba de chi-cuadrada es menor o igual a 0.05, las medianas de las muestras son significativamente diferentes con un nivel de confianza del 95.0%, lo que reafirma el rechazo de la hipótesis nula.

### Gráfico de Medianas

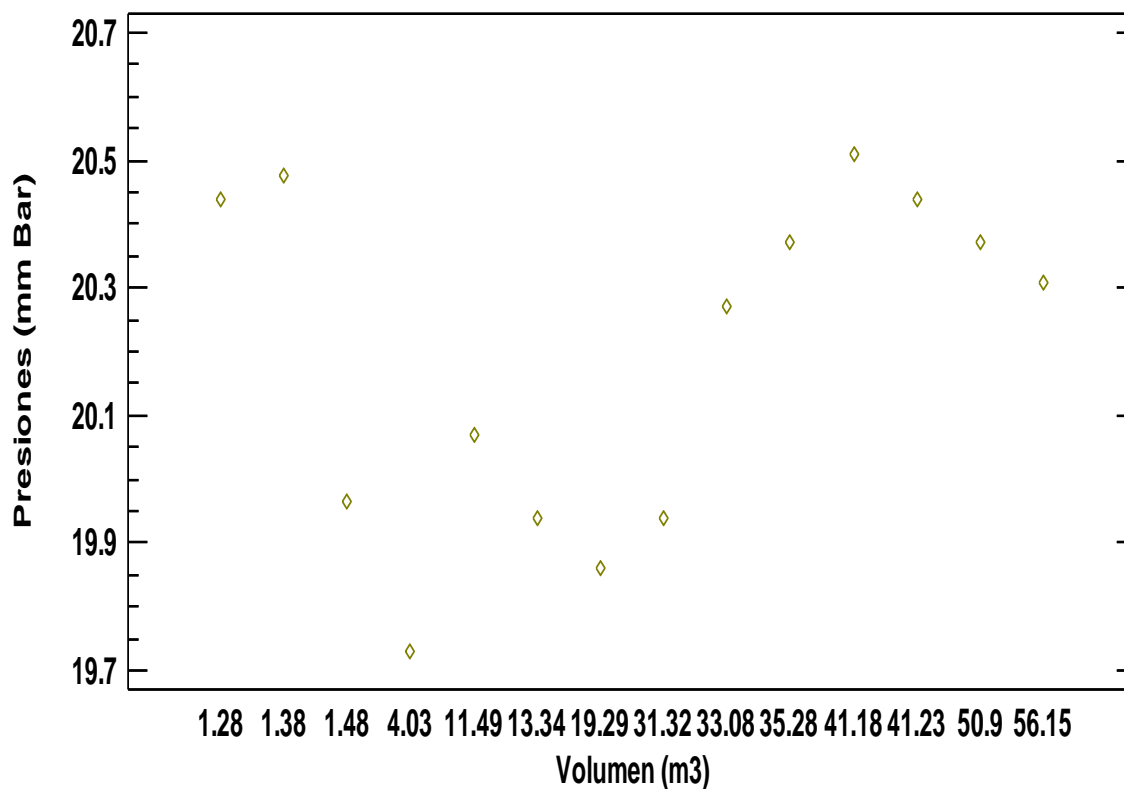


Figura 10. Grafica de medianas del volumen sobre la presión.

#### b. Análisis de variancia entre Confinamiento y la Presión

##### ▪ ANOVA Simple - Presión (mbar) por Confinamiento ( $m^3/kw$ ) (Presión (mbar))

Variable: Presión (mbar)

Factor: Confinamiento ( $m^3/kw$ )

Selección de la Variable: Presión (mbar)

Número de observaciones: 17

Número de niveles: 14

Este se realizó para ejecutar un análisis de variancia de un factor para Presión (mbar), para poder construir varias pruebas y gráficas para comparar los

valores medios de Presión (mbar) para los 14 diferentes niveles de Confinamiento ( $m^3/kw$ ).

Se realizó la prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias las que también se complementarios con las Pruebas de Rangos Múltiples a fin de establecer las medias son significativamente diferentes de otras.

También se permitió realizar la Prueba de Kruskal-Wallis para comparar las medianas en lugar de las medias y se obtuvo diferentes gráficas a fin de juzgar la significancia práctica de los resultados, en el análisis de varianza, como lo recomienda Calzada (1970).

▪ **Resumen Estadístico para Presión (mbar)**

Tabla 14. Resumen Estadístico para Presión (mbar)

<i>Confinamiento (<math>m^3/kW</math>)</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>
1.28	2	20.44	0.0989949	0.48432%	20.37
1.38	2	20.475	0.0494975	0.241746%	20.44
1.48	2	19.965	0.148492	0.743764%	19.86
4.03	1	19.73		%	19.73
11.49	1	20.07		%	20.07
13.34	1	19.94		%	19.94
19.29	1	19.86		%	19.86
31.32	1	19.94		%	19.94
33.08	1	20.27		%	20.27
35.28	1	20.37		%	20.37
41.18	1	20.51		%	20.51
41.23	1	20.44		%	20.44
50.9	1	20.37		%	20.37
56.15	1	20.31		%	20.31
Total	17	20.21	0.265354	1.31298%	19.73

<i>Confinamiento (m<sup>3</sup>/kW)</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
1.28	20.51	0.14
1.38	20.51	0.07
1.48	20.07	0.21
4.03	19.73	0
11.49	20.07	0
13.34	19.94	0
19.29	19.86	0
31.32	19.94	0
33.08	20.27	0
35.28	20.37	0
41.18	20.51	0
41.23	20.44	0
50.9	20.37	0
56.15	20.31	0
<b>Total</b>	<b>20.51</b>	<b>0.78</b>

Fuente. Propia

En la tabla 14 muestra diferentes estadísticos de Presión (mbar) para cada uno de los 14 niveles de Confinamiento (m<sup>3</sup>/kw), donde se determinó la intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio que se puede indicar en la gráfica siguiente.

▪ **ANOVA para Presión (mbar) por Confinamiento (m<sup>3</sup>/kw)**

Tabla 15. Tabla ANOVA para Presión (mbar) por Confinamiento (m<sup>3</sup>/kw)

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1.0923	13	0.0840231	5.35	0.000633
Intra grupos	0.0343	3	0.0114333		
Total (Corr.)	1.1266	16			

Fuente. Propia

La tabla ANOVA descompone la varianza de Presión (mbar) en dos componentes: un componente entre - grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 5,35 es el cociente entre el estimado entre - grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es menor o igual que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Presión (mbar) entre un nivel de Confinamiento ( $m^3/kw$ ) y otro, con un nivel del 95.0% de confianza estando el valor de la presión entre 20.51 y 19.86 mbar siendo su promedio de 20.21 mbar que está dentro de la norma como lo indica Arroyo (2013), Rocca (20011) y Osinergmin (2014).

▪ **Evaluación de Medias para Presión (mbar) por Confinamiento ( $m^3/kw$ ) con intervalos de confianza del 95.0%**

Tabla 16. Tabla de Medias para Presión (mbar) por Confinamiento ( $m^3/kw$ ) con intervalos de confianza del 95.0%

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>		
			<i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
1.28	2	20.44	0.0756086	20.2699	20.6101
1.38	2	20.475	0.0756086	20.3049	20.6451
1.48	2	19.965	0.0756086	19.7949	20.1351
4.03	1	19.73	0.106927	19.4894	19.9706
11.49	1	20.07	0.106927	19.8294	20.3106
13.34	1	19.94	0.106927	19.6994	20.1806
19.29	1	19.86	0.106927	19.6194	20.1006
31.32	1	19.94	0.106927	19.6994	20.1806
33.08	1	20.27	0.106927	20.0294	20.5106
35.28	1	20.37	0.106927	20.1294	20.6106
41.18	1	20.51	0.106927	20.2694	20.7506
41.23	1	20.44	0.106927	20.1994	20.6806
50.9	1	20.37	0.106927	20.1294	20.6106
56.15	1	20.31	0.106927	20.0694	20.5506
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>20.21</b>			

Fuente. Propia

En la tabla 16 se construyó para evaluar la media de Presión (mbar) para cada nivel de Confinamiento ( $m^3/kw$ ), donde se muestra el error estándar de cada media, el cual es una medida de la variabilidad de su muestreo.

Se calculó también el error estándar que fue el resultado de dividir la desviación estándar mancomunada entre el número de observaciones en cada nivel. La tabla también muestra un intervalo alrededor de cada media. Los intervalos mostrados actualmente están basados en el procedimiento de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher, como lo indica Calzada (1970).

Se construyeron los gráficos de tal manera que, si dos medias son iguales, sus intervalos se traslaparán un 95.0% de las veces en las Pruebas de Rangos Múltiples, estos intervalos se usan para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras.

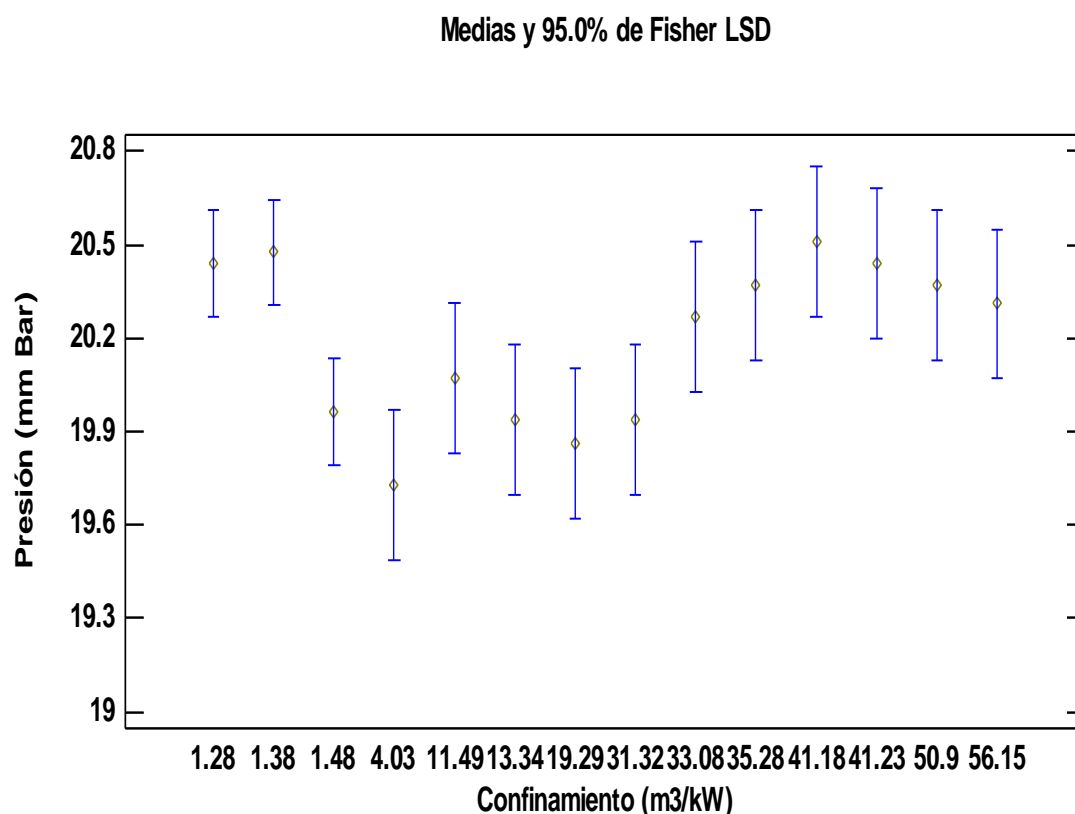


Figura 11. Gráfico de medias de Confinamiento sobre la presión.

- Verificación de Varianza

Tabla 17. Verificación de Varianza

	Prueba	Valor-P
1.28 / 1.38	0.0989949	0.0494975
1.28 / 1.48	0.0989949	0.148492
1.38 / 1.48	0.0494975	0.148492

Comparación	Sigma1	Sigma2	F-Ratio	P-Valor
1.28 / 1.38	0.0989949	0.0494975	0.004	0.005903
1.28 / 1.48	0.0989949	0.148492	0.0444444	0.007487
1.38 / 1.48	0.0494975	0.148492	0.0111111	0.004097

El estadístico mostrado se determinó de la tabla 17 y permitió evaluar la hipótesis de que la desviación estándar de Presión (mbar) dentro de cada uno de los 14 niveles de Confinamiento (m<sup>3</sup>/kW) es la misma rechazando la hipótesis nula ya que se determinó el valor de la presión entre 20.51 y 19.86 mbar siendo su promedio de 20.21 mbar que está dentro de la norma como lo indica Arroyo (2013), Rocca (20011) y Osinergmin (2014) como se puede observar en la figura siguiente de cajas y bigotes.

Gráfico Caja y Bigotes

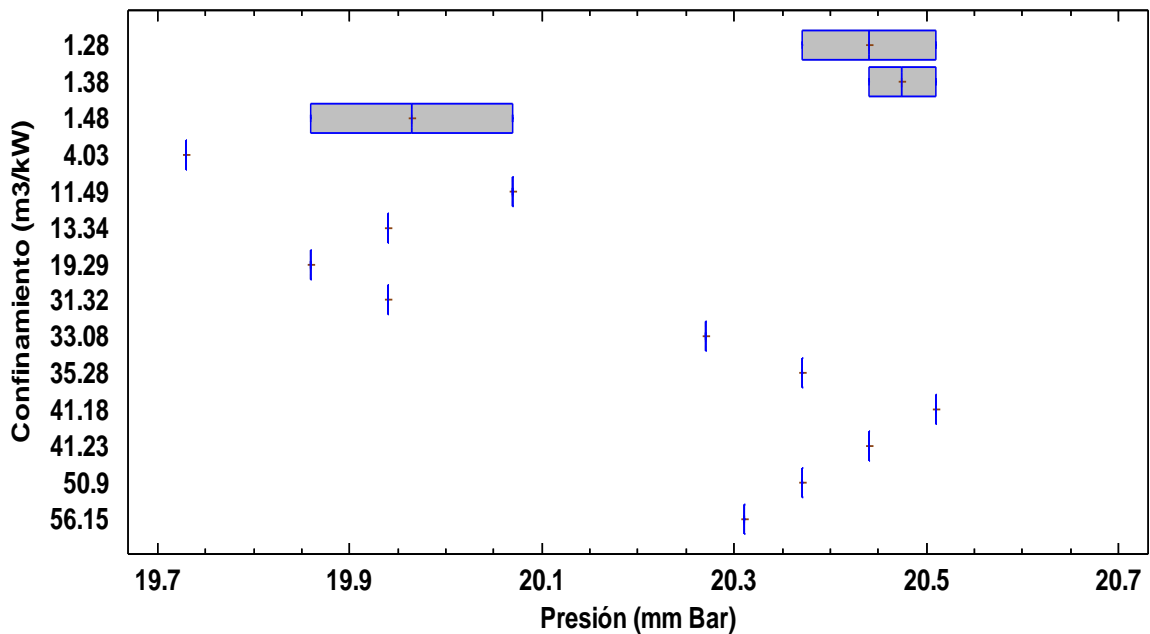


Figura 12. Gráfico de caja y bigotes del confinamiento sobre la presión

Los valores mostrados en el diagrama de cajas y bigotes se observan que la Presiones (mbar) entre un nivel de confinamiento ( $m^3/kw$ ) y otro, con un nivel del 95.0% de confianza es la misma rechazando la hipótesis nula ya que se determinó el valor de la presión entre 20.51 y 19.86 mm bares siendo su promedio de 20.21 mbar que está dentro de la norma como lo indica Arroyo (2013), Rocca (20011) y Osinergmin (2014) como se ratifica en la figura de cajas y bigotes.

▪ **Prueba de Kruskal-Wallis para Presión (mbar) por Confinamiento ( $m^3/kW$ )**

Tabla 18. Prueba de Kruskal-Wallis para Presión (mbar) por Confinamiento ( $m^3/kw$ )

<i>Confinamiento (<math>m^3/kW</math>)</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
1.28	2	13.5
1.38	2	14.75
1.48	2	4.5
4.03	1	1.0
11.49	1	6.5
13.34	1	4.5
19.29	1	2.5
31.32	1	4.5
33.08	1	8.0
35.28	1	11.0
41.18	1	16.0
41.23	1	13.5
50.9	1	11.0
56.15	1	9.0

Estadístico = 15.0597 Valor-P = 0.003641

Se realizó la prueba de Kruskal-Wallis para evaluar la hipótesis de que las medianas de Presión (mbar) dentro de cada uno de los 14 niveles de Confinamiento ( $m^3/kw$ ) no son iguales. Primero se combinaron los datos de todos los niveles y se ordenaron de menor a mayor. Luego se calcula el rango promedio para los datos



de cada nivel. Puesto que el valor-P es menor o igual que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza, lo que confirma el rechazo de la hipótesis nula.

### **c. Análisis de variancia multifactorial**

Realizó un análisis de variancia multifactorial a fin de dar la mayor consistencia a la contrastación de las hipótesis de la investigación.

#### **▪ Comparación de Varias Muestras (Presión (mbar))**

Muestra 1: Confinamiento ( $m^3/kw$ )

Muestra 2: Volumen ( $m^3$ )

Muestra 3: Presión (mbar)

Selección de la Variable: Presión (mbar)

Muestra 1: 17 valores en el rango de 1.28 a 56.15

Muestra 2: 17 valores en el rango de 1.28 a 56.15

Muestra 3: 17 valores en el rango de 19.73 a 20.51

Se realizó este procedimiento para comparar los datos en 3 columnas del archivo de datos actual, se realizó varias pruebas estadísticas y gráficas para comparar las muestras.

La prueba-F en la tabla ANOVA determino que, si hay diferencias significativas entre las medias, también se realizó las pruebas de Rangos Múltiples para establecer si son significativamente diferentes de otras, también se realizó la Prueba de Kruskal-Wallis la que permitió comparar las medianas en lugar de las medias.

▪ **Resumen Estadístico de comparación de Varias Muestras (Presión (mbar))**

Tabla 19. Resumen Estadístico

	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>
Confinamiento (m <sup>3</sup> /kW)	17	20.3276	19.5966	96.4035%	1.28
Volumen (m <sup>3</sup> )	17	20.3276	19.5966	96.4035%	1.28
Presión (mbar)	17	20.21	0.265354	1.31298%	19.73
Total	51	20.2884	15.6781	77.2759%	1.28

	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>	<i>Sesgo Estandarizado</i>	<i>Curtosis Estandarizada</i>
Confinamiento (m <sup>3</sup> /kW)	56.15	54.87	0.844603	-1.08021
Volumen (m <sup>3</sup> )	56.15	54.87	0.844603	-1.08021
Presión (mbar)	20.51	0.78	-0.780808	-1.12276
Total	56.15	54.87	1.70184	-0.456485

En la tabla 19 se calculó los resúmenes estadísticos para cada una de las 3 variables donde se probó las diferencias significativas entre las medias rechazándose la hipótesis nula este comportamiento se puede observar en el grafico siguiente.

### Medias y 95.0% de Fisher LSD

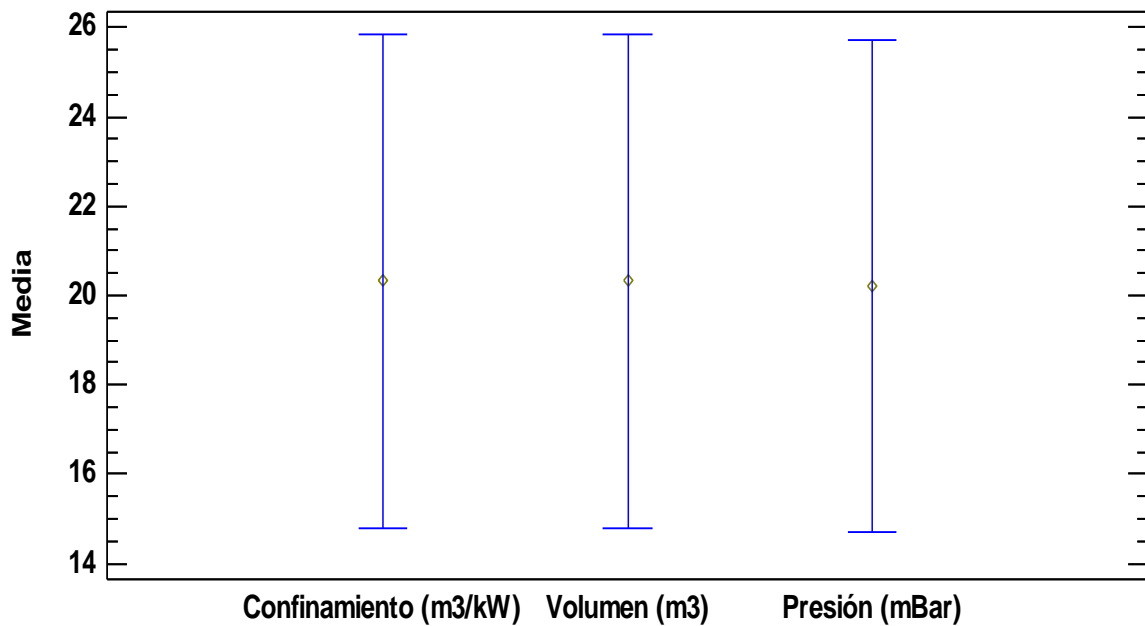


Figura 13. Gráfico de comparación de medias de las variables independientes y dependientes

#### ▪ Pruebas de Múltiple Rangos

Tabla 20. Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Presión (mbar)	17	20.21	X
Volumen (m <sup>3</sup> )	17	20.3276	X
Confinamiento (m <sup>3</sup> /kW)	17	20.3276	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
Confinamiento (m <sup>3</sup> /kW) - Volumen (m <sup>3</sup> )	0.1037	11.0352
Confinamiento (m <sup>3</sup> /kW) - Presión (mbar)	0.117647	11.0352
Volumen (m <sup>3</sup> ) - Presión (mbar)	0.117647	11.0352

\* indica una diferencia significativa.

En la tabla 20 se obtuvo tabla aplica para aplicar el procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, la mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. Hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95.0% de confianza confirmando el rechazo de la hipótesis nula, como lo indica Calzada (1970) y se demuestra en el gráfico siguiente.

Gráfico Caja y Bigotes

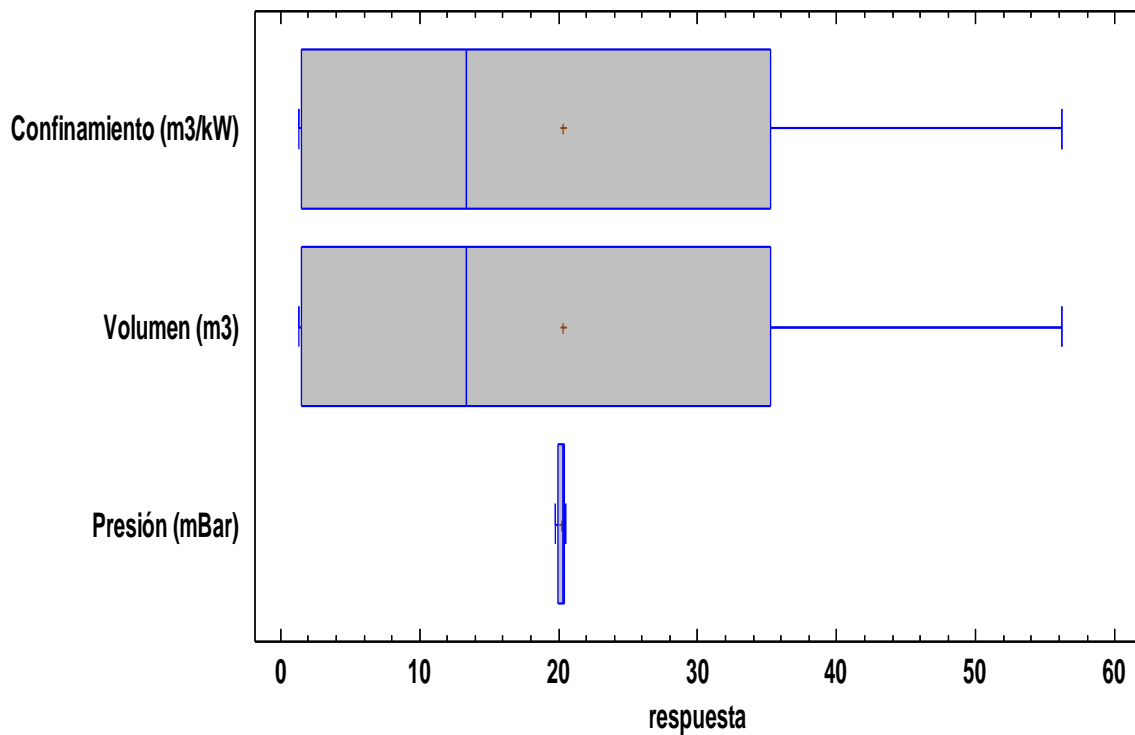


Figura 14. Gráfico de caja y bigotes de Pruebas de Múltiple Rangos

- **Prueba de Kruskal-Wallis**

Tabla 21. Prueba de Kruskal-Wallis

	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
Confinamiento (m <sup>3</sup> /kW)	17	24.5
Volumen (m <sup>3</sup> )	17	24.5
Presión (mbar)	17	29.0

Estadístico = 1.04096 Valor-P = 0.0005942

Fuente. Propia

Se realizó la prueba de Kruskal-Wallis para evaluar la hipótesis nula de que las medianas dentro de cada una de las 3 columnas es la misma, primero se combinaron los datos de todas las columnas y se ordenan de menor a mayor, después, se calcula el rango promedio para los datos de cada columna y se determinó que el valor-P es menor o igual que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza, por lo que se rechaza la hipótesis nula.

**d. Optimización del valor de la presión mediante superficie de respuesta.**

- **Analizar Experimento - Presión (mbar)**

Tabla 22. Efectos estimados para Presión (mbar)

<i>Efecto</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error Estd.</i>	<i>V.I.F.</i>
Promedio	20.39	0.113677	
A: Volumen (m3)	-0.283566	0.113677	1.0
B: Confinamiento (m3)	0.264528	0.113677	1.0
AA	-0.2575	0.150381	1.225
AB	-0.015	0.160764	1.0
BB	-0.322501	0.150381	1.225

Errores estándar basados en el error total con 4 g.l.

Se calculó en la tabla que muestra las estimaciones para cada uno de los efectos se calcularon también el error estándar de cada uno de estos efectos, el cual mide su error de muestreo para un diseño perfectamente ortogonal, todos los factores serían igual a 1.

Esto permitió graficar los estimados en orden decreciente de importancia, mediante el Diagrama de Pareto que se indica seguidamente.

Diagrama de Pareto Estandarizada para Presión (mbares)

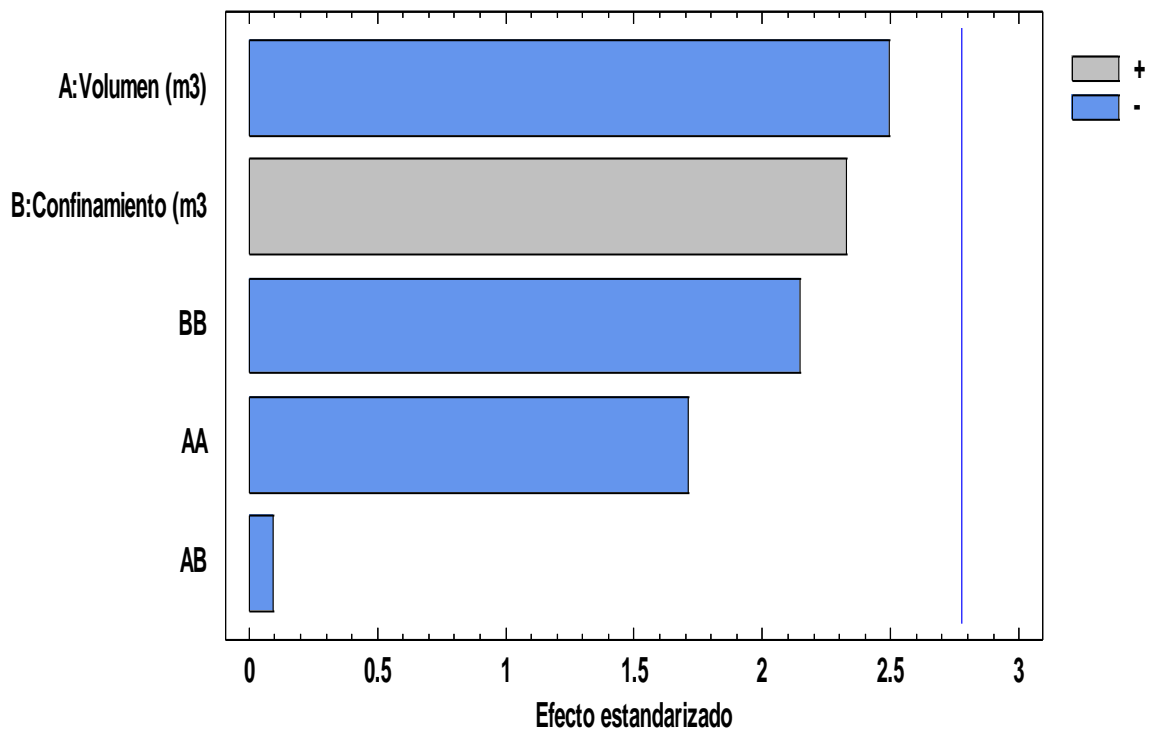


Figura 15. Diagrama de Pareto para optimización de la presión

▪ **Análisis de Varianza para Presión (mbar)**

Tabla 23. Análisis de Varianza para Presión (mbar)

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Volumen (m <sup>3</sup> )	0.16082	1	0.16082	6.22	0.0672
B: Confinamiento (m <sup>3</sup> /kW)	0.13995	1	0.13995	5.41	0.0805
AA	0.0757787	1	0.0757787	2.93	0.1620
AB	0.000225	1	0.000225	0.01	0.9301
BB	0.118865	1	0.118865	4.60	0.0986
Error total	0.10338	4	0.025845		
Total (corr.)	0.54316	9			

R-cuadrada = 80.9669 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 57.1755 por ciento

Error estándar del est. = 0.160764

Error absoluto medio = 0.0939998

Estadístico Durbin-Watson = 2.73823 (P= 0.8523)

Auto correlación residual de Lag 1 = -0.537634

La tabla 23 permitió construir la tabla ANOVA se construyó la particiona de la variabilidad de Presión (mbar) en piezas separadas para cada uno de los efectos lo que significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental; en este caso, 0 efectos tienen una valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%

Se determinó el estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 80.9669% de la variabilidad en Presión (mbar) el estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 57.1755%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0.160764.

Gráfica de Efectos Principales para Presión (mbares)

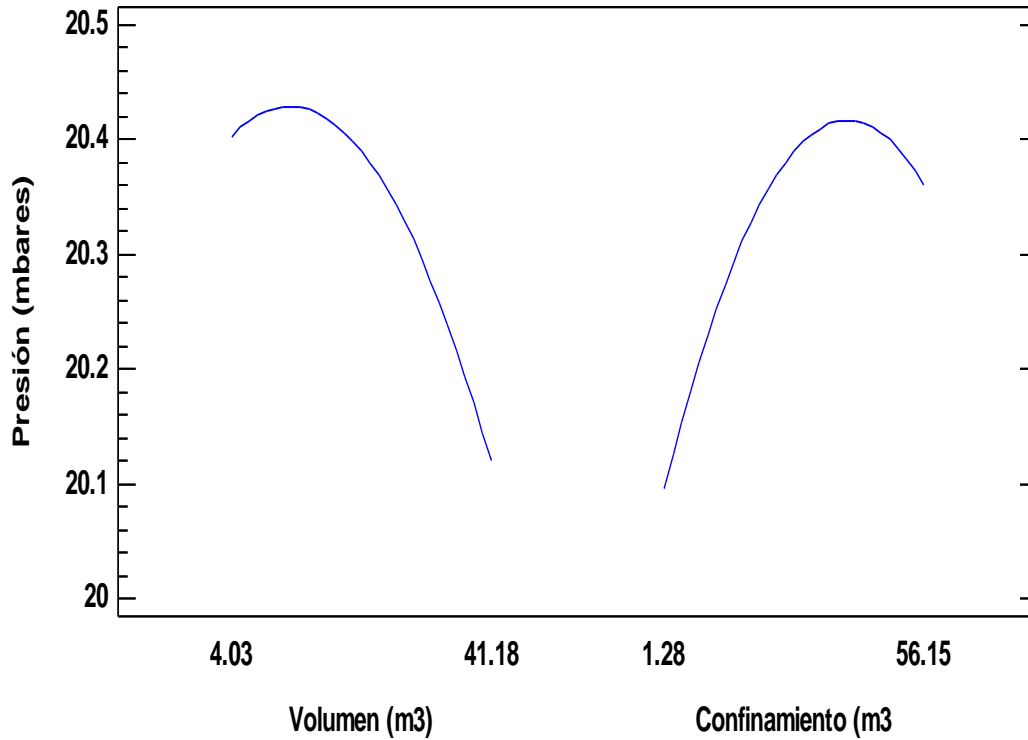


Figura 16. Grafica de efectos principales para presión

**Coefficiente de regresión para Presión (mbar)**

Tabla 24. Coeficiente de regresión para Presión (mbar)

<i>Coeficiente</i>	<i>Estimado</i>
constante	20.0472
A: Volumen (m <sup>3</sup> )	0.00965997
B: Confinamiento (m <sup>3</sup> /kW)	0.0174572
AA	-0.000373156
AB	-0.0000147173
BB	-0.000214235

Fuente. Propia



Se determinó a partir de la tabla 24 la ecuación del modelo ajustado:

$$\text{Presión (mbar)} = 20.0472 + 0.00965997 \cdot \text{Volumen (m}^3) + 0.0174572 \cdot \text{Confinamiento (m}^3) - 0.000373156 \cdot \text{Volumen (m}^3)^2 - 0.0000147173 \cdot \text{Volumen (m}^3) \cdot \text{Confinamiento (m}^3) - 0.000214235 \cdot \text{Confinamiento (m}^3)^2$$

Su grafica se reporta en la figura siguiente.

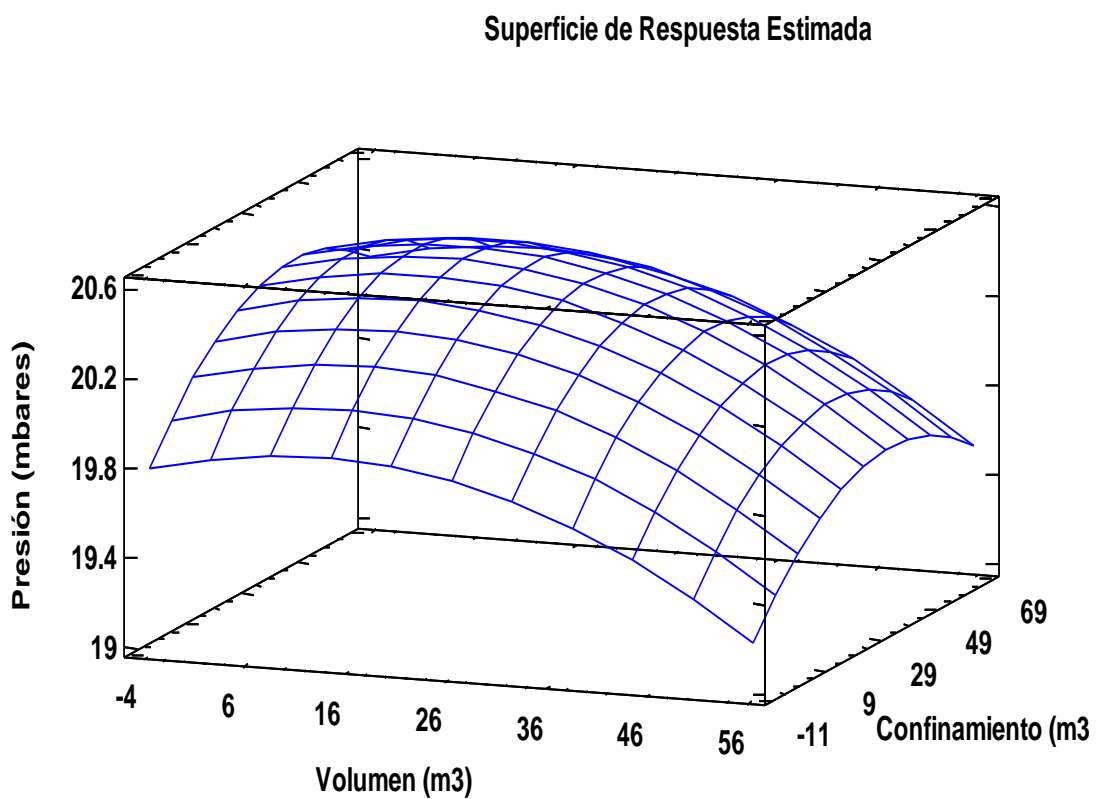


Figura 17. Superficie de respuesta estimada para la presión.

### **Optimizar Respuesta para la presión**

Meta: maximizar Presión (mbar)

Valor óptimo = 20.4579

Tabla 25. Optimización de la presión

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Volumen (m <sup>3</sup> )	-3.66402	48.874	12.1448
Confinamiento (m <sup>3</sup> /kW)	-10.0839	67.513	40.305

Fuente. Propia

La tabla permitió calcular la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza Presión (mbar) sobre la región indicada para un valor de 20.4579 mbar que están dentro de los valores establecido por la norma como lo indica la Norma Técnica Peruana 111.011-2014 y lo indican Arroyo (2013), Rocca (20011) y Osinergmin (2014).

e. Cálculos en la parte física del diseño de ventilación en las redes de gas natural para el edificio multifamiliar parque SAN MARTIN – ubicado en el distrito de PUEBLO LIBRE – LIMA - PERU en el año 2016

El diseño de adjunta en las figuras siguientes que se reporta en un CD sobre los planos de las áreas y los ambientes de los departamentos.

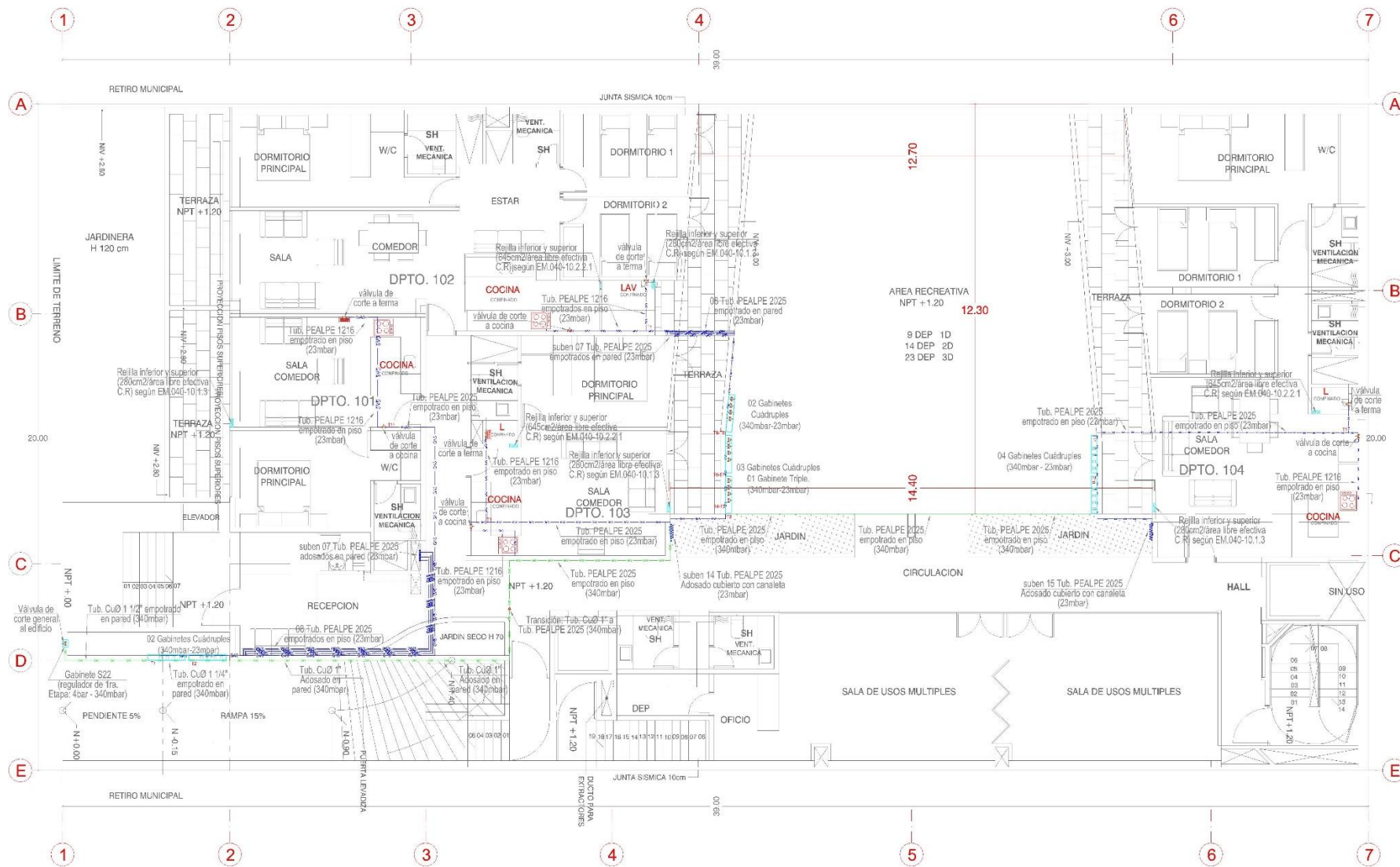


Figura 18. Vista de planta del piso de ingreso para los cálculos de confinamiento en función de su área, potencia y volumen.

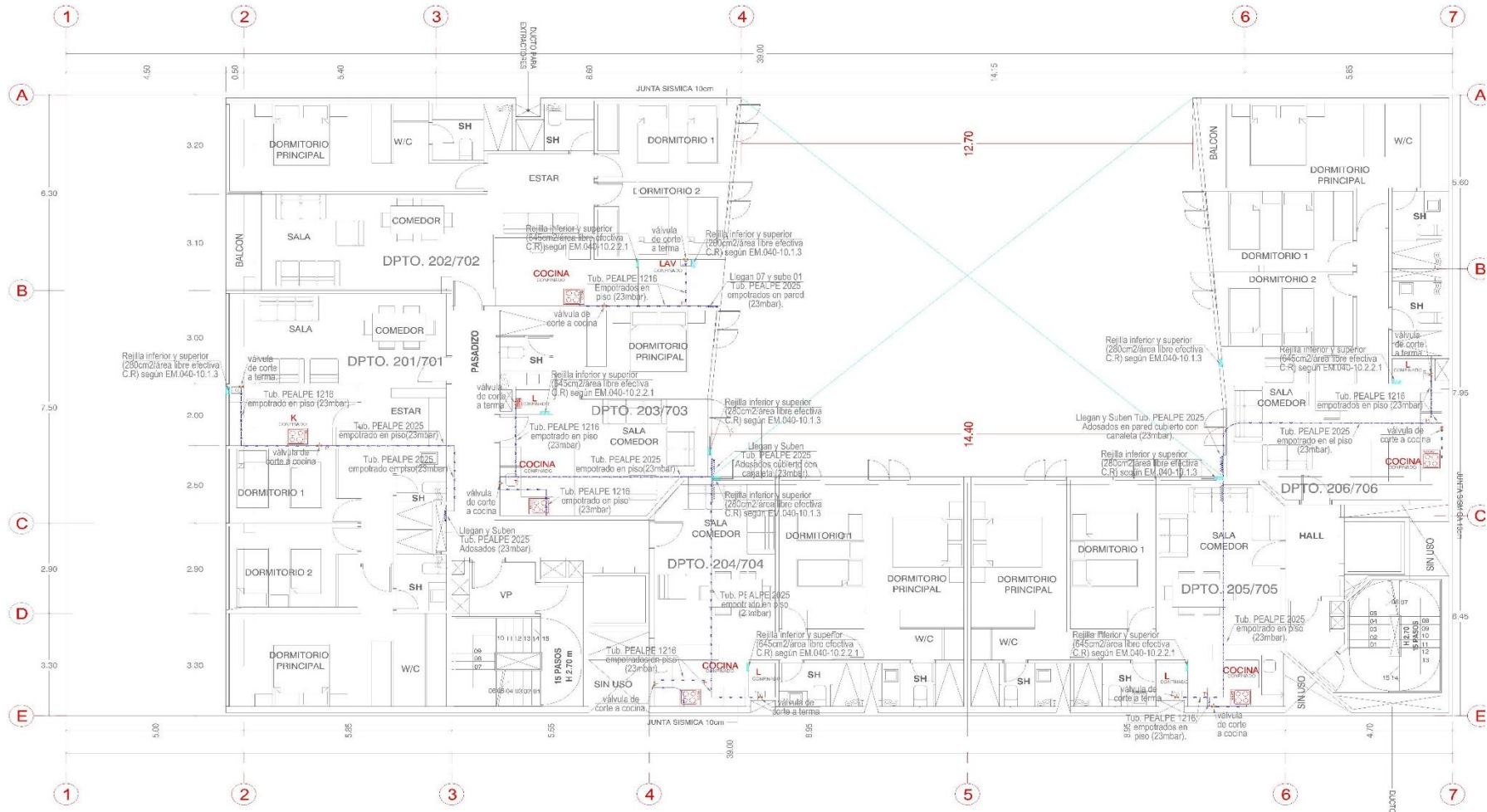


Figura 19. Vista de planta del piso típico 2do al 7mo para los cálculos de confinamiento en función de su área, potencia y volumen.

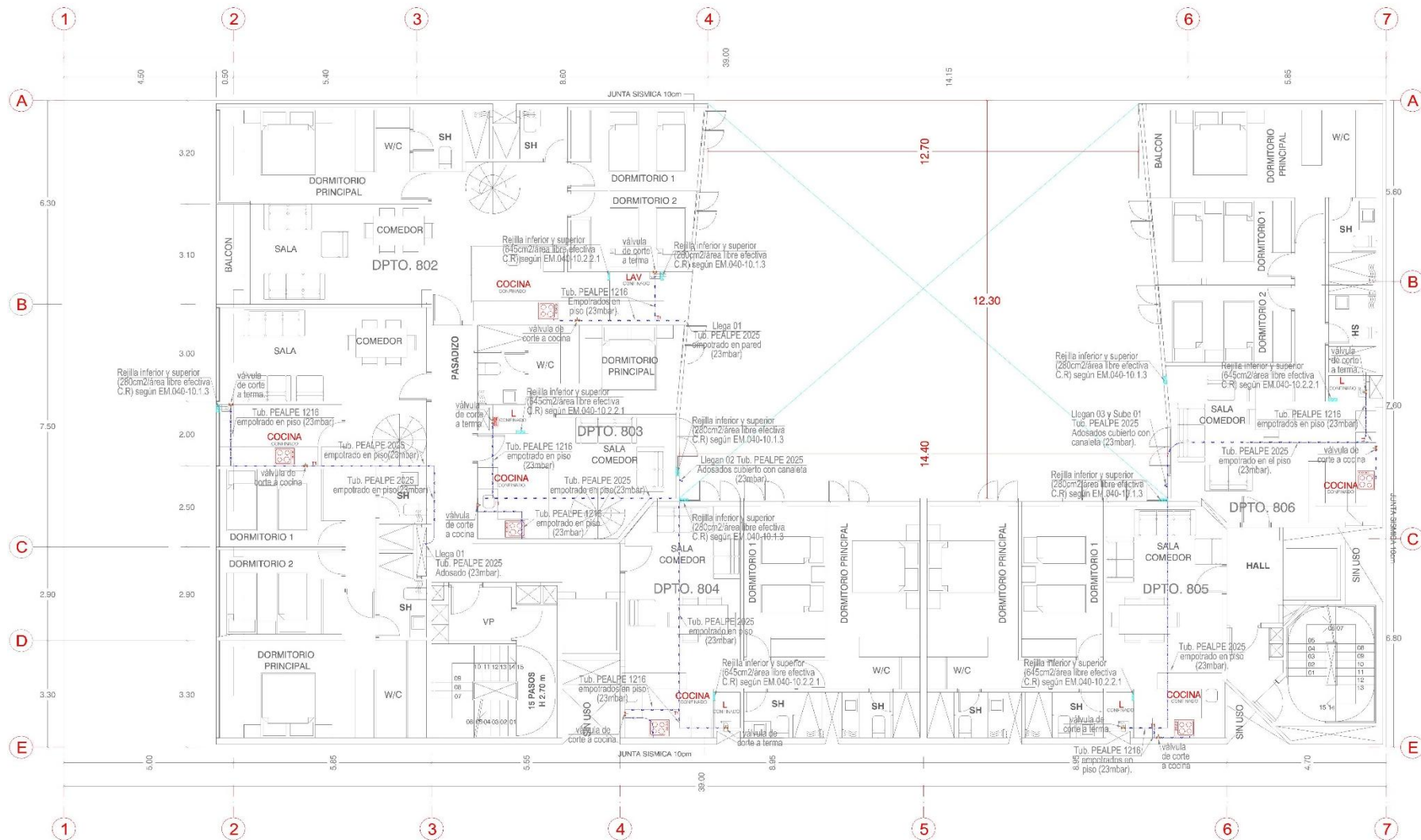


Figura 20. Vista de planta del piso 8 para los cálculos de confinamiento en función de su área, potencia y volumen

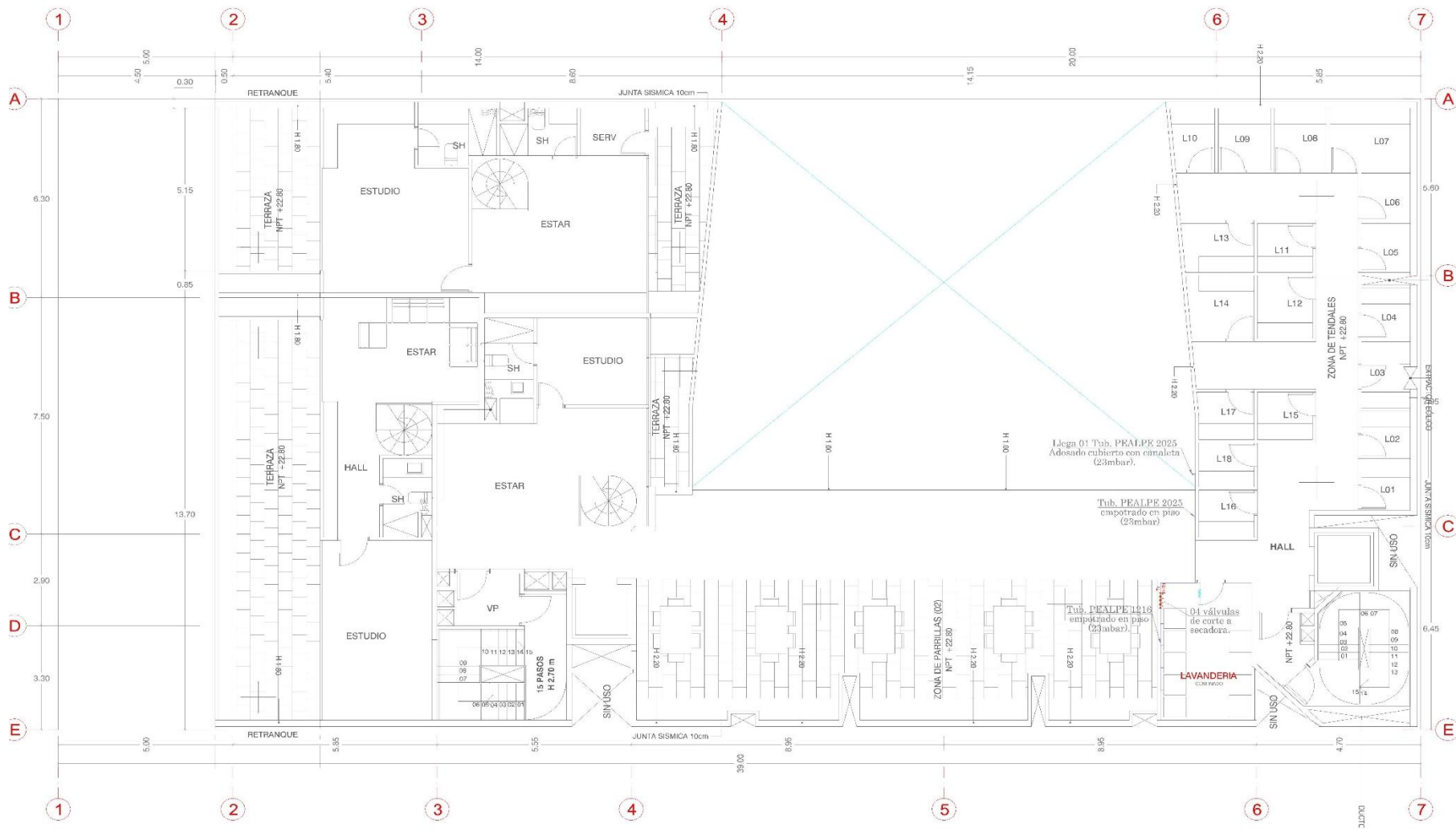


Figura 21. Vista de planta de la Azotea para los cálculos de confinamiento en función de su área, potencia y volumen.

## **V. DISCUSION**

### **5.1 Discusión de los resultados de las evaluaciones estadísticas para la contrastación de las hipótesis con sus respectivas variables.**

Los resultados obtenidos en la evaluación de las medidas de tendencia central del comportamiento de las variables independientes que fueron manipuladas como fueron el volumen, el confinamiento sobre la presión permitieron la aceptación de la hipótesis indicando que el diseño de ventilación de las redes de gas natural influyen en el edificio multifamiliar parque San Martin ubicado en el distrito de pueblo libre - Lima – Perú en el año 2016, al mostrar los comportamientos de las medias, medianas y la prueba de Kruskal-Wallis como lo indica Calzada (1970) y Tamayo (2003); los valores empíricos encontrados para la presión son coincidentes con lo que manifiestan norma técnica peruana 111.011-2014 y lo indican Arroyo (2013), Rocca (2011) y Osinergmin (2014).

### **5.2. Discusión de los resultados empíricos del diseño de ventilación de las redes de gas natural en la construcción del edificio multifamiliar parque San Martin- Lima – Perú.**

- Los resultados en el diseño mostraron los valores de las potencias están entre los valores mínimo de 8.7 kw y el máximo de 29.58 kw, en el cual el valor del rango recomendable es de 20.58 kw como lo indica la Norma Técnica Peruana 111.011-2014, Osinergmin (2014) y Rocca (2011)
- Se encontró que los valores de los volúmenes están entre los valores mínimo de 1.28m<sup>3</sup> y el máximo de 56.15m<sup>3</sup>, en el cual el valor del rango recomendable es de 54.87m<sup>3</sup> como lo indica la Norma Técnica Peruana 111.011-2014 y Osinergmin (2014).
- Los resultados con respecto a los confinamientos están entre los valores mínimo de 0.1 y máximo de 6.45, en el cual los ambientes de los departamentos que tengan los valores menores de 4.8 son considerados ambientes confinados y

deben de tener rejillas de ventilación, los que tengan los valores mayores a 4.8 son considerados ambientes no confinados, en el cual no llevaran rejillas de ventilación. Siendo su valor del rango que se recomienda es de 6.35 para que sea considerado un ambiente no confinado y pueda existir una buena circulación de aire como lo indica Osinergmin (2014), la norma técnica de edificaciones EM.040 Instalaciones de gas y coapaza (2015).

Coapaza Quispe (2015), en su tesis titulada “ANÁLISIS TÉCNICO - ECONÓMICO DEL USO DEL GAS NATURAL COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL DE LA PROVINCIA DE AREQUIPA”, universidad nacional de san Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. Nos indica que se considera que el espacio es confinado cuando el volumen del recinto dividido entre la potencia total de como resultado menor a 4.8 m<sup>3</sup>/kw. También se analizó la comunicación del recinto con otros ambientes y se consideró al volumen de esos ambientes contiguos para el cálculo. En caso que una vivienda resulte del tipo confinada se deberá colocar dos aberturas permanentes que comuniquen el espacio no confinado con el exterior o con otros ambientes para aumentar el volumen de aire circulante.

▪ En el cuadro de resumen estadístico correspondiente a la presión final de llegada de la línea montante principal de media presión de 340mbar, hacia los gabinetes cuádruples y triples (centros de medición) del edificio multifamiliar coincidente con lo que indica por la Norma Técnica Peruana 111.011-2014 y Osinergmin (2014), se indica que

- Los valores de la longitud están entre los valores mínimo de 0.30 m y el máximo de 12.00 m, en el cual el valor del rango recomendable es de 11.70 m.
- Los valores de los caudales están entre los valores mínimo de 3.74m<sup>3</sup>/h y el máximo de 39.01m<sup>3</sup>/h, en el cual el valor del rango recomendable es de 35.27m<sup>3</sup>/h.
- Los valores de los diámetros están entre los valores mínimo de 0.02 mm y el máximo de 0.03824 mm, en el cual el valor del rango recomendable es de 0.01824mm.



- Las presiones finales de la línea montante están entre los valores mínimos de 241.52 mbar y máximo de 336.00 mbar, en el cual los valores son superiores a 238 mbar, en el cual concuerda con Osinergmin cumpliendo con la Norma Técnica peruana 111.011-2014 para el diseño y dimensionamiento del sistema de tuberías.

Finalmente en la distribución de los resultados empíricos del diseño de ventilación de las redes de gas natural en la construcción del edificio cumplieron con lo establecido por la Norma Técnica Peruana 111.011-2014 y Osinergmin (2014), en el cuadro de resumen estadístico correspondiente a la presión final de llegada de las líneas internas de baja presión 23 mbar, desde los gabinetes cuádruples y triples en los centros de medición hacia los departamentos del edificio multifamiliar se indica que:

- Los valores de la longitud están entre los valores mínimo de 1.95 m y el máximo de 27.45 m, en el cual el valor del rango recomendable es de 25.50 m.
- Los valores de los caudales están entre los valores mínimo de 0.93 m<sup>3</sup>/h y el máximo de 2.08 m<sup>3</sup>/h, en el cual el valor del rango recomendable es de 1.15 m<sup>3</sup>/h.
- Los valores de los diámetros están entre los valores mínimo de 0.012 mm y el máximo de 0.020 mm, en el cual el valor del rango recomendable es de 0.008 mm.

De acuerdo a los valores indicados se encontraron las presiones finales de las líneas internas que están entre los valores mínimos de 19.43 m bar y máximo de 20.51 mbar, siendo su valor optimo por superficie de respuesta de 20.45 mbar en el cual los valores son superiores a 18 mbar, en el cual concuerda Norma Técnica Peruana 111.011-2014, Osinergmin (2014) y Coapaza (2015)

Coapaza Quispe (2015), en su tesis titulada "ANÁLISIS TÉCNICO - ECONÓMICO DEL USO DEL GAS NATURAL COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL DE LA PROVINCIA DE

AREQUIPA”, universidad nacional de san Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. Nos indica que en la Instalación de línea individual interna permite la conducción del gas natural hacia los distintos artefactos desde los centros de medición, se hizo los cálculos con 23 mbar de presión y se consideró las pérdidas de presión.

## VI. CONCLUSIONES

Al término de la tesis se llegó a las conclusiones siguientes:

- ❖ Se estableció que es de gran importancia del diseño de ventilación en las redes de gas natural para el edificio multifamiliar parque san Martín ubicado en el distrito de Pueblo Libre - Lima – Perú en el año 2016 a fin de mantener los valores de volumen, confinamiento sobre la presión un valor óptimo de 20.45 mbar.
- ❖ La importancia del diseño de las redes de gas natural para el edificio multifamiliar se ve establecido por los valores de las presiones finales de las líneas internas están entre los valores mínimos de 19.43 mbar y máximo de 20.51 mbar, siendo su valor óptimo por superficie de respuesta de 20.45 mbar en el cual los valores son superiores a 18 mbar.
- ❖ Los confinamientos expresados en  $\text{m}^3/\text{kw}$  están entre los valores mínimo de 0.1 y máximo de 6.45, siendo su valor del rango que se recomienda es de 6.35 para que sea considerado un ambiente no confinado y pueda existir una buena circulación de aire.

## VII. RECOMENDACIONES

La tesis en su término permite las siguientes recomendaciones, en el cual debemos tener en cuenta para edificios multifamiliares al momento de tener que diseñar y realizar proyectos de instalaciones de gas natural:

- ❖ Se deben utilizar en los edificios multifamiliares los valores de volumen, confinamiento sobre la presión un valor óptimo de 20.45 mbar.
- ❖ En el diseño de las redes de gas natural los valores de las presiones finales de las líneas internas deben de estar entre los valores mínimos de 19.43 mbar y máximo de 20.51 mbar para así asegurar el funcionamiento de los artefactos de gas instalados.
- ❖ Los confinamientos para los ambientes de los departamentos deben tener valores de 6.35 para que sea considerado un ambiente no confinado y pueda existir una buena ventilación debido a que se necesita que exista un ingreso y salida de aire circulante para que pueda producirse un enfriamiento de la combustión realizada por los artefactos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Alcozer Peña, N. L., Arohuanca Lagos, D. G., & Guillen Chavez, E. D. (2013).** *PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO PARA EL SECTOR GAS NATURAL EN EL PERÚ*. PERÚ: Pontificia Universidad Católica del Perú.

**Andre Sarmiento, O. (2005).** *DISEÑO Y ANÁLISIS ECONÓMICO DE UNA INSTALACIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO APLICADO AL EDIFICIO MILENIUN DE LA CIUDAD DE LOJA*. ECUADOR: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

**Arroyo Padilla, S. (2013).** *PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN VÍA PÚBLICA PARA LA COLONIA DEL CARMEN EN LA DELEGACIÓN COYOACÁN*. MÉXICO: Universidad Autónoma de México.

**Bruno Wong, E. (2007).** *METODOLOGÍA DE INSTALACIONES DE GAS Y SANITARIAS APLICACIÓN PARA UN MERCADO EN EL CALLAO (ASOCIACIÓN DE TRABAJADORES DEL MERCADO 1ERO. DE MAYO)*. PERÚ: Universidad Ricardo Palma.

**Calzada Benza, J. (1970).** *MÉTODOS ESTADÍSTICOS*. LIMA PERÚ: Editorial Jurídica.

**Castillo Ponce, E., & Malca Reyes, S. (2013).** *ANÁLISIS Y PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL PARA UN CENTRO OPERACIONAL DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN LA REGIÓN ICA*. PERU: Universidad Privada Antenor Orrego.

**Coapaza Quispe (2015).** *ANÁLISIS TÉCNICO - ECONÓMICO DEL USO DEL GAS NATURAL COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL DE LA PROVINCIA DE AREQUIPA*. PERÚ: universidad nacional de san Agustín de Arequipa.

**Damian Casarrubias, F. J. (2013).** *EXPERIENCIA LABORAL EN DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURA*. MÉXICO: Universidad Nacional Autónoma de México.

**Fernandez Guzman, V. (s.f.).** *EL GAS NATURAL Y LA CALIDAD DE VIDA: FACTORES PERCIBIDOS POR LOS HOGARES EN UN PAÍS EN VÍAS DE DESARROLLO.* Universitat Ramon Llull.

**Hermogenes Diaz, G. (2009).** *PROYECTO DE INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN LA CIUDAD DE TINGO MARIA*". Peru: Universidad Nacional de Ingeniería.

**Osinergmin. (2014).** *NORMA TÉCNICA PERUANA 111.011.* Perú: 3° Edición.

**Osinergmin. (2015).** *NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN EM 040 INSTALACIONES DE GAS.* Perú.

**Quispe Aguilar, H. (2015)).** *INSTALACIÓN DE REDES DE TUBERÍAS DE GAS EN VIVIENDAS EXISTENTES EN LA COOPERATIVA DE VIVIENDA LA FORTALEZA ETAPA I PAMPAS DE SAN JUAN DE MIRAFLORES-LIMA.* PERU: Universidad Peruana de Integración Global.

**Ramirez Espejel, E. (2013).** *DISEÑO Y ANÁLISIS DE LA RED INTERNA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL HACIA LOS CENTROS DE CONSUMO DE LA PLANTA METAL-MECÁNICA, BAJO NORMAS DE USO Y MANEJO DE GAS NATURAL.* Mexico: Instituto Politécnico Nacional.

**Rocca Martínez, G. J. (2011).** *DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL PARA USO DOMÉSTICO EN EL SECTOR LAS COQUIZAS DEL MUNICIPIO MATURÍN DEL ESTADO MONAGAS.* Barcelona: Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui.

**Tamayo y Tamayo, M. (2003).** *EL PROCESO DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA.* México: Cuarta edición. LIMUSA S.A.

**Tavares Jiménez, M. (2013).** *INSTALACIÓN DE LÍNEA DE GAS.* México: Universidad Tecnológico de Querétaro.

## ANEXOS

### Anexo 01. Matriz de Consistencia

<i>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</i>	<i>OBJETIVO</i>	<i>HIPÓTESIS</i>	<i>VARIABLES</i>	<i>MÉTODOS</i>
<p>Planteamiento del problema</p> <p>Problema General: ¿Cómo influye el diseño de ventilación en las redes de gas natural en el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de Pueblo Libre - Lima – Perú en el año 2016?</p> <p>Problemas Específicos: ¿Cómo influye el diseño en las redes de gas natural en el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de Pueblo Libre</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Determinar cómo influye el diseño de ventilación en las redes de gas natural en el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de Pueblo Libre - Lima – Perú en el año 2016.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b> Determinar cómo influye el diseño en las redes de gas natural para el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de Pueblo</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b> H1: El diseño de ventilación de las redes de gas natural influyen en el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de Pueblo Libre- Lima – Perú en el año 2016</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b> H1: El diseño de las redes de gas natural influyen en el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de Pueblo Libre- Lima – Perú en el año 2016.</p>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> El diseño de ventilación en las redes de gas natural.</p> <p>Indicadores - Presión (mbar) - Volumen (m<sup>3</sup>) - Confinado (m<sup>3</sup>/kw) - No Confinado (m<sup>3</sup>/kw)</p> <p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado</p>	<p><b>MÉTODO</b> Método Deductivo</p> <p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> Aplicada</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b> Diseño no experimental</p> <p><b>POBLACIÓN</b> Edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de pueblo libre- Lima – Perú en el año 2016.</p> <p><b>MUESTRA</b> Departamentos:</p>

- Lima – Perú en el año 2016?	Libre - Lima – Perú en el año 2016.	H2: Los sistemas de ventilación de las redes de gas natural influyen en el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de Pueblo Libre- Lima – Perú en el año 2016.	en el distrito de Pueblo Libre- Lima – Perú en el año 2016.	101 – 102 – 103 – 104 - 201 – 202 – 203 – 204 – 205 – 206 - 301 – 302 – 303 – 304 – 305 – 306 - 401 – 402 – 403 – 404 – 405 – 406 - 501 – 502 – 503 – 504 – 505 – 506 - 601 – 602 – 603 – 604 – – 605 – 606 - 701 – 702 – de 703 – 704 – 705 – 706 - 801 – 802 – 803 – 804 – 805 – 806.
¿Cómo influye la ventilación en las redes de gas natural en el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de Pueblo Libre- Lima – Perú en el año 2016?	Determinar cómo influye la ventilación en las redes de gas natural en el edificio multifamiliar parque san Martin ubicado en el distrito de Pueblo Libre - Lima – Perú en el año 2016.		Indicadores Departamento (Numero de ambientes cantidad artefactos)	

TÉCNICAS E  
INSTRUMENTOS  
Tablas, Fichas Y  
Planos.



### Anexo 02. Matriz Operacional

VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	ITEMS	VALORES CATEGORIAS
<b>D.:</b> <b>EL DISEÑO DE VENTILACIÓN</b> <b>EN LAS REDES DE GAS</b> <b>NATURAL</b>	<b>Volumen</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	$V = A \times h$	Seguridad
	<b>Presión</b>	<b>mbar</b>	$P_f = P_i - \Delta p$	
	<b>Confinado</b>	<b>m<sup>3</sup>/kw</b>	$\frac{\text{Volumen}}{\text{Potencia}} < 4.8$	
	<b>No Confinado</b>	<b>m<sup>3</sup>/kw</b>	$\frac{\text{Volumen}}{\text{Potencia}} > 4.8$	
<b>I.:</b> <b>EL EDIFICIO MULTIFAMILIAR</b> <b>PARQUE SAN MARTIN</b> <b>UBICADO EN EL DISTRITO DE</b> <b>PUEBLO LIBRE- LIMA – PERÚ</b> <b>EN EL AÑO 2016</b>	<b>Departamentos</b>	<b>Numero de ambientes</b>	Techar / Sin Techar	Seguridad
		<b>Cantidad de artefactos</b>	Potencia total (ficha técnica)	

**Anexo 03: Fichas tecnicas de los artefactos**

**Calentador de agua modelo: ECO 5500-N**



CGAS	
<b>Nombre</b>	Calentador de agua a Gas
<b>Tipo</b>	A
<b>Tipo de Escape</b>	Fule Exhaust
<b>Modelo</b>	ECO5500-N
<b>Tipo de Gas</b>	2000Pa
<b>Presión de Agua</b>	0.025-1.0MPa
<b>Energía Calorífica</b>	11Kw
<b>Capacidad</b>	5.5L/min
<b>No. serie</b>	201600232



### Estufa Autosoportable

- Color Negro - Acero.
- Tapa en vidrio cristal templado.
- Cubierta en acero inoxidable.
- Quemadores en bronce.
- Botonera y tapa asador en acero inoxidable.
- Encendido eléctrico y luz en el horno
- 110 V.A.C /60Hz.
- Bandeja recolectora de grasa.
- Dimensiones: Frente 51,0 cm  
Fondo 55,0 cm  
Altura 93,5 cm.
- Garantía 12 meses.

Denominación comercial: Cocina

País de fabricación: China  
 Categoría: II2H3P  
 Tipo: A  
 Tipo de gas: G.N. G.L.P  
 Presión de gas: 18 mBar 28 mBar

Dimensiones: 51cm x 55cm x 93cm

Rango de altura: 2800 m.s.n.m.

#### Anexo 04: Formulas de diseño.

Fórmula de Pole: (RED INTERNA)

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

Donde:

$\Phi$  : Diámetro interior real en centímetros (cm)

$L$  : Longitud en metros (m)

$\Delta p$  : Pérdida de presión en Pascal (Pa)

$PCT$  : Potencia de cálculo total (Mcal/hora)

$K$  : Factor de fricción según diámetro  $\Phi$

$Coef$  : Para gas natural: 0,0011916

Fórmula de Renouard (MONTANTE)

$$\Delta p = 22759 \times d \times L \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

De donde:

$\Delta p$ : Pérdida de presión en mbar.

$D$  : Densidad del gas natural seco.

$L$  : Longitud en metros (m).

$Q$  : Caudal en  $m^3/h$  a condiciones estándar.

$D$  : Diámetro en milímetros (mm).

Fórmula de Espacio confinado:

$$\frac{\text{Volumen}}{\text{potencia}} < 4.8m^3/kw$$

Fórmula de Espacio no confinado:

$$\frac{\text{Volumen}}{\text{potencia}} > 4.8m^3/kw$$

## Anexo 05. Evidencias del trabajo empírico



*Figura 22. Centro de medición (Gabinete)*



*Figura 23. Prueba de hermeticidad – Presión Final: 1.2 bar.*

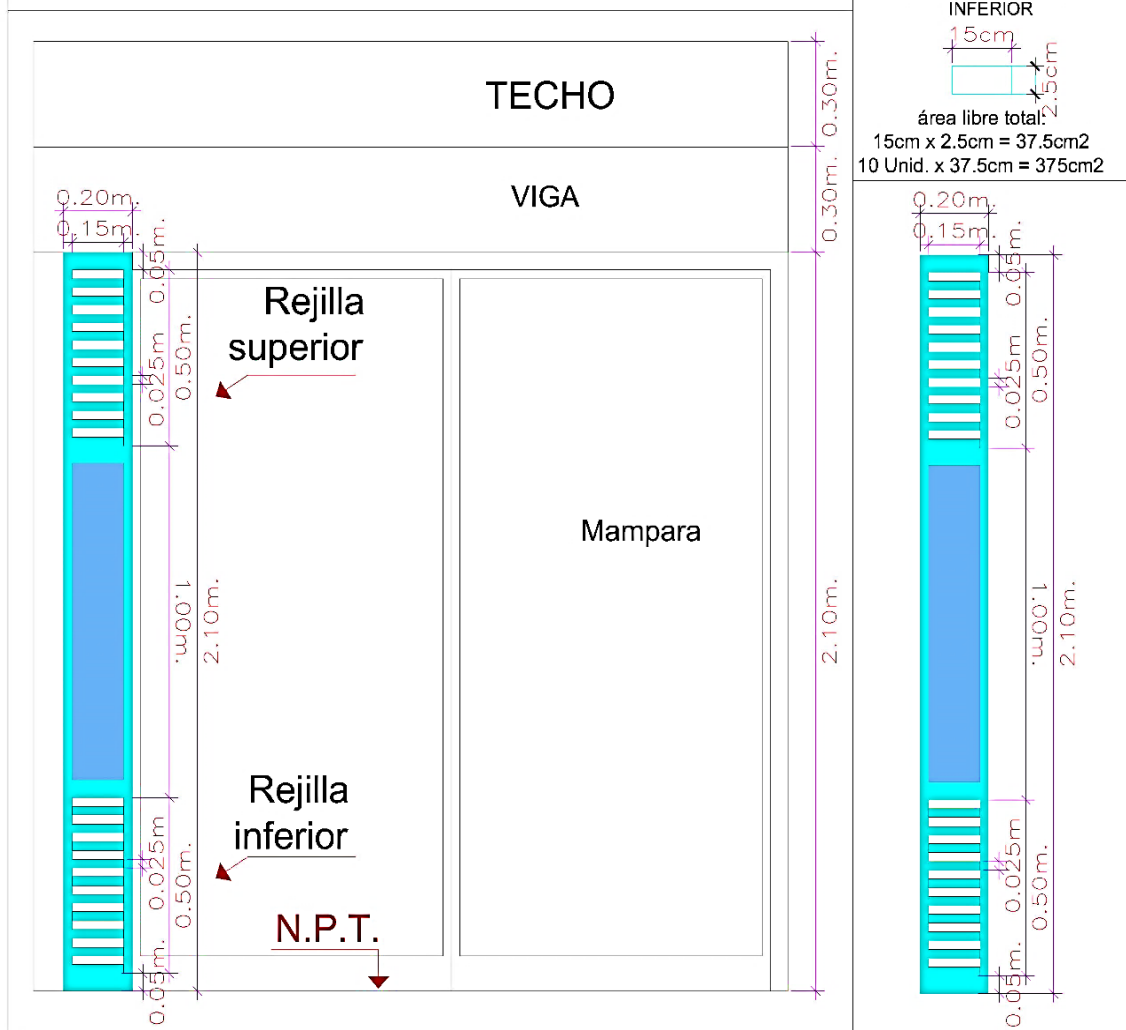


*Figura 24. Artefactos de cocina instalados en los departamentos.*



*Figura 25. Tipos de rejillas instaladas en los departamentos.*

## Detalle "2": Ventilación - Mampara



Según EM.040-10.1.3. Requerimientos mínimos adicionales de aire y/o aberturas permanentes para ventilación.

Para edificaciones nuevas.

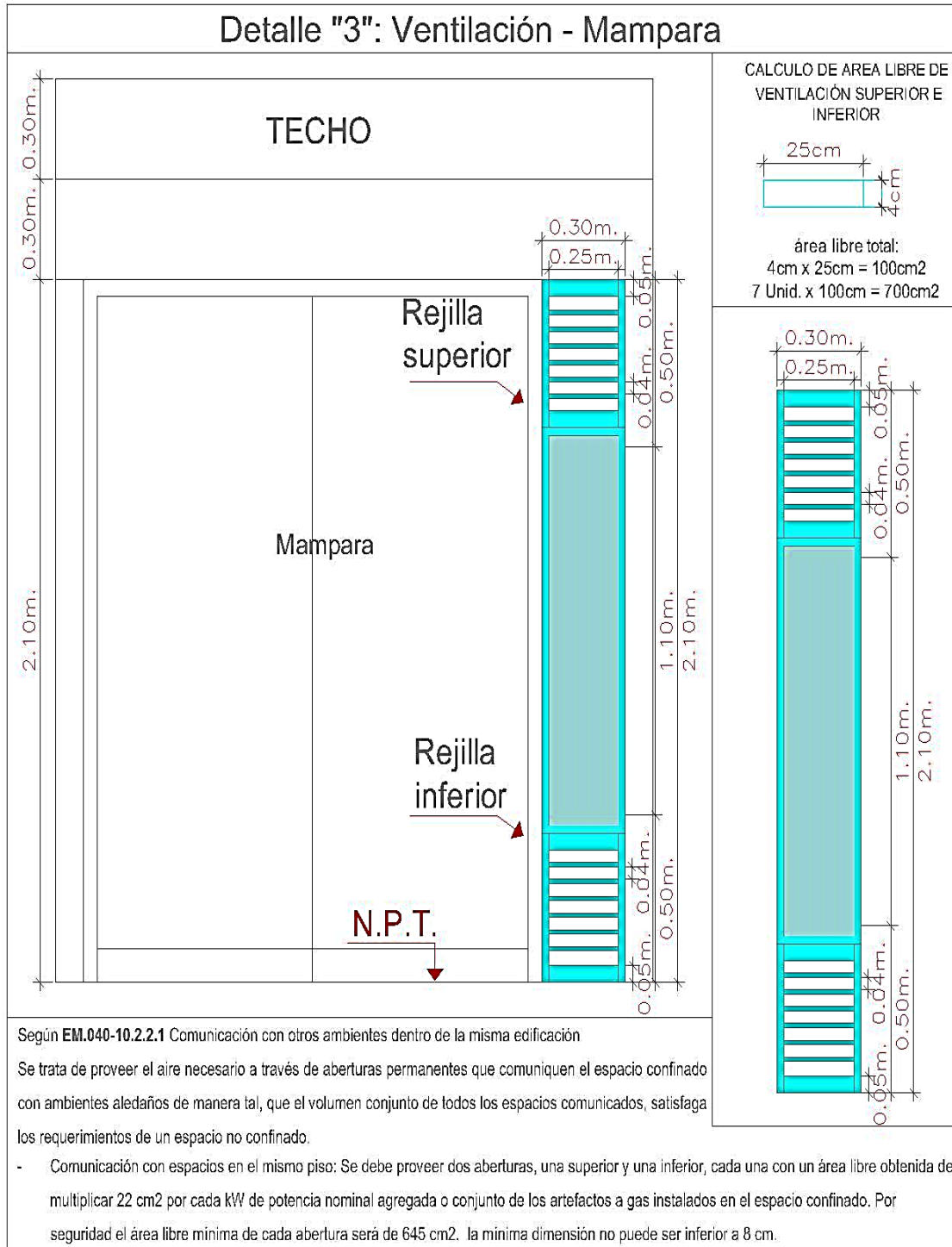
En caso de edificaciones nuevas, sin proyecto constructivo aprobado a la fecha de la dación de la presente norma, se deberá considerar obligatoriamente en el diseño arquitectónico de las áreas de lavandería y/o cocina la existencia de una abertura inferior y otra superior para ventilación, ambas permanentes y con acceso al exterior de la edificación (es decir, con acceso a la atmósfera exterior, a un patio de ventilación o a un ambiente abierto hacia el exterior.)

El lado inferior de la abertura inferior así como el lado superior de la abertura superior estarán ubicados como máximo a los 30cm sobre el nivel del piso y del techo terminado respectivamente con un área mínima total de 280 cm<sup>2</sup> y cuyo lado mínimo será de 8cm.

Si se pretende instalar artefactos a gas en otros ambientes de la edificación, cada uno de estos también deberán tener dos aberturas con las características antes descritas.

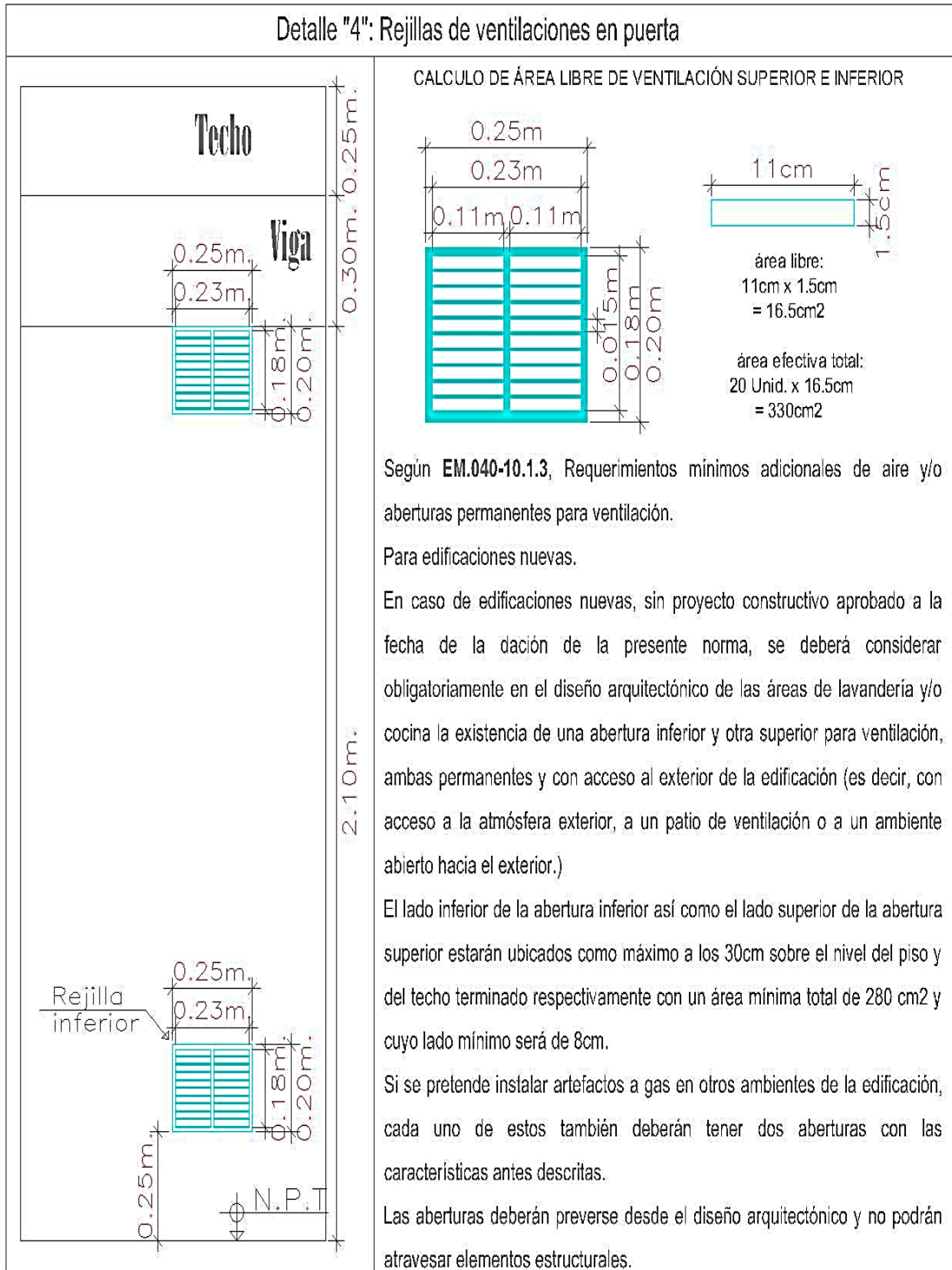
Las aberturas deberán preverse desde el diseño arquitectónico y no podrán atravesar elementos estructurales.

**Figura 26.** Rejillas de ventilación superior e inferior con un área libre efectiva de 375cm<sup>2</sup> cada rejilla en mampara hacia el exterior.

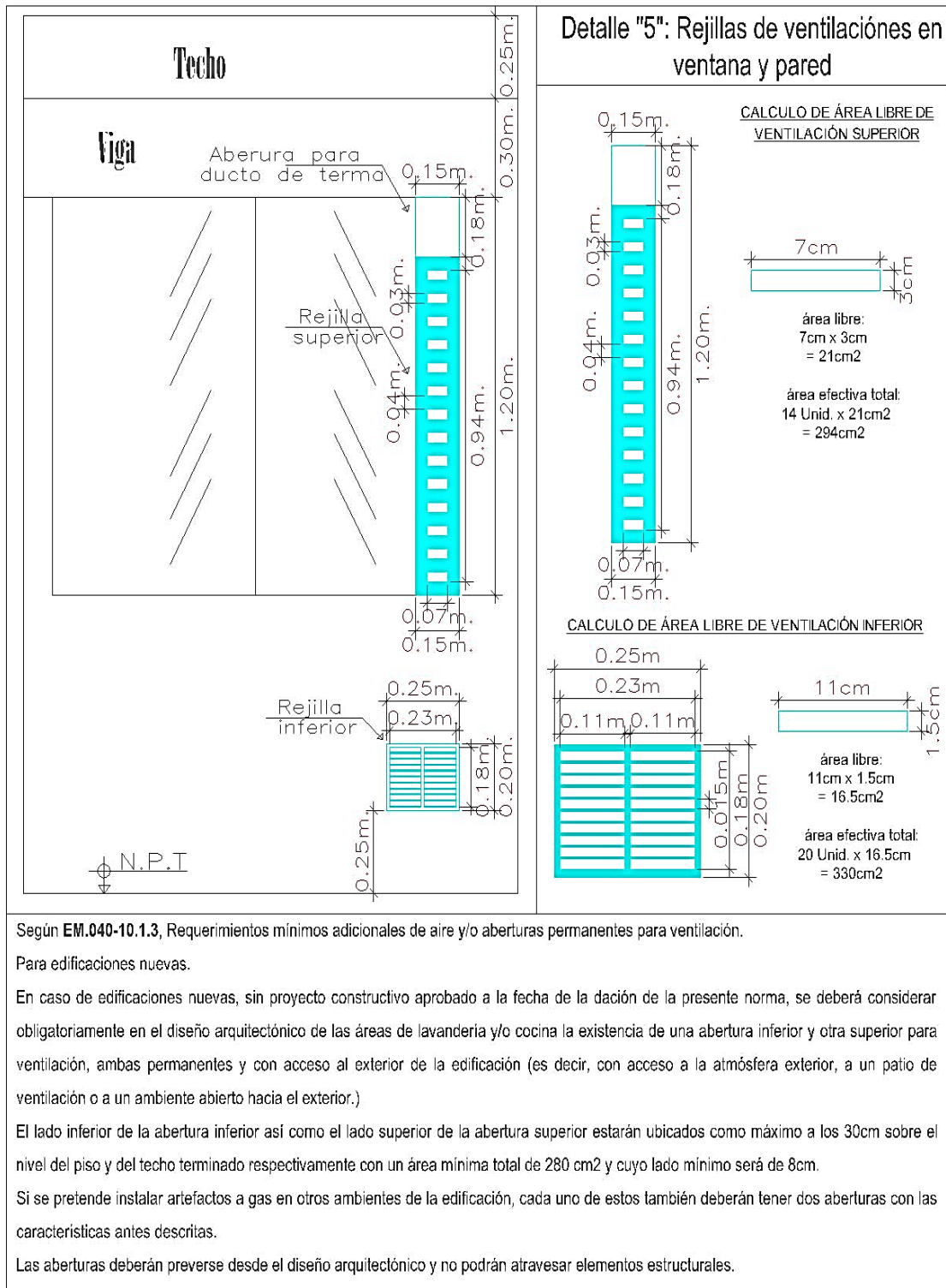


**Figura 27.** Rejillas de ventilación superior e inferior con un área libre efectiva de 700cm<sup>2</sup> cada rejilla en mampara hacia otro ambiente.

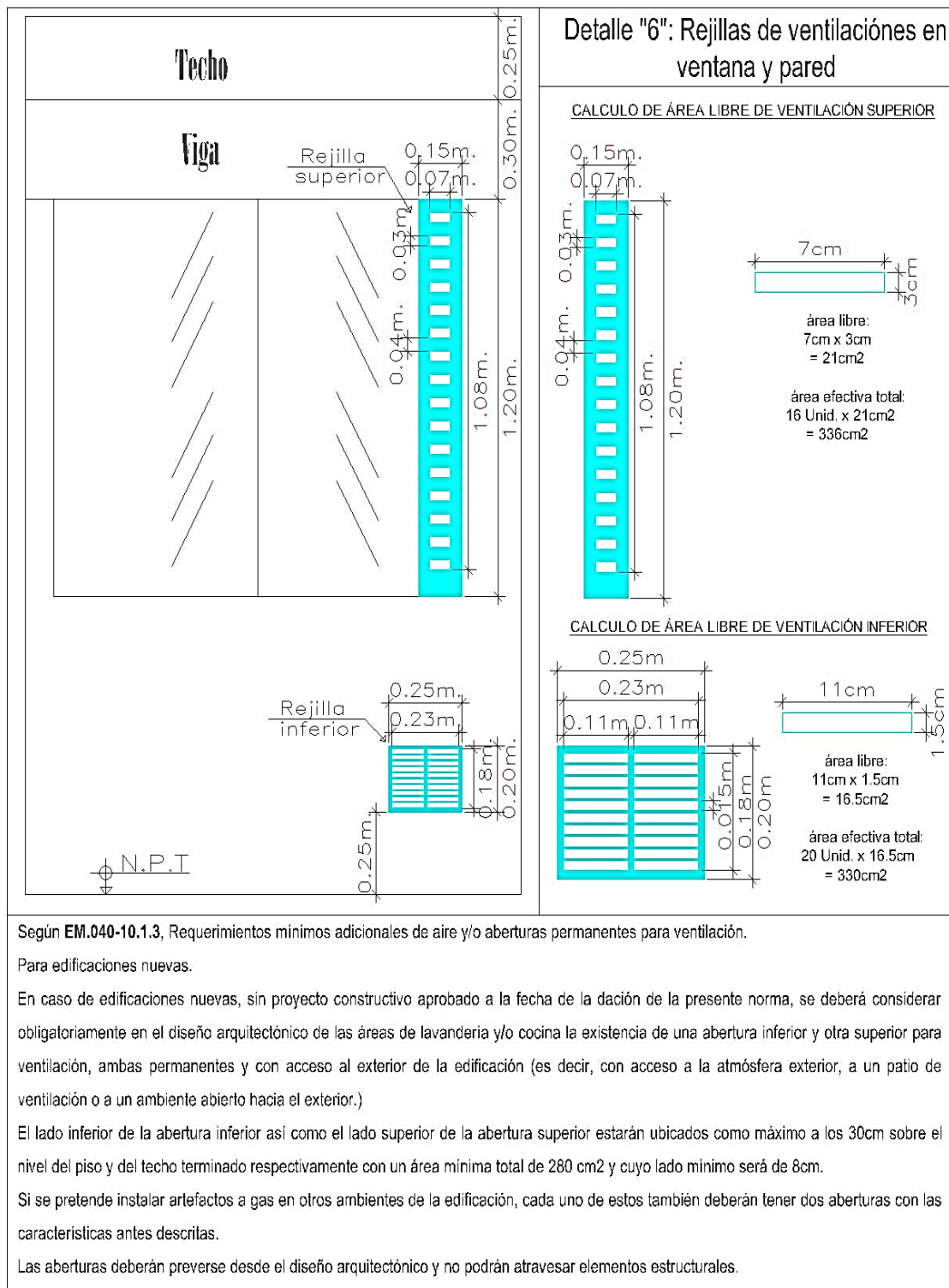




**Figura 28.** Rejillas de ventilación superior e inferior con un área libre efectiva de 330cm<sup>2</sup> cada rejilla en pared hacia el exterior.



**Figura 29.** Rejillas de ventilación superior e inferior con un área libre efectiva de 294cm<sup>2</sup> y 330cm<sup>2</sup> hacia el exterior.



**Figura 30.** Rejillas de ventilación superior e inferior con un área libre de 336cm<sup>2</sup> y 330cm<sup>2</sup> cada rejilla en mampara.

## Anexo 06: Cálculos de las redes de gas natural del edificio multifamiliar parque san martin

### CALCULOS DE LA LINEA INTERNA INDIVIDUAL DE GAS NATURAL

Dirección: \_\_\_\_\_ Dpto. - 101

Presión regulador	23.0	mbar
Caída medidor	1.50	mbar
Presión Inicial:	21.5	mbar

Artefacto	Tramo	Pot. (Kw)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee 180°	Tee 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (cm)	Factor de fricción	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final
<b>Cocina</b>	CM06 - T1	22.93	16.96	2.08	5	0	0	0	5.50	22.46	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.593	19.94
	T1-COCINA	10.33	5.00	0.93	5	0	0	1	9.10	14.10	PAP 1216	1.200	1800	2.25	0.972	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															
<b>Terma</b>	CM06 - T1	22.93	16.96	2.08	5	0	0	0	5.50	22.46	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.593	19.73
	T2-TERMA	12.60	5.69	1.14	3	0	1	0	5.80	11.49	PAP 1216	1.200	1800	2.75	1.178	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															

L Longitud (m)  
 ΔP Variación de presión (Pa)  
 PCT Potencia total (Mcal/h)  
 K Factor de fricción  
 Coef. Para Gas Natural 0.0011916

$$\phi = \sqrt[3]{\frac{L}{\Delta P} * \left(\frac{PCT}{Coef . * K}\right)^2}$$

  
**MANUEL ALBINO TELLEZ MORENO**  
 INGENIERO MECANICO  
 REG.CIP. N° 85788  
 REG.OSINERGMIN N°028

### CALCULOS DE LA LINEA INTERNA INDIVIDUAL DE GAS NATURAL

Dirección: \_\_\_\_\_ Dpto. - 102

Presión regulador	23.0	mbar
Caída medidor	1.50	mbar
Presión Inicial:	21.5	mbar

Artefacto	Tramo	Pot. (Kw)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee 180°	Tee 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (cm)	Factor de fricción	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final
<b>Cocina</b>	CM08 - T1	22.93	9.35	2.08	7	0	0	0	7.70	17.05	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.450	20.37
	T1-COCINA	10.33	4.00	0.93	3	0	1	0	5.80	9.80	PAP 1216	1.200	1800	2.25	0.675	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															
<b>Terma</b>	CM08 - T1	22.93	9.35	2.08	7	0	0	0	7.70	17.05	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.450	20.31
	T2-TERMA	12.60	2.60	1.14	2	0	0	1	4.60	7.20	PAP 1216	1.200	1800	2.75	0.738	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															

L Longitud (m)  
 ΔP Variación de presión (Pa)  
 PCT Potencia total (Mcal/h)  
 K Factor de fricción  
 Coef. Para Gas Natural 0.0011916

$$\phi = \sqrt[3]{\frac{L}{\Delta P} * \left(\frac{PCT}{Coef . * K}\right)^2}$$

  
**MANUEL ALBINO TELLEZ MORENO**  
 INGENIERO MECANICO  
 REG.CIP. N° 85788  
 REG.OSINERGMIN N°028

### CALCULOS DE LA LINEA INTERNA INDIVIDUAL DE GAS NATURAL

Presión regulador 23.0 mbar  
 Caída medidor 1.50 mbar  
 Presión Inicial: 21.5 mbar

Dirección: \_\_\_\_\_ Dpto. - 202

Artefacto	Tramo	Pot. (Kw)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee 180°	Tee 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (cm)	Factor de fricción	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final
<b>Cocina</b>	CM08 - T1	22.93	6.95	2.08	7	0	0	0	7.70	14.65	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.387	20.44
	T1-COCINA	10.33	4.00	0.93	3	0	1	0	5.80	9.80	PAP 1216	1.200	1800	2.25	0.675	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															
<b>Terma</b>	CM08 - T1	22.93	6.95	2.08	7	0	0	0	7.70	14.65	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.387	20.37
	T2-TERMA	12.60	2.60	1.14	2	0	0	1	4.60	7.20	PAP 1216	1.200	1800	2.75	0.738	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															

L Longitud (m)  
 ΔP Variación de presión (Pa)  
 PCT Potencia total (Mcal/h)  
 K Factor de fricción  
 Coef. Para Gas Natural 0.0011916

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

  
**MANUEL ALBINO TELLEZ MORENO**  
 INGENIERO MECANICO  
 REG.CIP. N° 85788  
 REG.OSINERGMIN N°028

### CALCULOS DE LA LINEA INTERNA INDIVIDUAL DE GAS NATURAL

Presión regulador 23.0 mbar  
 Caída medidor 1.50 mbar  
 Presión Inicial: 21.5 mbar

Dirección: \_\_\_\_\_ Dpto. - 302

Artefacto	Tramo	Pot. (Kw)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee 180°	Tee 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (cm)	Factor de fricción	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final
<b>Cocina</b>	CM08 - T1	22.93	9.65	2.08	7	0	0	0	7.70	17.35	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.458	20.37
	T1-COCINA	10.33	4.00	0.93	3	0	1	0	5.80	9.80	PAP 1216	1.200	1800	2.25	0.675	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															
<b>Terma</b>	CM08 - T1	22.93	9.65	2.08	7	0	0	0	7.70	17.35	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.458	20.30
	T2-TERMA	12.60	2.60	1.14	2	0	0	1	4.60	7.20	PAP 1216	1.200	1800	2.75	0.738	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															

L Longitud (m)  
 ΔP Variación de presión (Pa)  
 PCT Potencia total (Mcal/h)  
 K Factor de fricción  
 Coef. Para Gas Natural 0.0011916

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

  
**MANUEL ALBINO TELLEZ MORENO**  
 INGENIERO MECANICO  
 REG.CIP. N° 85788  
 REG.OSINERGMIN N°028

### CALCULOS DE LA LINEA INTERNA INDIVIDUAL DE GAS NATURAL

Dirección: \_\_\_\_\_ Dpto.402

Presión regulador	23.0	mbar
Caída medidor	1.50	mbar
Presión Inicial:	21.5	mbar

Artefacto	Tramo	Pot. (Kw)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee 180°	Tee 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (cm)	Factor de fricción	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final
<b>Cocina</b>	CM08 - T1	22.93	12.35	2.08	7	0	0	0	7.70	20.05	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.529	20.30
	T1-COCINA	10.33	4.00	0.93	3	0	1	0	5.80	9.80	PAP 1216	1.200	1800	2.25	0.675	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															
<b>Terma</b>	CM08 - T1	22.93	12.35	2.08	7	0	0	0	7.70	20.05	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.529	20.23
	T2-TERMA	12.60	2.60	1.14	2	0	0	1	4.60	7.20	PAP 1216	1.200	1800	2.75	0.738	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															

L Longitud (m)  
 ΔP Variación de presión (Pa)  
 PCT Potencia total (Mcal/h)  
 K Factor de fricción  
 Coef. Para Gas Natural 0.0011916

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

*Manuel Albino Tellez Moreno*  
**MANUEL ALBINO TELLEZ MORENO**  
 INGENIERO MECANICO  
 REG.CIP. N° 85788  
 REG.OSINERGMIN N°028

### CALCULOS DE LA LINEA INTERNA INDIVIDUAL DE GAS NATURAL

Dirección: \_\_\_\_\_ Dpto.502

Presión regulador	23.0	mbar
Caída medidor	1.50	mbar
Presión Inicial:	21.5	mbar

Artefacto	Tramo	Pot. (Kw)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee 180°	Tee 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (cm)	Factor de fricción	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final
<b>Cocina</b>	CM05 - T1	22.93	15.05	2.08	7	0	0	0	7.70	22.75	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.601	20.22
	T1-COCINA	10.33	4.00	0.93	3	0	1	0	5.80	9.80	PAP 1216	1.200	1800	2.25	0.675	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															
<b>Terma</b>	CM05 - T1	22.93	15.05	2.08	7	0	0	0	7.70	22.75	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.601	20.16
	T2-TERMA	12.60	2.60	1.14	2	0	0	1	4.60	7.20	PAP 1216	1.200	1800	2.75	0.738	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															

L Longitud (m)  
 ΔP Variación de presión (Pa)  
 PCT Potencia total (Mcal/h)  
 K Factor de fricción  
 Coef. Para Gas Natural 0.0011916

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

*Manuel Albino Tellez Moreno*  
**MANUEL ALBINO TELLEZ MORENO**  
 INGENIERO MECANICO  
 REG.CIP. N° 85788  
 REG.OSINERGMIN N°028

### CALCULOS DE LA LINEA INTERNA INDIVIDUAL DE GAS NATURAL

Dirección: \_\_\_\_\_ Dpto.602

Presión regulador	23.0	mbar
Caída medidor	1.50	mbar
Presión Inicial:	21.5	mbar

Artefacto	Tramo	Pot. (Kw)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee 180°	Tee 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (cm)	Factor de fricción	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final
<b>Cocina</b>	CM05 - T1	22.93	17.75	2.08	7	0	0	0	7.70	25.45	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.672	20.15
	T1-COCINA	10.33	4.00	0.93	3	0	1	0	5.80	9.80	PAP 1216	1.200	1800	2.25	0.675	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															
<b>Terma</b>	CM05 - T1	22.93	17.75	2.08	7	0	0	0	7.70	25.45	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.672	20.09
	T2-TERMA	12.60	2.60	1.14	2	0	0	1	4.60	7.20	PAP 1216	1.200	1800	2.75	0.738	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															

L Longitud (m)  
 ΔP Variación de presión (Pa)  
 PCT Potencia total (Mcal/h)  
 K Factor de fricción  
 Coef. Para Gas Natural 0.0011916

$$\phi = \sqrt[3]{\frac{L}{\Delta P} * \left(\frac{PCT}{Coef * K}\right)^2}$$

*MANUEL ALBINO TELLEZ MORENO*  
 INGENIERO MECANICO  
 REG.CIP. N° 85788  
 REG.OSINERGMIN N°028

### CALCULOS DE LA LINEA INTERNA INDIVIDUAL DE GAS NATURAL

Dirección: \_\_\_\_\_ Dpto. 702

Presión regulador	23.0	mbar
Caída medidor	1.50	mbar
Presión Inicial:	21.5	mbar

Artefacto	Tramo	Pot. (Kw)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee 180°	Tee 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (cm)	Factor de fricción	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final
<b>Cocina</b>	CM05 - T1	22.93	20.45	2.08	7	0	0	0	7.70	28.15	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.743	20.08
	T1-COCINA	10.33	4.00	0.93	3	0	1	0	5.80	9.80	PAP 1216	1.200	1800	2.25	0.675	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															
<b>Terma</b>	CM05 - T1	22.93	20.45	2.08	7	0	0	0	7.70	28.15	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.743	20.02
	T2-TERMA	12.60	2.60	1.14	2	0	0	1	4.60	7.20	PAP 1216	1.200	1800	2.75	0.738	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															

L Longitud (m)  
 ΔP Variación de presión (Pa)  
 PCT Potencia total (Mcal/h)  
 K Factor de fricción  
 Coef. Para Gas Natural 0.0011916

$$\phi = \sqrt[3]{\frac{L}{\Delta P} * \left(\frac{PCT}{Coef * K}\right)^2}$$

*MANUEL ALBINO TELLEZ MORENO*  
 INGENIERO MECANICO  
 REG.CIP. N° 85788  
 REG.OSINERGMIN N°028

### CALCULOS DE LA LINEA INTERNA INDIVIDUAL DE GAS NATURAL

Presión regulador 23.0 mbar  
 Caída medidor 1.50 mbar  
 Presión Inicial: 21.5 mbar

Dirección: \_\_\_\_\_ Dpto.802 \_\_\_\_\_

Artefacto	Tramo	Pot. (Kw)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee 180°	Tee 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (cm)	Factor de fricción	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final
<b>Cocina</b>	CM05 - T1	22.93	23.15	2.08	7	0	0	0	7.70	30.85	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.815	20.01
	T1-COCINA	10.33	4.00	0.93	3	0	1	0	5.80	9.80	PAP 1216	1.200	1800	2.25	0.675	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															
<b>Terma</b>	CM05 - T1	22.93	23.15	2.08	7	0	0	0	7.70	30.85	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.815	19.95
	T2-TERMA	12.60	2.60	1.14	2	0	0	1	4.60	7.20	PAP 1216	1.200	1800	2.75	0.738	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															

L Longitud (m)  
 ΔP Variación de presión (Pa)  
 PCT Potencia total (Mcal/h)  
 K Factor de fricción  
 Coef. Para Gas Natural 0.0011916

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

  
**MANUEL ALBINO TELLEZ MORENO**  
 INGENIERO MECANICO  
 REG.CIP. N° 85788  
 REG.OSINERGMIN N°028

### CALCULOS DE LA LINEA INTERNA INDIVIDUAL DE GAS NATURAL

Presión regulador 23.0 mbar  
 Caída medidor 1.50 mbar  
 Presión Inicial: 21.5 mbar

Dirección: \_\_\_\_\_ 103 \_\_\_\_\_

Artefacto	Tramo	Pot. (Kw)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee 180°	Tee 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (cm)	Factor de fricción	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final
<b>Cocina</b>	CM06 - T1	22.93	8.87	2.08	5	0	0	0	5.50	14.37	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.379	20.07
	T1-COCINA	10.33	4.95	0.93	6	0	1	0	10.30	15.25	PAP 1216	1.200	1800	2.25	1.051	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															
<b>Terma</b>	CM06 - T1	22.93	8.87	2.08	5	0	0	0	5.50	14.37	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.379	20.27
	T2-TERMA	12.60	3.72	1.14	2	0	0	1	4.60	8.32	PAP 1216	1.200	1800	2.75	0.853	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															

L Longitud (m)  
 ΔP Variación de presión (Pa)  
 PCT Potencia total (Mcal/h)  
 K Factor de fricción  
 Coef. Para Gas Natural 0.0011916

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

  
**MANUEL ALBINO TELLEZ MORENO**  
 INGENIERO MECANICO  
 REG.CIP. N° 85788  
 REG.OSINERGMIN N°028



### CALCULOS DE LA LINEA INTERNA INDIVIDUAL DE GAS NATURAL

Dirección: \_\_\_\_\_ Dpto. - 203

Presión regulador	23.0	mbar
Caída medidor	1.50	mbar
Presión Inicial:	21.5	mbar

Artefacto	Tramo	Pot. (Kw)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee 180°	Tee 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (cm)	Factor de fricción	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final
<b>Cocina</b>	CM03 - T1	22.93	11.25	2.08	10	0	0	0	11.00	22.25	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.588	19.86
	T1-COCINA	10.33	4.95	0.93	6	0	1	0	10.30	15.25	PAP 1216	1.200	1800	2.25	1.051	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															
<b>Terma</b>	CM03 - T1	22.93	11.25	2.08	10	0	0	0	11.00	22.25	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.588	20.06
	T2-TERMA	12.60	3.72	1.14	2	0	0	1	4.60	8.32	PAP 1216	1.200	1800	2.75	0.853	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															

L Longitud (m)  
 ΔP Variación de presión (Pa)  
 PCT Potencia total (Mcal/h)  
 K Factor de fricción  
 Coef. Para Gas Natural 0.0011916

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

  
**MANUEL ALBINO TELLEZ MORENO**  
 INGENIERO MECANICO  
 REG.CIP. N° 85788  
 REG.OSINERGMIN N°028

### CALCULOS DE LA LINEA INTERNA INDIVIDUAL DE GAS NATURAL

Dirección: \_\_\_\_\_ Dpto. - 303

Presión regulador	23.0	mbar
Caída medidor	1.50	mbar
Presión Inicial:	21.5	mbar

Artefacto	Tramo	Pot. (Kw)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee 180°	Tee 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (cm)	Factor de fricción	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final
<b>Cocina</b>	CM03 - T1	22.93	13.95	2.08	10	0	0	0	11.00	24.95	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.659	19.79
	T1-COCINA	10.33	4.95	0.93	6	0	1	0	10.30	15.25	PAP 1216	1.200	1800	2.25	1.051	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															
<b>Terma</b>	CM03 - T1	22.93	13.95	2.08	10	0	0	0	11.00	24.95	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.659	19.99
	T2-TERMA	12.60	3.72	1.14	2	0	0	1	4.60	8.32	PAP 1216	1.200	1800	2.75	0.853	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															

L Longitud (m)  
 ΔP Variación de presión (Pa)  
 PCT Potencia total (Mcal/h)  
 K Factor de fricción  
 Coef. Para Gas Natural 0.0011916

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

  
**MANUEL ALBINO TELLEZ MORENO**  
 INGENIERO MECANICO  
 REG.CIP. N° 85788  
 REG.OSINERGMIN N°028

### CALCULOS DE LA LINEA INTERNA INDIVIDUAL DE GAS NATURAL

Presión regulador	23.0	mbar
Caída medidor	1.50	mbar
Presión Inicial:	21.5	mbar

Dirección: ..... Dpto. - 403 .....

Artefacto	Tramo	Pot. (Kw)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee 180°	Tee 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (cm)	Factor de fricción	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final
<b>Cocina</b>	CM03 - T1	22.93	16.65	2.08	10	0	0	0	11.00	27.65	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.730	19.72
	T1-COCINA	10.33	4.95	0.93	6	0	1	0	10.30	15.25	PAP 1216	1.200	1800	2.25	1.051	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															
<b>Terma</b>	CM03 - T1	22.93	16.65	2.08	10	0	0	0	11.00	27.65	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.730	19.92
	T2-TERMA	12.60	3.72	1.14	2	0	0	1	4.60	8.32	PAP 1216	1.200	1800	2.75	0.853	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															

L Longitud (m)  
 ΔP Variación de presión (Pa)  
 PCT Potencia total (Mcal/h)  
 K Factor de fricción  
 Coef. Para Gas Natural 0.0011916

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

*Manuel Albin*  
**MANUEL ALBINO TELLEZ MORENO**  
 INGENIERO MECANICO  
 REG.CIP. N° 85788  
 REG.OSINERGMIN N°028

### CALCULOS DE LA LINEA INTERNA INDIVIDUAL DE GAS NATURAL

Presión regulador	23.0	mbar
Caída medidor	1.50	mbar
Presión Inicial:	21.5	mbar

Dirección: ..... Dpto. - 503 .....

Artefacto	Tramo	Pot. (Kw)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee 180°	Tee 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (cm)	Factor de fricción	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final
<b>Cocina</b>	CM04 - T1	22.93	19.35	2.08	10	0	0	0	11.00	30.35	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.801	19.65
	T1-COCINA	10.33	4.95	0.93	6	0	1	0	10.30	15.25	PAP 1216	1.200	1800	2.25	1.051	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															
<b>Terma</b>	CM04 - T1	22.93	19.35	2.08	10	0	0	0	11.00	30.35	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.801	19.85
	T2-TERMA	12.60	3.72	1.14	2	0	0	1	4.60	8.32	PAP 1216	1.200	1800	2.75	0.853	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															

L Longitud (m)  
 ΔP Variación de presión (Pa)  
 PCT Potencia total (Mcal/h)  
 K Factor de fricción  
 Coef. Para Gas Natural 0.0011916

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

*Manuel Albin*  
**MANUEL ALBINO TELLEZ MORENO**  
 INGENIERO MECANICO  
 REG.CIP. N° 85788  
 REG.OSINERGMIN N°028

### CALCULOS DE LA LINEA INTERNA INDIVIDUAL DE GAS NATURAL

Presión regulador	23.0	mbar
Caída medidor	1.50	mbar
Presión Inicial:	21.5	mbar

Dirección: \_\_\_\_\_ Dpto. - 603 \_\_\_\_\_

Artefacto	Tramo	Pot. (Kw)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee 180°	Tee 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (cm)	Factor de fricción	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final
<b>Cocina</b>	CM04 - T1	22.93	22.05	2.08	10	0	0	0	11.00	33.05	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.873	19.58
	T1-COCINA	10.33	4.95	0.93	6	0	1	0	10.30	15.25	PAP 1216	1.200	1800	2.25	1.051	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															
<b>Terma</b>	CM04 - T1	22.93	22.05	2.08	10	0	0	0	11.00	33.05	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.873	19.77
	T2-TERMA	12.60	3.72	1.14	2	0	0	1	4.60	8.32	PAP 1216	1.200	1800	2.75	0.853	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															

L Longitud (m)  
 ΔP Variación de presión (Pa)  
 PCT Potencia total (Mcal/h)  
 K Factor de fricción  
 Coef. Para Gas Natural 0.0011916

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

*MANUEL TELLEZ MORENO*  
 MANUEL ALBINO TELLEZ MORENO  
 INGENIERO MECANICO  
 REG.CIP. N° 85788  
 REG.OSINERGMIN N°028

### CALCULOS DE LA LINEA INTERNA INDIVIDUAL DE GAS NATURAL

Presión regulador	23.0	mbar
Caída medidor	1.50	mbar
Presión Inicial:	21.5	mbar

Dirección: \_\_\_\_\_ Dpto. - 703 \_\_\_\_\_

Artefacto	Tramo	Pot. (Kw)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee 180°	Tee 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (cm)	Factor de fricción	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final
<b>Cocina</b>	CM04 - T1	22.93	24.75	2.08	10	0	0	0	11.00	35.75	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.944	19.51
	T1-COCINA	10.33	4.95	0.93	6	0	1	0	10.30	15.25	PAP 1216	1.200	1800	2.25	1.051	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															
<b>Terma</b>	CM04 - T1	22.93	24.75	2.08	10	0	0	0	11.00	35.75	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.944	19.70
	T2-TERMA	12.60	3.72	1.14	2	0	0	1	4.60	8.32	PAP 1216	1.200	1800	2.75	0.853	
	<b>Caída de presión acumulada</b>															

L Longitud (m)  
 ΔP Variación de presión (Pa)  
 PCT Potencia total (Mcal/h)  
 K Factor de fricción  
 Coef. Para Gas Natural 0.0011916

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

*MANUEL TELLEZ MORENO*  
 MANUEL ALBINO TELLEZ MORENO  
 INGENIERO MECANICO  
 REG.CIP. N° 85788  
 REG.OSINERGMIN N°028

### CALCULOS DE LA LINEA INTERNA INDIVIDUAL DE GAS NATURAL

Presión regulador 23.0 mbar  
 Caída medidor 1.50 mbar  
 Presión Inicial: 21.5 mbar

Dirección: \_\_\_\_\_ Dpto. - 803

Artefacto	Tramo	Pot. (Kw)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee 180°	Tee 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (cm)	Factor de fricción	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final
Cocina	CM04 - T1	22.93	27.45	2.08	10	0	0	0	11.00	38.45	PAP 2025	2.000	1800	1.80	1.015	19.43
	T1-COCINA	10.33	4.95	0.93	6	0	1	0	10.30	15.25	PAP 1216	1.200	1800	2.25	1.051	
	Caída de presión acumulada															
Terma	CM04 - T1	22.93	27.45	2.08	10	0	0	0	11.00	38.45	PAP 2025	2.000	1800	1.80	1.015	19.63
	T2-TERMA	12.60	3.72	1.14	2	0	0	1	4.60	8.32	PAP 1216	1.200	1800	2.75	0.853	
	Caída de presión acumulada															

L Longitud (m)  
 ΔP Variación de presión (Pa)  
 PCT Potencia total (Mcal/h)  
 K Factor de fricción  
 Coef. Para Gas Natural 0.0011916

$$\phi = \sqrt[3]{\frac{L}{\Delta P} * \left(\frac{PCT}{Coef * K}\right)^2}$$

*MANUEL ALBINO TELLEZ MORENO*  
 INGENIERO MECANICO  
 REG.CIP. N° 85788  
 REG.OSINERGMIN N°028

### CALCULOS DE LA LINEA INTERNA INDIVIDUAL DE GAS NATURAL

Presión regulador 23.0 mbar  
 Caída medidor 1.50 mbar  
 Presión Inicial: 21.5 mbar

Dirección: \_\_\_\_\_ Dpto. - 104

Artefacto	Tramo	Pot. (Kw)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee 180°	Tee 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (cm)	Factor de fricción	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final
Cocina	CM11 - T1	22.93	8.88	2.08	3	0	0	0	3.30	12.18	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.322	20.51
	T1-COCINA	10.33	3.88	0.93	3	0	1	0	5.80	9.68	PAP 1216	1.200	1800	2.25	0.667	
	Caída de presión acumulada															
Terma	CM11 - T1	22.93	8.88	2.08	3	0	0	0	3.30	12.18	PAP 2025	2.000	1800	1.80	0.322	20.51
	T2-TERMA	12.60	1.95	1.14	2	0	0	1	4.60	6.55	PAP 1216	1.200	1800	2.75	0.672	
	Caída de presión acumulada															

L Longitud (m)  
 ΔP Variación de presión (Pa)  
 PCT Potencia total (Mcal/h)  
 K Factor de fricción  
 Coef. Para Gas Natural 0.0011916

$$\phi = \sqrt[3]{\frac{L}{\Delta P} * \left(\frac{PCT}{Coef * K}\right)^2}$$

*MANUEL ALBINO TELLEZ MORENO*  
 INGENIERO MECANICO  
 REG.CIP. N° 85788  
 REG.OSINERGMIN N°028

**CÁLCULOS DE MONTANTE DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR PARQUE SAN MARTIN**

Potencia por departamento (kw)

DEPARTAMENTOS	c/u	Kw
47	22.93	1077.71
total		1077.71

Presión regulador  mbar

Caída medidor  mbar


Presión Inicial:  mbar

Dirección:

**AV. PARQUE JOSE DE SAN MARTIN 370-374-376 - PUEBLO LIBRE**

Centro de Medición	Tramo	N° viviendas	Factor demanda	LR (m)	Q (M3/h)	Codos 90	Codos 45	Tes a 180	Tes a 90	L(Equi)(m)	L total (m)	D (mm)	D (plg)	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final
<b>(CM09)</b>	REG1 - T1	47	0.40	5.51	39.01	4	0	0	0	4.88	10.39	38.240	1 1/2 "	7.00	2.125	241.52
	T1-T2	43	0.40	1.23	35.69	0	0	1	0	0.70	1.93	32.130	1 1/4"	9.06	0.777	
	T2-Red.	39	0.40	12.00	32.37	8	0	1	0	6.60	18.60	26.040	1"	12.67	17.365	
	Red.-T3	39	0.40	10.00	32.37	8	0	1	0	9.55	19.55	20.000	PAP2025	22.29	66.332	
	T3-T9	16	0.40	11.30	13.28	1	0	0	1	2.55	13.85	20.000	PAP2025	8.75	9.088	
	T9-T11	8	0.45	1.95	7.47	1	0	1	0	1.85	3.80	20.000	PAP2025	4.89	0.872	
T11- CM09	4	0.55	1.53	4.57	2	0	1	0	2.95	4.48	20.000	PAP2025	2.99	0.420		
Caída de presión acumulada															96.980	APROBADO
<b>(CM10)</b>	REG1 - T1	47	0.40	5.51	39.01	4	0	0	0	4.88	10.39	38.240	1 1/2 "	7.00	2.125	241.57
	T1-T2	43	0.40	1.23	35.69	0	0	1	0	0.70	1.93	32.130	1 1/4"	9.06	0.777	
	T2-Red.	39	0.40	12.00	32.37	8	0	1	0	6.60	18.60	26.040	1"	12.67	17.365	
	Red.-T3	39	0.40	10.00	32.37	8	0	1	0	9.55	19.55	20.000	PAP2025	22.29	66.332	
	T3-T9	16	0.40	11.30	13.28	1	0	0	1	2.55	13.85	20.000	PAP2025	8.75	9.088	
	T9-T11	8	0.45	1.95	7.47	1	0	1	0	1.85	3.80	20.000	PAP2025	4.89	0.872	
T11- CM10	4	0.55	0.30	4.57	2	0	0	1	3.65	3.95	20.000	PAP2025	2.99	0.370		
Caída de presión acumulada															96.930	APROBADO
<b>(CM11)</b>	REG1 - T1	47	0.40	5.51	39.01	4	0	0	0	4.88	10.39	38.240	1 1/2 "	7.00	2.125	241.54
	T1-T2	43	0.40	1.23	35.69	0	0	1	0	0.70	1.93	32.130	1 1/4"	9.06	0.777	
	T2-Red.	39	0.40	12.00	32.37	8	0	1	0	6.60	18.60	26.040	1"	12.67	17.365	
	Red.-T3	39	0.40	10.00	32.37	8	0	1	0	9.55	19.55	20.000	PAP2025	22.29	66.332	
	T3-T9	16	0.40	11.30	13.28	1	0	0	1	2.55	13.85	20.000	PAP2025	8.75	9.088	
	T9-T10	8	0.45	1.16	7.47	1	0	0	1	2.55	3.71	20.000	PAP2025	4.89	0.852	
T10- CM11	4	0.55	1.53	4.57	2	0	1	0	2.95	4.48	20.000	PAP2025	2.99	0.420		
Caída de presión acumulada															96.959	APROBADO
<b>(CM12)</b>	REG1 - T1	47	0.40	5.51	39.01	4	0	0	0	4.88	10.39	38.240	1 1/2 "	7.00	2.125	241.59
	T1-T2	43	0.40	1.23	35.69	0	0	1	0	0.70	1.93	32.130	1 1/4"	9.06	0.777	
	T2-Red.	39	0.40	12.00	32.37	8	0	1	0	6.60	18.60	26.040	1"	12.67	17.365	
	Red.-T3	39	0.40	10.00	32.37	8	0	1	0	9.55	19.55	20.000	PAP2025	22.29	66.332	
	T3-T9	16	0.40	11.30	13.28	1	0	0	1	2.55	13.85	20.000	PAP2025	8.75	9.088	
	T9-T10	8	0.45	1.16	7.47	1	0	0	1	2.55	3.71	20.000	PAP2025	4.89	0.852	
T10- CM12	4	0.55	0.30	4.57	2	0	0	1	3.65	3.95	20.000	PAP2025	2.99	0.370		
Caída de presión acumulada															96.909	APROBADO

<b>(CM05)</b>	REG1 - T1	47	0.40	5.51	39.01	4	0	0	0	4.88	10.39	38.240	1 1/2 "	7.00	2.125	247.13	
	T1-T2	43	0.40	1.23	35.69	0	0	1	0	0.70	1.93	32.130	1 1/4"	9.06	0.777		
	T2-Red.	39	0.40	12.00	32.37	8	0	1	0	6.60	18.60	26.040	1"	12.67	17.365		
	Red.-T3	39	0.40	10.00	32.37	8	0	1	0	9.55	19.55	20.000	PAP2025	22.29	66.332		
	T3-T4	23	0.40	0.30	19.09	1	0	1	0	1.85	2.15	20.000	PAP2025	12.52	2.724		
	T4-T7	11	0.45	1.11	10.27	1	0	1	0	1.85	2.96	20.000	PAP2025	6.73	1.213		
	T7-T8	7	0.50	1.23	7.26	0	0	1	0	0.75	1.98	20.000	PAP2025	4.76	0.432		
T8- CM05	4	0.55	1.33	4.57	2	0	1	0	2.95	4.28	20.000	PAP2025	2.99	0.401	247.27		
Caída de presión acumulada																91.370	APROBADO
<b>(CM04)</b>	REG1 - T1	47	0.40	5.51	39.01	4	0	0	0	4.88	10.39	38.240	1 1/2 "	7.00		2.125	247.59
	T1-T2	43	0.40	1.23	35.69	0	0	1	0	0.70	1.93	32.130	1 1/4"	9.06		0.777	
	T2-Red.	39	0.40	12.00	32.37	8	0	1	0	6.60	18.60	26.040	1"	12.67		17.365	
	Red.-T3	39	0.40	10.00	32.37	8	0	1	0	9.55	19.55	20.000	PAP2025	22.29		66.332	
	T3-T4	23	0.40	0.30	19.09	1	0	1	0	1.85	2.15	20.000	PAP2025	12.52		2.724	
	T4-T7	11	0.45	1.11	10.27	1	0	1	0	1.85	2.96	20.000	PAP2025	6.73	1.213		
	T7-T8	7	0.50	1.23	7.26	0	0	1	0	0.75	1.98	20.000	PAP2025	4.76	0.432		
T8- CM04	3	0.60	0.30	3.74	2	0	0	1	3.65	3.95	20.000	PAP2025	2.45	0.257	246.92		
Caída de presión acumulada																91.226	APROBADO
<b>(CM03)</b>	REG1 - T1	47	0.40	5.51	39.01	4	0	0	0	4.88	10.39	38.240	1 1/2 "	7.00		2.125	246.97
	T1-T2	43	0.40	1.23	35.69	0	0	1	0	0.70	1.93	32.130	1 1/4"	9.06		0.777	
	T2-Red.	39	0.40	12.00	32.37	8	0	1	0	6.60	18.60	26.040	1"	12.67		17.365	
	Red.-T3	39	0.40	10.00	32.37	8	0	1	0	9.55	19.55	20.000	PAP2025	22.29		66.332	
	T3-T4	23	0.40	0.30	19.09	1	0	1	0	1.85	2.15	20.000	PAP2025	12.52		2.724	
	T4-T7	11	0.45	1.11	10.27	1	0	1	0	1.85	2.96	20.000	PAP2025	6.73	1.213		
	T7- CM03	4	0.55	0.30	4.57	2	0	0	1	3.65	3.95	20.000	PAP2025	2.99	0.370	246.97	
Caída de presión acumulada															90.907		APROBADO
<b>(CM08)</b>	REG1 - T1	47	0.40	5.51	39.01	4	0	0	0	4.88	10.39	38.240	1 1/2 "	7.00	2.125		246.97
	T1-T2	43	0.40	1.23	35.69	0	0	1	0	0.70	1.93	32.130	1 1/4"	9.06	0.777		
	T2-Red.	39	0.40	12.00	32.37	8	0	1	0	6.60	18.60	26.040	1"	12.67	17.365		
	Red.-T3	39	0.40	10.00	32.37	8	0	1	0	9.55	19.55	20.000	PAP2025	22.29	66.332		
	T3-T4	23	0.40	0.30	19.09	1	0	1	0	1.85	2.15	20.000	PAP2025	12.52	2.724		
	T4-T5	12	0.45	0.32	11.21	1	0	0	1	2.55	2.87	20.000	PAP2025	7.34	1.378		
	T5-T6	8	0.45	1.23	7.47	0	0	1	0	0.75	1.98	20.000	PAP2025	4.89	0.454		
T6- CM08	4	0.55	1.55	4.57	2	0	1	0	2.95	4.50	20.000	PAP2025	2.99	0.421	246.97		
Caída de presión acumulada																91.579	APROBADO
<b>(CM07)</b>	REG1 - T1	47	0.40	5.51	39.01	4	0	0	0	4.88	10.39	38.240	1 1/2 "	7.00		2.125	246.97
	T1-T2	43	0.40	1.23	35.69	0	0	1	0	0.70	1.93	32.130	1 1/4"	9.06		0.777	
	T2-Red.	39	0.40	12.00	32.37	8	0	1	0	6.60	18.60	26.040	1"	12.67		17.365	
	Red.-T3	39	0.40	10.00	32.37	8	0	1	0	9.55	19.55	20.000	PAP2025	22.29		66.332	
	T3-T4	23	0.40	0.30	19.09	1	0	1	0	1.85	2.15	20.000	PAP2025	12.52		2.724	
	T4-T5	12	0.45	0.32	11.21	1	0	0	1	2.55	2.87	20.000	PAP2025	7.34	1.378		
	T5-T6	8	0.45	1.23	7.47	0	0	1	0	0.75	1.98	20.000	PAP2025	4.89	0.454		
T6- CM07	4	0.55	0.30	4.57	2	0	0	1	3.65	3.95	20.000	PAP2025	2.99	0.370	246.97		
Caída de presión acumulada																91.527	APROBADO

<b>(CM06)</b>	REG1 - T1	47	0.40	5.51	39.01	4	0	0	0	4.88	10.39	38.240	1 1/2 "	7.00	2.125	247.43
	T1-T2	43	0.40	1.23	35.69	0	0	1	0	0.70	1.93	32.130	11/4"	9.06	0.777	
	T2-Red.	39	0.40	12.00	32.37	8	0	1	0	6.60	18.60	26.040	1"	12.67	17.365	
	Red-T3	39	0.40	10.00	32.37	8	0	1	0	9.55	19.55	20.000	PAP2025	22.29	66.332	
	T3-T4	23	0.40	0.30	19.09	1	0	1	0	1.85	2.15	20.000	PAP2025	12.52	2.724	
	T4-T5	12	0.45	0.32	11.21	1	0	0	1	2.55	2.87	20.000	PAP2025	7.34	1.378	
	T6- CM06	4	0.55	0.30	4.57	2	0	0	1	3.65	3.95	20.000	PAP2025	2.99	0.370	
Caída de presión acumulada															91.073	APROBADO
<b>(CM02)</b>	REG1 - T1	47	0.40	5.51	39.01	4	0	0	0	4.88	10.39	38.240	1 1/2 "	7.00	2.125	335.23
	T1-T2	43	0.40	1.23	35.69	0	0	1	0	0.70	1.93	32.130	11/4"	9.06	0.777	
	T2- CM02	4	0.55	0.30	4.57	2	0	0	1	3.65	3.95	20.000	PAP2025	2.99	0.370	
	Caída de presión acumulada															
<b>(CM01)</b>	REG1 - T1	47	0.40	5.51	39.01	4	0	0	0	4.88	10.39	38.240	1 1/2 "	7.00	2.125	336.00
	T1- CM01	4	0.55	0.30	4.57	2	0	0	1	3.65	3.95	20.000	PAP2025	2.99	0.370	
	Caída de presión acumulada															
 <b>MANUEL ALBINO TELLEZ MORENO</b> <b>INGENIERO MECANICO</b> <b>REG.CIP. N° 85788</b> <b>REG.OSINERGMIN N°028</b>																