



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

**TESIS**

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE TUBERIAS BI-GAS**  
**PARA EL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CAMACHO,**  
**APLICANDO LAS NTP PARA GAS NATURAL SECO, GAS**  
**LICUADO DE PETRÓLEO Y RNE EM040**

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

**AUTORES:**

**Bach. FLORES VEGA DIEGO MIGUEL**  
**Bach. CABELLO LOPEZ CRISTIAN STYEV**

**LIMA – PERÚ**

**2020**

**ASESOR DE TESIS**

---

**Mg. Edwin Hugo Benavente Orellana**

**JURADO EXAMINADOR**

.....  
**Dr. WILLIAM MIGUEL MOGROVEJO COLLANTES**  
**PRESIDENTE**

.....  
**Mg. JUAN ANTENOR CACEDA CORILLOCLA**  
**SECRETARIO**

.....  
**Mg. DANIEL SURCO SALINAS**  
**VOCAL**

## **DEDICATORIA**

A nuestras familias; padres y hermanos, quienes desde pequeño nos han motivado a seguir luchando a lograr nuestras metas trazadas, asimismo a cada una de las personas que el transcurso de los años ha contribuido con los conocimientos y desarrollo personal.

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestros padres por permitirnos conocer y disfrutar todas las maravillas de esta realidad al lado de ellos.

A nuestros hermanos quienes desde pequeño han sido un modelo por seguir.

A las personas, que, si bien no habría espacio para nombrarlos a cada uno, si nos tomamos estas líneas para agradecerles por lo mucho que han aportado en nuestro desarrollo.

## RESUMEN

En los últimos años se ha venido implementando de manera progresiva el uso del gas natural, en Lima, como fuente de energía sin embargo hasta la fecha hay muchos distritos que carecen de redes de distribución motivo por el cual se realiza la presente investigación con el propósito de implementar un sistema Bigas a un edificio multifamiliar, asegurando de este modo un futuro sistema de tuberías con el cual aprovechar el gas natural.

El objetivo de la presente tesis es establecer de qué manera la norma técnica peruana para Gas Natural Seco NTP 111.011-2014 se complementa con la norma técnica peruana para Gas Licuado de Petróleo NTP321.123-2014 para favorecer el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho.

En la presente investigación se ha utilizado el tipo de investigación aplicada, y el nivel de investigación inductivo-deductivo y el diseño de investigación no experimental.

Como resultado se ha obtenido Implementar un Sistema de tuberías Bi-Gas para el edificio Multifamiliar Camacho.

**Palabras clave:** Sistema de tuberías, Bi-gas, GNS y GLP

## **ABSTRACT**

In recent years, the use of natural gas has been progressively implemented, as the source of energy. However, to date there are many districts that lack the distribution networks through which the present investigation is carried out with the purpose of implementing a Bigas system to a multifamily building, ensuring this way in a future network system with which to make the most of natural gas.

The objective of this thesis is to establish how the Peruvian technical standard for Gas Natural Seco NTP 111.011-2014 is complemented by the Peruvian technical standard for Liquefied Petroleum Gas NTP321.123-2014 to favor the design of the Bigas pipe system in the Multifamily Building Camacho.

In the present investigation the type of application research has been used, and the level of inductive-deductive research and non-experimental research design.

As a result, the implementation of a Bi-Gas piping system for the Multifamiliar Camacho building has been obtained.

**Keywords:** Pipe system, Bi-gas, GNS and LPG

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CARATULA .....	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 .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	xv
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. Planteamiento de Problema.....	16
1.2. Formulación del problema.....	18
1.2.1. Problema general .....	18
1.2.2. Problemas específicos.....	18
1.3. Justificación del estudio.....	19
1.3.1. Justificación teórica.....	19
1.3.2. Justificación práctica.....	19
1.4. Objetivos de la investigación .....	20
1.4.1. Objetivo general .....	20
1.4.2. Objetivos específicos.....	20
II. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Antecedentes de la Investigación .....	22
2.1.1. Antecedentes nacionales .....	22
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	30
2.2. Bases teóricas de las variables.....	35
2.2.1.1. NTP 111.011-2014, NTP 321.121-2014, NTP 321.123-2014 .....	35
2.2.2. Presión .....	37
2.2.3. Herramienta para Medir Presión .....	37
2.2.4. Caudal .....	37
2.2.5. Pérdidas de Carga por Fricción en las Tuberías .....	39
2.2.6. Cálculo Mediante las Fórmulas de Renouard. ....	39
2.2.7. Tipos de instalaciones de gas natural.....	40

2.2.8. Tuberías de Gas Natural .....	43
2.2.9. Diseño, dimensionamiento del sistema de tuberías y velocidad .....	44
2.2.10. Gabinetes, Reguladores y Medidores .....	47
2.2.11. Rejillas de Ventilación .....	50
2.2.12. Ducto de evacuación del producto de la combustión .....	51
2.3. Definición de términos básicos .....	52
<b>III. MÉTODOS Y MATERIALES .....</b>	<b>56</b>
3.1. Hipótesis de la investigación .....	56
3.1.1. Hipótesis general.....	56
3.1.2. Hipótesis específicas .....	56
3.2. Variables de estudio.....	56
3.2.1. Definición conceptual .....	56
3.2.2. Operacionalización de Variables .....	59
3.3 Diseño de la Investigación .....	60
3.3.1. Tipo de Investigación.....	60
3.3.2. Método de Investigación.....	60
3.4 Población y muestra de estudio .....	60
3.4.1 Población .....	60
3.4.2 Muestra.....	61
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	61
3.5.1 Técnicas de recolección de datos .....	61
3.5.2 Instrumentos de recolección de datos .....	62
3.6 Validación y confiabilidad del instrumento .....	62
3.7 Método de análisis de datos.....	63
3.8 Aspectos deontológicos. ....	64
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>65</b>
4.2 Resultados comparación de varias muestras (PRESIÓN).....	68
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>82</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>84</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>85</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>88</b>
ANEXO 1 : MATRIZ DE COSISTENCIA.....	89
ANEXO 2: MATRIZ DE OPERATIVIZACIÓN DE VARIABLES .....	89
ANEXO 3: VALIDACIÓN DE EXPERTOS .....	93
ANEXO 4: PROPUESTA DE VALOR .....	94

ANEXO 5: PLANOS DE CADA DEPARTAMENTO..... 101

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Aplicación de presiones en Perú, México y Argentina .....	27
<b>Tabla 2</b>	Composición del Gas Natural Seco (GNS). .....	36
<b>Tabla 3</b>	Diámetro de tubería Pealpe y Cobre.....	44
<b>Tabla 4</b>	Presión en líneas internas de suministro. ....	45
<b>Tabla 5</b>	Distancias mínimas entre tuberías que conducen gas.....	46
<b>Tabla 6</b>	Medidas de Gabinetes. ....	48
<b>Tabla 7</b>	Tipos de Reguladores.....	49
<b>Tabla 8</b>	Tipos de Rejillas de Ventilación .....	50
<b>Tabla 9</b>	Matriz de Operacionalización de variables.....	59
<b>Tabla 10</b>	Validación de expertos.....	62
<b>Tabla 11</b>	Detalle de Gabinetes (CRM).....	65
<b>Tabla 12</b>	Cuadro de consumo de gasodomésticos .....	66
<b>Tabla 13</b>	Factor de simultaneidad.....	67
<b>Tabla 14</b>	Cálculo de Resultados .....	68
<b>Tabla 15</b>	Resumen Estadístico .....	70
<b>Tabla 16</b>	Sesgo Estandarizado - Curtosis Estandarizada.....	71
<b>Tabla 17</b>	Tabla ANOVA .....	72
<b>Tabla 18</b>	Medias con intervalos de confianza del 95.0% .....	74
<b>Tabla 19</b>	Pruebas de Múltiple Rangos Método: 95.0 porcentaje LSD.....	75
<b>Tabla 20</b>	Contraste .....	76
<b>Tabla 21</b>	Verificación de Varianza .....	77
<b>Tabla 22</b>	Verificación de Varianza .....	77
<b>Tabla 23</b>	Prueba de Kruskal-Wallis.....	79
<b>Tabla 24</b>	Prueba de la Mediana de Mood .....	80
<b>Tabla 25</b>	Consumo de gasodomésticos Gas Natural.....	94
<b>Tabla 26</b>	Consumo de gasodomésticos GLP.....	94
<b>Tabla 27</b>	Tabla de Simultaneidad GN/GLP.....	95
<b>Tabla 28</b>	Tabla de Reguladores GAS NATURAL.....	96
<b>Tabla 29</b>	Tabla de Reguladores GLP * referencial.....	97
<b>Tabla 30</b>	Tabla de Gabinetes.....	97
<b>Tabla 31</b>	Cálculo de confinamiento.....	98
<b>Tabla 32</b>	Cálculo de confinamiento.....	99
<b>Tabla 33</b>	Cálculo de confinamiento.....	99
<b>Tabla 34</b>	Cálculo de Montante Gas Natural .....	118
<b>Tabla 35</b>	Cálculo Dpto 01 / GN .....	118
<b>Tabla 36</b>	Cálculo Dpto. 01 / GLP .....	119
<b>Tabla 37</b>	Cálculo Dpto. 101 / GN .....	119
<b>Tabla 38</b>	Cálculo Dpto. 101 / GLP .....	119
<b>Tabla 39</b>	Cálculo Dpto. 201 / GLP .....	119
<b>Tabla 40</b>	Cálculo Dpto. 201 / GN .....	120
<b>Tabla 41</b>	Cálculo Dpto. 301 / GN .....	120
<b>Tabla 42</b>	Cálculo Dpto. 301 / GLP .....	120
<b>Tabla 43</b>	Cálculo Dpto. 03 / GN .....	121
<b>Tabla 44</b>	Cálculo Dpto. 03 / GLP .....	121
<b>Tabla 45</b>	Cálculo Dpto. 104 / GN.....	121
<b>Tabla 46</b>	Cálculo Dpto. 104 / GLP .....	122
<b>Tabla 47</b>	Cálculo Dpto. 204 / GLP .....	122
<b>Tabla 48</b>	Cálculo Dpto. 204 / GN.....	122

<b>Tabla 49</b>	Cálculo Dpto. 304 / GN .....	123
<b>Tabla 50</b>	Cálculo Dpto. 304 / GLP .....	123
<b>Tabla 51</b>	Cálculo Dpto. 04 / GN .....	123
<b>Tabla 52</b>	Cálculo Dpto. 04 / GLP .....	124
<b>Tabla 53</b>	Cálculo Dpto. 102 / GN .....	124
<b>Tabla 54</b>	Cálculo Dpto. 102 / GLP .....	124
<b>Tabla 55</b>	Cálculo Dpto. 202 / GN .....	125
<b>Tabla 56</b>	Cálculo Dpto. 202 / GLP .....	125
<b>Tabla 57</b>	Cálculo Dpto. 302 / GN .....	125
<b>Tabla 58</b>	Cálculo Dpto. 302 / GLP .....	126
<b>Tabla 59</b>	Cálculo Dpto. 02 / GN .....	126
<b>Tabla 60</b>	Cálculo Dpto. 02 / GLP .....	126
<b>Tabla 61</b>	Cálculo Dpto. 103 / GN .....	127
<b>Tabla 62</b>	Cálculo Dpto. 103 / GLP .....	127
<b>Tabla 63</b>	Cálculo Dpto. 203 / GLP .....	127
<b>Tabla 64</b>	Cálculo Dpto. 203 / GN .....	128
<b>Tabla 65</b>	Cálculo Dpto. 303 / GN .....	128
<b>Tabla 66</b>	Cálculo Dpto. 303 / GLP .....	128

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Formula de Caudal.....	38
<b>Figura 2</b>	Instalación de única etapa.....	40
<b>Figura 3</b>	Instalación de dos etapas, tipo 1.....	41
<b>Figura 4</b>	Instalación de dos etapas, tipo 2.....	42
<b>Figura 5</b>	Tubo de Pealpe.....	43
<b>Figura 6</b>	Tubos de cobre.....	44
<b>Figura 7</b>	Cruce con otros servicios.....	46
<b>Figura 8</b>	Profundidad de tubería empotrada.....	47
<b>Figura 9</b>	Vista interna de gabinete triple.....	48
<b>Figura 10</b>	Foto de Regulador de Presión de gas.....	49
<b>Figura 11</b>	Rejilla de ventilación de 25cm x 20 cm.....	51
<b>Figura 12</b>	Rejilla de ventilación al exterior.....	51
<b>Figura 13</b>	Terma Tipo B2 con ducto de evacuación.....	52
<b>Figura 14</b>	Dispersión según muestra.....	70
<b>Figura 15</b>	ANOVA Grafico para Diámetro.....	72
<b>Figura 16</b>	Dispersión según muestra.....	73
<b>Figura 17</b>	Caja y Bigote.....	75
<b>Figura 18</b>	Gráfico de Residuos.....	76
<b>Figura 19</b>	ANOM con 95 % Limite de Decisión.....	78
<b>Figura 20</b>	Gráficos de Medianas con intervalos del 95 % de confianza.....	79
<b>Figura 21</b>	Cuantiles.....	81
<b>Figura 22</b>	Rejillas de ventilación a utilizar.....	100
<b>Figura 23</b>	Planta Dpto. 01.....	101
<b>Figura 24</b>	Planta Dpto. 03.....	101
<b>Figura 25</b>	Planta Dpto. 02.....	101
<b>Figura 26</b>	Planta Dpto. 04.....	102
<b>Figura 27</b>	Planta típica Dpto. 101 y 201.....	102
<b>Figura 28</b>	Planta típica Dpto. 102 y 202.....	103
<b>Figura 29</b>	Planta típica Dpto. 103 y 203.....	104
<b>Figura 30</b>	Planta típica Dpto. 104 y 204.....	104
<b>Figura 31</b>	Planta dúplex 301 (a).....	105
<b>Figura 32</b>	Planta dúplex 301 (b).....	105
<b>Figura 33</b>	Planta dúplex 302 (a).....	106
<b>Figura 34</b>	Planta dúplex 302 (b).....	106
<b>Figura 35</b>	Planta dúplex 303 (a).....	107
<b>Figura 36</b>	Planta dúplex 303 (b).....	107
<b>Figura 37</b>	Planta dúplex 304 (a).....	108
<b>Figura 38</b>	Planta dúplex 304 (b).....	108
<b>Figura 39</b>	Isométrico 301.....	109
<b>Figura 40</b>	Isométrico 302.....	109
<b>Figura 41</b>	Isométrico 303.....	110
<b>Figura 42</b>	Isométrico 304.....	110
<b>Figura 43</b>	Isométrico 204.....	110
<b>Figura 44</b>	Isométrico 203.....	111
<b>Figura 45</b>	Isométrico 202.....	112
<b>Figura 46</b>	Isométrico 201.....	112

<b>Figura 47</b>	Isométrico 104 .....	113
<b>Figura 48</b>	Isométrico 103 .....	113
<b>Figura 49</b>	Isométrico 102 .....	114
<b>Figura 50</b>	Isométrico 102 .....	114
<b>Figura 51</b>	Isométrico 03 .....	115
<b>Figura 52</b>	Isométrico 02 .....	115
<b>Figura 53</b>	Isométrico 04 .....	116
<b>Figura 54</b>	Isométrico 01 .....	116
<b>Figura 55</b>	Isométrico Montante cobre .....	117

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha venido implementando de manera progresiva el uso del gas natural, en Lima, como fuente de energía sin embargo hasta la fecha hay muchos distritos que carecen de redes de distribución motivo por el cual se realiza la presente investigación con el propósito de implementar un sistema Bigas a un edificio multifamiliar, asegurando de este modo un futuro sistema de tuberías con el cual aprovechar el gas natural.

El objetivo de la presente tesis es establecer de qué manera la norma técnica peruana para Gas Natural Seco NTP 111.011-2014 se complementa con la norma técnica peruana para Gas Licuado de Petróleo NTP321.123-2014 para favorecer el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho.

En la presente investigación se ha utilizado el tipo de investigación aplicada, y el nivel de investigación inductivo-deductivo y el diseño de investigación experimental.

Como resultado se ha obtenido Implementar un Sistema de tuberías Bi-Gas para el edificio Multifamiliar Camacho.

## **I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Planteamiento de Problema**

El gas natural, hoy en día, representa una de las tantas fuentes de energía limpia que se emplea en el mundo; a nivel residencial, comercial, industrial, así como para centrales térmicas, con el propósito de disminuir progresivamente la concentración de contaminantes en nuestra atmosfera, debido a que en los últimos años se ha visto comprometida por la utilización masiva de fuentes de energía, las cuales han generado cantidades importantes en emisión de contaminantes. (Declaración de Johannesburgo sobre el desarrollo sostenible, 2002).

La aplicación del gas natural tuvo sus inicios en Europa, continente en el cual, los países miembros tuvieron que desarrollar diferentes ensayos y pruebas con los cuales lograron reunir y establecer requisitos mínimos que deberían cumplirse para un correcto y optimo suministro del gas natural a través de tuberías (gaseoductos), en materia de seguridad y confiabilidad, esto sumado a los estándares que, EEUU desarrolló en referencia a la producción de distintos tipos de tuberías (gaseoductos) para conducción de gas licuado de petróleo y gas natural, estableciendo de este modo normas y estándares como punto de partida para la aplicación internacional.

Citamos a Colombia tanto como Argentina en el ambiente del continente sudamericano, como los primeros países en aplicar el gas natural como una fuente de energía, ellos a su vez desarrollaron sus propias normas en las cuales incluye las condiciones geológicas, así como el valor diferencial del poder calorífico que entregan sus reservas de gas natural debido al porcentaje y su composición. El Perú no fue ajeno en el desarrollo de sus Normas Técnicas Peruanas para Gas Natural Seco y para Gas Licuado de Petróleo tomando como referencia los estándares y normas internacionales.

Cálidda, es el concesionario encargado de realizar la masificación del gas natural en Lima y Callao, teniendo operaciones en Lima desde Agosto de 2004, año desde que se está implementando redes de distribución en los distritos de Lima, sin

embargo hasta la fecha aún existen distritos que carecen de dichas redes, por otro lado las edificaciones no quedándose fuera de contar en un futuro con el gas natural como fuente de energía, resuelven instalar un sistema de tuberías para Gas Licuado de Petróleo, sistema que luego se convertirá a Gas Natural Seco, a través de procedimientos establecidos. (Osinermin, 2014)

Los artefactos y sus componentes, que utilicen al gas natural como fuente de energía se denominan Gasodoméstico. (Osinermin, 2014).

(RNE - EM 040), presenta; clasificación de los gasodoméstico de acuerdo al método de evacuación de productos de la combustión, primero al tipo A considerado de combustión abierta, gasodoméstico que se le puede reconocer por no requerir de chimeneas para la evacuación de productos de la combustión, segundo al tipo B también considerado de combustión abierta pero este tipo de gasodoméstico si requiere de chimeneas para la evacuación de productos de la combustión, y por ultimo al de Tipo C considerado de combustión cerrada e incluir chimenea para la evacuación de productos de la combustión. Asimismo, nos enumera los distintos tipos de requerimientos que el instalador registrado deberá tomar en consideración para diseñar e instalar las chimeneas. En esa misma línea establece los diferentes métodos que el instalador registrado deberá tomar en consideración para la instalación de un gasodoméstico en una edificación con referencia a la ventilación (renovación de aire) y evacuación (expulsión de productos de la combustión)

Las Normas técnicas Peruanas Gas Natural Seco – Gas Licuado de Petróleo, nos menciona los parámetros mínimos que el instalador registrado deberá considerar en el diseño, construcción y/o reparación de sistemas de tuberías tomando en cuenta las presiones de trabajo de los gasodomésticos, los tipos de tuberías a utilizar, influencia de alturas, métodos de pruebas de hermeticidad, configuración de las regulaciones, presiones, caudal, tipos de medidores, entre otras muchas consideraciones a aplicar de acuerdo a la naturaleza del proyecto. (NTP 111.011, NTP 111.010, NTP 321.123, NTP 321.121 2014)

En el mundo existen tres familias de gases, clasificados a su vez en grupos de acuerdo al índice de Woobe, valor calculado a partir de su poder calorífico

superior (medido en Kcal/m<sup>3</sup>), la utilización de más de un tipo de gas convierte al sistema de tuberías en un Bigas, esto quiere decir que deberá estar diseñado y construido bajo siquiera requisitos mínimos establecido en normas diferentes debido a la naturaleza, composición y comportamiento de cada tipo de gas, todo ello con el propósito de asegurar un diseño óptimo del sistema de tuberías Bigas; Gas Natural Seco o Gas Licuado de Petróleo. (Osinergmin, 2014).

El edificio Multifamiliar Camacho, está ubicado en el distrito de Surco, en la Calle Las Pecanas 490 Urb. Camacho, cuenta con un numero de 16 departamentos, y está diseñado para atender 2 gasodomésticos por departamento sin embargo debido a la ubicación del Edificio multifamiliar Camacho., este no contará por el momento con el suministro de Gas Natural, motivo por el cual se buscará la implementación de un sistema tuberías Bigas, que llegado su momento se conectará al Gas Natural a través de una tubería de conexión con la redes de distribución.

Con el fin de realizar un óptimo proyecto a nivel de diseño y construcción se deberá consultar las Normas Técnicas Peruanas GNS – GLP y el Reglamento Nacional de Edificaciones, que no se encuentran unificadas.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿De qué manera las normas técnicas peruanas para Gas Natural Seco se complementan con las normas técnicas peruanas para Gas Licuado de Petróleo para favorecer el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho??

### **1.2.2. Problemas específicos**

¿De qué manera las normas técnicas peruanas para Gas Natural Seco favorecen en el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho??

¿De qué manera las normas técnicas peruanas Gas Licuado de Petróleo favorece en el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho??

¿De qué manera las normas técnicas peruanas Gas Licuado de Petróleo complementan a las normas técnicas peruanas para Gas Natural en el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho??

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

#### **1.3.1. Justificación teórica.**

La presente investigación ha sido desarrollada con el propósito de contribuir a la ingeniería sobre la implementación de redes Bi-Gas en edificios multifamiliares, debido a la ausencia de este tipo de información, así como cursos que se imparta en las universidades.

La investigación ha tomado como referencia las distintas características propias de los gases a utilizar, sistematizándolas a través de hojas de cálculo en Excel, memorias y requisitos normados, cuyos resultados reflejarán una correcta aplicación de una red bi-gas para edificios multifamiliares; de este modo los edificios podrán contar con sistemas de tuberías para la conducción de gas como energía, no solo a nivel de proyecto, sino que a nivel de ejecución y construcción que llegado las redes de distribución se conectaría sin inconveniente alguno, de este modo realizando una sola inversión para el aprovechamiento del gas como energía.

#### **1.3.2. Justificación práctica.**

La presente investigación ha sido desarrollada debido a la necesidad de cumplimentar lo requerido en la RNE EM-040, con respecto a que toda edificación en el territorio nacional deberá poder ser beneficiario con el aprovechamiento del gas natural como energía, reflejándose a su vez en un beneficio con respecto a lo económico de su costo, pudiendo de este modo implementar numerosos artefactos que utilicen al gas natural como fuente de energía.

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

### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar de qué manera las normas técnicas peruanas para Gas Natural Seco se complementa con las normas técnicas peruanas para Gas Licuado de Petróleo para favorecer el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

Determinar de qué manera las normas técnicas peruanas para Gas Natural Seco favorece en el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho.

Determinar de qué manera las normas técnicas peruanas Gas Licuado de Petróleo favorece en el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho.

Determinar que las normas técnicas peruanas Gas Licuado de Petróleo se complementan a las normas técnicas peruanas para Gas Natural en el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho.

## II. MARCO TEÓRICO

El edificio Multifamiliar Camacho, ubicado en la ciudad de Lima distrito de surco calle las pecanas 490, a la fecha del estudio de la tesis se encontraba en la etapa de prediseño, en el año 2020 se encuentra en la etapa de diseño y gestión de permisos municipales.

El área de ingeniería de la constructora busca que sus departamentos se encuentren acondicionados para el sistema de gas natural a través de tuberías para cuando el concesionario construya las redes de distribución el edificio multifamiliar se conecte a la red, motivo por el cual, se implementará un sistema Bi-gas, es decir, un diseño que cumpla con ambas normativas para el suministro de ambos combustibles gaseosos, en un primer momento con GLP para luego ser conectado a la red de Gas Natural.

Construcciones aledañas no cuentan con una implementación de este tipo, debido a que aún el concesionario (calidda) no construye la red de distribución asimismo el distrito de la Molina no se encuentra en el plan anual de construcciones de redes externas.

Para la implementación del sistema de tuberías Bi-Gas, se utilizará materiales (Tuberías, accesorios, sistemas de regulación, medidores, entre otros) autorizados según las NTP para GLP y Gas Natural, asimismo el personal para el diseño y construcción deberá estar inscrito en el registro de instaladores de gas natural de Osinergmin, según lo estipulado en RCD-030-2016-OS-CD, se usará herramientas especializadas y sistemas de unión de tuberías autorizadas según NTP111.011.

Adicionalmente se usará herramientas de poder (Amoladoras, Rotomartillo, entre otros) para el corte, picado y resane de las estructuras que contengan las tuberías, finalmente equipos de medición calibrados en las magnitudes autorizadas según cada NTP para cada combustible; GLP o GAS NATURAL

## 2.1. Antecedentes de la Investigación

### 2.1.1. Antecedentes nacionales

Utilicé como base, el estudio realizado por; Freddy, Flores Vega (2017), con su tesis titulada: ***“Diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar Gállese con el uso de las normas complementadas norma técnica E.M. 040 instalaciones de gas y norma técnica peruana 111.011-2014.”***, UNIVERSIDAD PRIVADA TELESUP - LIMA.

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; “Explicar de qué manera la norma técnica E.M. 040 Instalaciones de Gas se complementa con la norma técnica peruana N.T.P.111.011-2014 para favorecer el diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar Gállese”

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter inductivo-deductivo, tipo de investigación y diseño experimentales.

Las conclusiones a las que arribó en su investigación son: (1) El desarrollo de los planteamientos teóricos llevados a los valores prácticos permiten el valor agregado de la metodología de cálculo para cada tipo de diseño por lo que se indican las siguientes conclusiones

(2) El uso de la Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas se complementa con la Norma Técnica Peruana NTP111.011-2014 para favorecer el diseño de instalaciones de gas natural porque se ha logrado el desarrollado del proyecto bajo los requisitos, condiciones de las mismas y así mejorar las condiciones del edificio multifamiliar Gállese, considerándose los valores del caudal de departamento 2.87 m<sup>3</sup>/h; con reguladores de la primera etapa de 22.96 m<sup>3</sup>/h y en la segunda etapa el valor del gabinete doble fue de 5.76 m<sup>3</sup>/h, gabinete triple de 5.16 m<sup>3</sup>/h para una lográndose un confinamiento menor a 4.8m<sup>3</sup>/kW lo que se logró con unas rejillas de ventilación inferior 20 cm x 25 cm con una área de 500 cm<sup>2</sup> , por lo que dichas normas en el plano empírico se complementan.

(3) El uso de la Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas favorece el diseño de instalaciones de gas natural del edificio porque se ha logrado el desarrollo del proyecto teórico en el aspecto práctico se ha obtenido un diámetro de 25 mm para el diseño de instalaciones de gas.

(4) El uso de la Norma Técnica Peruana NTP111.011-2014 favorece en el diseño de instalaciones de gas natural del edificio obteniendo resultados en la velocidad del flujo del gas menos a 40 m/s y presión menor a 340 mbar como las normas así lo exigen.

Utilizamos como base, el estudio realizado por Héctor Rolando Quispe Aguilar (2015), con su tesis titulada: ***“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 – LIMA.

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; “Implementar los procedimientos constructivos en base a las disposiciones del Reglamento nacional de Edificaciones en conjunto con las Normas vigentes del gas natural y brindar todas las herramientas posibles para que los futuros técnicos dedicados a este rubro tengan los conocimientos técnicos de los tipos de albañilería y los cuidados que deben tener con los materiales de construcción ya que los hay en gran variedad”

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter inductivo-deductivo, tipo de investigación explicativa y diseño experimental.

Las conclusiones a las que arribó en su investigación son: (1) 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

(2) 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.

Utilizamos como base, el estudio realizado por; Wong (2007), en su Tesis titulada: ***“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 – LIMA**

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; “Contribuir a mejorar las condiciones de vida de los pobladores de la Urbanización Preví, Distrito y Provincia del Callao, así como de las Urbanizaciones vecinas, mediante la implementación adecuada de instalaciones de gas natural y sanitarias, para la "Asociación de Trabajadores del Mercado 1º de Mayo" y de esta forma mejorar el abastecimiento de productos alimenticios y otros a la comunidad.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter inductivo-deductivo, tipo de investigación explicativa y diseño experimental.

Las conclusiones a las que arribó en su investigación son: (1) 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.

(2) 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.

(3) 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)

(4) 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.

(5) 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.

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

(7) 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  $-42^{\circ}\text{C}$ ), LGN: Líquidos de gas natural (son los líquidos contenidos en el gas natural), GTL: Gas natural a Líquido (Synfuel) - del cual se puede obtener Diésel 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)

(8) 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.

(9) 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.

(10) 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.

(11) 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.

(12) 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 colocados a la vista, excepto las tuberías abastecedoras a las centrales de medidores que van empotradas al piso en camisas protectoras.

(13) 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 .

(14) 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: 1. Corte del tubo a escuadra, 2. Eliminación de las rebabas, 3. Recalibrado de los extremos, 4. Limpieza y lijado del tubo, 5. Limpieza del accesorio, 6. Aplicación del decapante, 7. Calentamiento, 8. Aplicación de la soldadura, 9. Enfriamiento.

(15) 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**  
*Aplicación de presiones en Perú, México y Argentina*

	PERU	ARGENTINA	MEXICO
Cálculo de tuberías conductoras de gas	utiliza fórmulas de Renould y Pole	utiliza tablas que nos da caudales en litros de gas por hora para cañerías de diferentes diámetros y longitudes	No especifica
Campo de aplicación presiones de hasta un máximo	34kPA o 3.4m de agua	196kPa	35KPa
Perdida máxima de presión para el gas natural hasta los artefactos conectados	120Pa	100Pa	No especifica
Norma	NTP 111.011(2014) Y EM040(2006)	NAG 200 (1982)	NOM-002- SECRE 2003

*Fuente: Wong (2007)*

Utilizamos como base, el estudio realizado por; Hemogenes Díaz Grattely (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.

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; “Identificar y evaluar el impacto de la instalación de la planta envasadora de GLP y proponer las medidas de mitigación, control y seguimiento en sus etapas de pre-construcción operación y abandono.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter inductivo-deductivo, tipo de investigación explicativa y diseño experimental.

Las conclusiones a las que arribó en su investigación son: (1) Las operaciones de la planta envasadora de GLP no generan impactos de consideración en la ciudad de Tingo María.

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

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

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

Utilizamos como base, el estudio realizado por; Denis Jesús Santana Canchaya (2009), en su Tesis titulada: **“Diseño de sistema de cogeneración para un centro comercial utilizando gas natural”**. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; “diseñar un sistema de cogeneración para satisfacer los requerimientos de electricidad y aire acondicionado en un Centro Comercial de la ciudad de Lima, que en la actualidad cubre sus requerimientos exclusivamente con energía eléctrica proveniente de una empresa generadora.”

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter inductivo-deductivo, tipo de investigación explicativa y diseño experimental.

Las conclusiones a las que arribó en su investigación son: (1) La Instalación de Cogeneración diseñada, cubre de forma total los requerimientos de electricidad y aire acondicionado demandados por el Centro Comercial, por ende, es viable técnicamente.

(2) Con los requerimientos energéticos actuales que posee el Centro Comercial, el proyecto no es viable económicamente, al presentar un VAN negativo, debido a que la instalación de Cogeneración diseñada solo operará 1800 horas al año, mientras el resto de las horas operará como Central Térmica Convencional.

(3) El análisis de sensibilidad realizado en un escenario optimista, muestra que el proyecto será viable técnicamente y económicamente cuando la Instalación de Cogeneración diseñada opere como tal, durante todo el año, un mínimo de 4320 horas, lo que implica un aumento de los requerimientos térmicos del Centro Comercial por la apertura de nuevos negocios que generaran ingresos por la venta de energía en forma de vapor y agua caliente, logrando obtenerse un VAN positivo, con un TIR de 19.78%, y un período de recuperación de inversión de 9 años y 2 meses.

(4) El proyecto seguirá siendo viable económicamente en un escenario Optimista como se describió en el punto anterior, siempre que el costo de gas natural no sufra un incremento por encima del 4% anual.

(5) El proyecto presenta dificultades de retorno de inversión a corto plazo, debido a la cantidad de horas que puede operar la instalación de Cogeneración, a causa de no requerimientos energéticos en horas nocturnas para el Centro Comercial.

Utilizamos como base, el estudio realizado por; Tarex Everaldo Rojas Dávila (2007), con su tesis titulada: **“Diseño y construcción de instalaciones de Gas Licuado de Petróleo y de Gas Natural para uso comercial”, UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - LIMA**

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; “el diseño, dimensionamiento y puesta en funcionamiento de una instalación de gas de tipo

comercial, se ha tomado en cuenta las diversas tecnologías de tuberías para la conducción de gas que ofrece el mercado y la demostración del abaratamiento de costos con la utilización de nuevas energías”

Las conclusiones a las que arribó en su investigación son: (1) Si comparamos el GN y el GLP, es conveniente para el usuario usar GN, esto en base a los comparativos económicos realizados en el ítem 8.3, de la presente tesis.

(2) Para el cálculo del diámetro de tuberías para GLP y GN, se siguen los mismos principios, básicamente la diferencia está en el poder calorífico de cada combustible, y las presiones que se manejan para ambos combustibles; para el caso del GLP la presión de entrada es de 1.2 bar y para el GN la presión de entrada es de 340m bar, en base a los cálculos realizados en los ítems 8.1 y 8.2, de la presente tesis.

(3) Para el cálculo del diámetro de diseño, en instalaciones de GLP, las fórmulas de Pole y Renouard entregaron diámetros iguales, en base a los cálculos realizados en el ítem 8.1.

(4) Para el cálculo del diámetro de diseño, en instalaciones de Gas Natural, la fórmula de Pole entregó diámetros más económicos que la fórmula de Renouard, en base a los cálculos realizados en el ítem 8.2.

(5) La Norma Técnica Peruana 111.011, tiene un error, muestra en su anexo 8 la fórmula de Renouard y no hace distinción de su aplicación para baja y alta presión, es así como esta fórmula solo es válida en baja presión, en el ítem 4.3.5.2 de la presente tesis, mostramos ambas fórmulas (baja y alta presión), según (2).

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

Utilizamos como base, el estudio realizado por; Geovanny José Rocca Martínez (2011), en su Tesis titulada: ***“Diseño de una red de distribución de gas natural para uso doméstico en el sector las cocuizas del municipio Maturín del estado Monagas”***, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; “Diseñar una red de distribución de gas natural para uso doméstico en el sector Las Cocuizas del municipio Maturín del estado Monagas”

Las conclusiones a las que arribó en su investigación son: (1) Actualmente el gasoducto principal que suministra la estación de regulación en ZIMCA, es una derivación de la línea principal que conecta Querequere 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.

(2) 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.

(3) 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.

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

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

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

(7) 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.

(8) 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.

(9). Las velocidades máximas de operación están acordes con los requisitos planteados por las normas COVENIN.

(10) De acuerdo con 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.

Utilizamos como base, el estudio realizado por; Erick Fernando Ramirez Espejel (2013), en su Tesis titulada: **“Diseño y análisis de la red interna de conducción y distribución de gas natural hacia los centros de consumo de la planta metalmeccánica, bajo normas de uso y manejo de gas natural”**  
**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA UNIDAD AZCAPOTZALCO**

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; “Satisfacer las necesidades del cliente, consumidor de combustible (Gas LP), con un combustible alterno (Gas Natural), a un bajo costo e inversión de áreas y personal capacitado para su manejo”

Las conclusiones a las que arribó en su investigación son:

(1) Se incrementa la seguridad de la instalación y sus alrededores de la planta.

(2) Se reducen un 65% en el costo de hidrocarburos.

(3) Se asegura un monitoreo acreditado de las condiciones de la red de Aprovechamiento bajo normativa (ver anexo 5-6).

(4) Se asegura la acreditación de la red ante la Comisión Reguladora de

Energía. (CRE) para su operación y funcionamiento (ver anexo 5-6).

(5) Se reducen emisiones contaminantes al medio ambiente, 25% de contaminante.

(6) Tiempo del proyecto ante el grupo verificador costo total

(7) 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.

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

Utilizamos como base, el estudio realizado por; Erick Fernando Ramirez Espejel (2013), en su Tesis titulada: ***“Proyecto de construcción y distribución de gas natural en vía pública para la colonia del Carmen en la delegación Coyoacán”*** - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Las conclusiones a las que arribó en su investigación son:

(1) 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.

(2) 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.

(3) 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.

(4) 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.

(5) 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.

Utilizamos como base, el estudio realizado por; María Adriana Tvarez Jiménez (2013), en su Tesis titulada:” **Instalación de línea de gas**”  
**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE QUERÉTARO.**

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo; “La reubicación de horno del Hotel Holiday Inn Diamante al Crowne Plaza.

(2) Cambio de gas LP a gas natural.

(3) Más espacio para el área de panadería.

(4) Instalación de manómetro para un mejor control de la presión de gas.

(5) La incorporación de reguladores.

Las conclusiones a las que arribó en su investigación son;(1) Mi estancia en el hotel Holiday Inn Diamante y Crowne Plaza ha sido de gran ayuda en mi desarrollo profesional. Los conocimientos adquiridos en la Universidad

relativamente son pocos, porque los profesores no pueden otorgar la experiencia que el estudiante necesita y quien los pretenden dar, no tiene recursos suficientes dentro de la institución.

(2) Me queda una gran satisfacción al haber hecho mi Estadía en esta Empresa porque obtuve experiencia profesional: el saber cómo se debe desempeñar el trabajo.

(3) Para el Departamento de Mantenimiento me dejó una nueva visión acerca del significado de los Técnicos Superiores Universitarios, pues al ejecutar mi trabajo y actividades asignadas, al no faltar ningún día sin haber avisado, al acomedirme y ofrecer disponibilidad, durante mi formación aprendí que el trabajo arduo deja buenos resultados.

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

### **2.2.1 Norma NTP 111.011, NTP 321.123**

#### **2.2.1.1. NTP 111.011-2014, NTP 321.121-2014, NTP 321.123-2014**

Quispe (2015) nos menciona acerca de la NTP 111.011-2014 que, “Esta norma fue elaborada por el comité técnico de normalización y establece los requisitos y métodos del sistema de tuberías para la instalación internas residenciales y comerciales”

Cabe mencionar que todas las normas técnicas peruanas, son elaboradas del mismo modo por el comité técnico de normalización sea para los casos de las NTP 321.121 y NTP 321.123.

### **2.2.2 Norma Reglamento nacional de Edificaciones, especialidades Mecánicas 040 - Instalaciones de Gas**

Quispe (2015) hace referencia que, “La presente norma establece los requisitos mínimos técnicos que se deben de incluir en el diseño y construcción de una edificación en la que se instale redes internas de Gas Natural Seco y Gas

Licuado de Petróleo”

### 2.2.3 Familia de los Gases

Rojas (2007), nos menciona, “Los gases se clasifican por la familia a la que pertenecen, los más usados actualmente son los gases de la segunda y tercera familia”

#### 2.2.3.1 Primera Familia: Los Gases Manufacturados o gas de Ciudad

Rojas (2007), nos menciona que este tipo de gases no son propiamente de origen natural más conocidos como gas ciudad por ser manufacturados, y debido a su propiedad de menor densidad que el aire se disipa mejor en una eventual fuga.

#### 2.2.3.2 Segunda Familia: Los Gases Naturales

Rojas (2007), nos menciona que este tipo de gases se obtiene en su estado natural, es decir directamente de la tierra sin ningún procedimiento manufacturado y en condiciones normales su principal componente es el metano (CH<sub>4</sub>). Refiere que al sistema de transporte se le denomina gaseoductos.

Nos menciona, “El metano es una molécula geoméricamente perfecta, esta virtud origina que tenga una combustión con una casi nula emisión de monóxido de carbono por no producirse inquemados en la llama”.

**Tabla 2**  
*Composición del Gas Natural Seco (GNS).*

Componentes	Formula	% en volumen
Metano	$CH_4$	88.54
Etano	$C_2H_6$	10.32
Propano	$C_3H_6$	0.02
Nitrógeno	$N_2$	0.54
Dióxido de Carbono	$CO_2$	0.58

*Fuente: Rojas (2007)*

### **2.2.3.2 Tercera Familia: Los Gases Licuados de Petróleo**

Rojas (2007), nos menciona; “Los principales componentes de este gas son el butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) y el propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>), en porcentajes del 40% y 60% respectivamente”

### **2.2.2. Presión**

Rojas (2007), nos menciona; “El concepto de presión se define como la fuerza aplicada por unidad de superficie”.

$$P = \frac{F}{A}$$

Donde:

p =presión

F=fuerza

A = área de la superficie sobre la que actúa la fuerza.

### **2.2.3. Herramienta para Medir Presión**

Rojas (2007) nos menciona; “Para medir la presión relativa se utilizan los manómetros y los piezómetros ambos se emplean para medir la presión de un líquido o de un gas, o la diferencia de presión entre dos puntos”

### **2.2.4. Caudal**

#### **2.2.4.1. Concepto de Caudal**

Rojas (2007) refiere que; “Si llamamos "v" a la velocidad media de un fluido que circula por una conducción, el caudal volumétrico de fluido que pasa por la sección del tubo viene dado por la expresión”

$$Q = v \cdot A$$

Donde:

Q = Caudal volumétrico en m<sup>3</sup>/s;

v = velocidad media del fluido en m/s

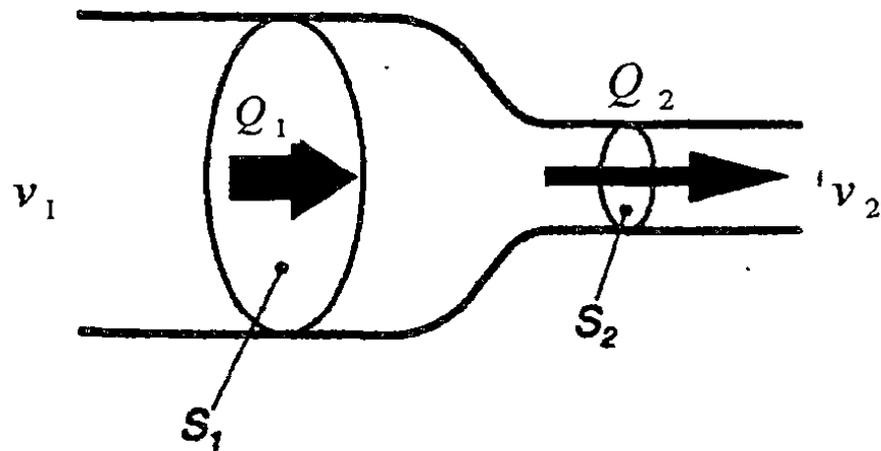
A = área de la sección transversal en m<sup>2</sup>

Rojas (2007) nos menciona también que; “Entre dos secciones (S1) y (S2) de una misma conducción se cumple que la cantidad de fluido por unidad de tiempo que atraviesa ambas secciones es la misma, entonces podemos escribir”

$$Q_1 = Q_2$$

Rojas (2007) Llegando a la conclusión que; “Al desarrollar la formula anterior notamos que, al disminuir la sección, aumenta la Velocidad”

**Figura 1**  
*Formula de Caudal*



*Fuente: Ing. Freddy Rojas Chávez “Introducción a la ingeniería del Gas”*

#### 2.2.4.2. Caudal del Gas

Rojas (2007), menciona que, “Para el caso del gas, se utiliza el **caudal nominal volumétrico** de gas es un dato que debe figurar en la placa de características del aparato”, puede calcularse a partir de la Fórmula siguiente

$$Q = \frac{P_n}{PCI \text{ (Referido a la unidad de volumen)}}$$

Donde:

Q = caudal nominal volumétrico (m<sup>3</sup>/h, gln/h)

Pn = potencia nominal (BTU/h, kW)

PCI = poder calorífico inferior del combustible, referido a la unidad de volumen (BTU/m<sup>3</sup>, BTU/gln).

### 2.2.4.3. Poder Calorífico

Rojas (2007), menciona, “El poder calorífico se define como la cantidad de calor que libera la combustión completa de un kg de combustible, cuando este y el oxígeno se encuentran originalmente a 15 °C y ambos terminan a la misma temperatura”

**PCS:** Rojas (2007) menciona, “poder calorífico superior, es el calor desprendido por el combustible cuando los productos de la combustión son enfriados hasta la condensación del vapor de agua que contienen, este valor es que se usa para los cálculos”

**PCI:** Rojas (2007) menciona, “poder calorífico inferior, es el calor desprendido por el combustible cuando los productos de la combustión son enfriados sin que llegue a producirse la condensación del vapor de agua”

### 2.2.5. Pérdidas de Carga por Fricción en las Tuberías

Rojas (2007) menciona, “Cuando un gas circula por una tubería, pierde presión a medida que avanza a lo largo de esta, a causa del rozamiento con las paredes del tubo; también cuando pasa por un accesorio, curva, cambio de sección, etc.” Es Decir, la pérdida de presión se origina por el paso del fluido (gas) por diferentes materiales debido a su rugosidad interna.

### 2.2.6. Cálculo Mediante las Fórmulas de Renouard.

#### 2.2.6.1. Fórmula de Renouard para Baja Presión. ( $p < 0.05$ bar)

$$\Delta p = \frac{22759 \cdot d_r \cdot L_e \cdot Q^{1.82}}{\emptyset^{4.82}}$$

#### 2.2.6.2. Fórmula de Renouard para Media y Alta Presión. ( $p > 0.05$ bar)

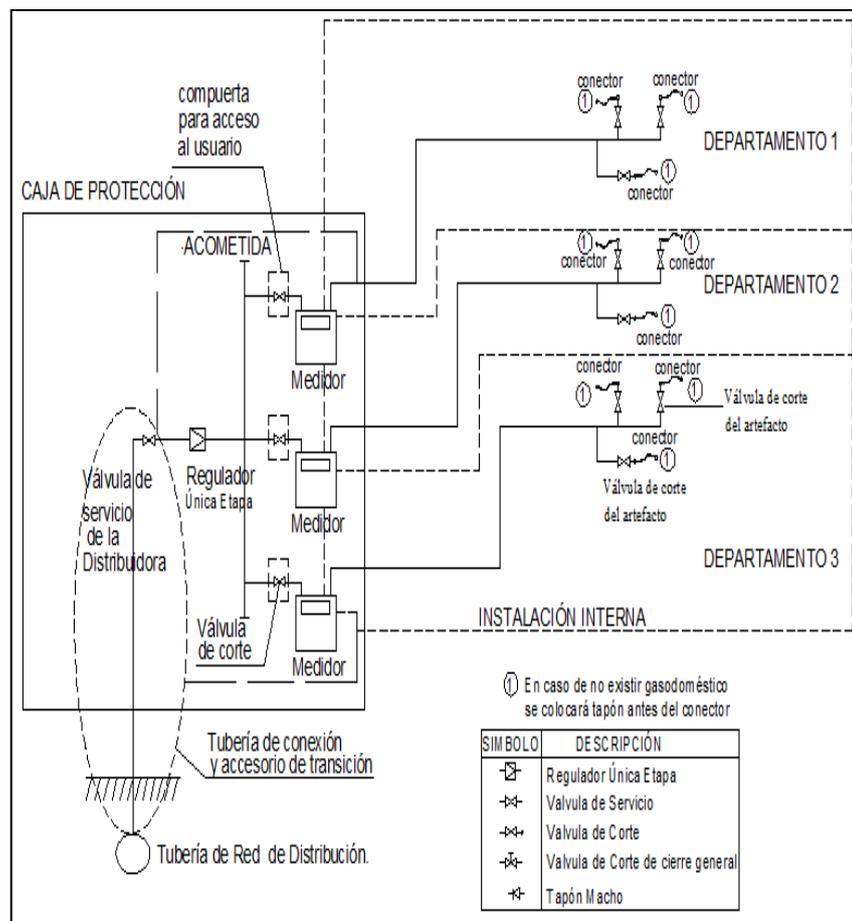
$$P_2 = \sqrt{P_1^2 - \frac{48.6 \cdot d_r \cdot L_e \cdot Q^{1.82}}{\emptyset^{4.82}}}$$

## 2.2.7. Tipos de instalaciones de gas natural

### 2.2.7.1. Instalación de única etapa.

Osinermin (2014), nos explica que “Hace referencia a las instalaciones en las cuales se regula directamente la presión de la línea de distribución a la línea interior. El regulador se ubica en función del tipo de regulador elegido y a criterio del diseñador de la instalación.”

**Figura 2**  
*Instalación de única etapa*



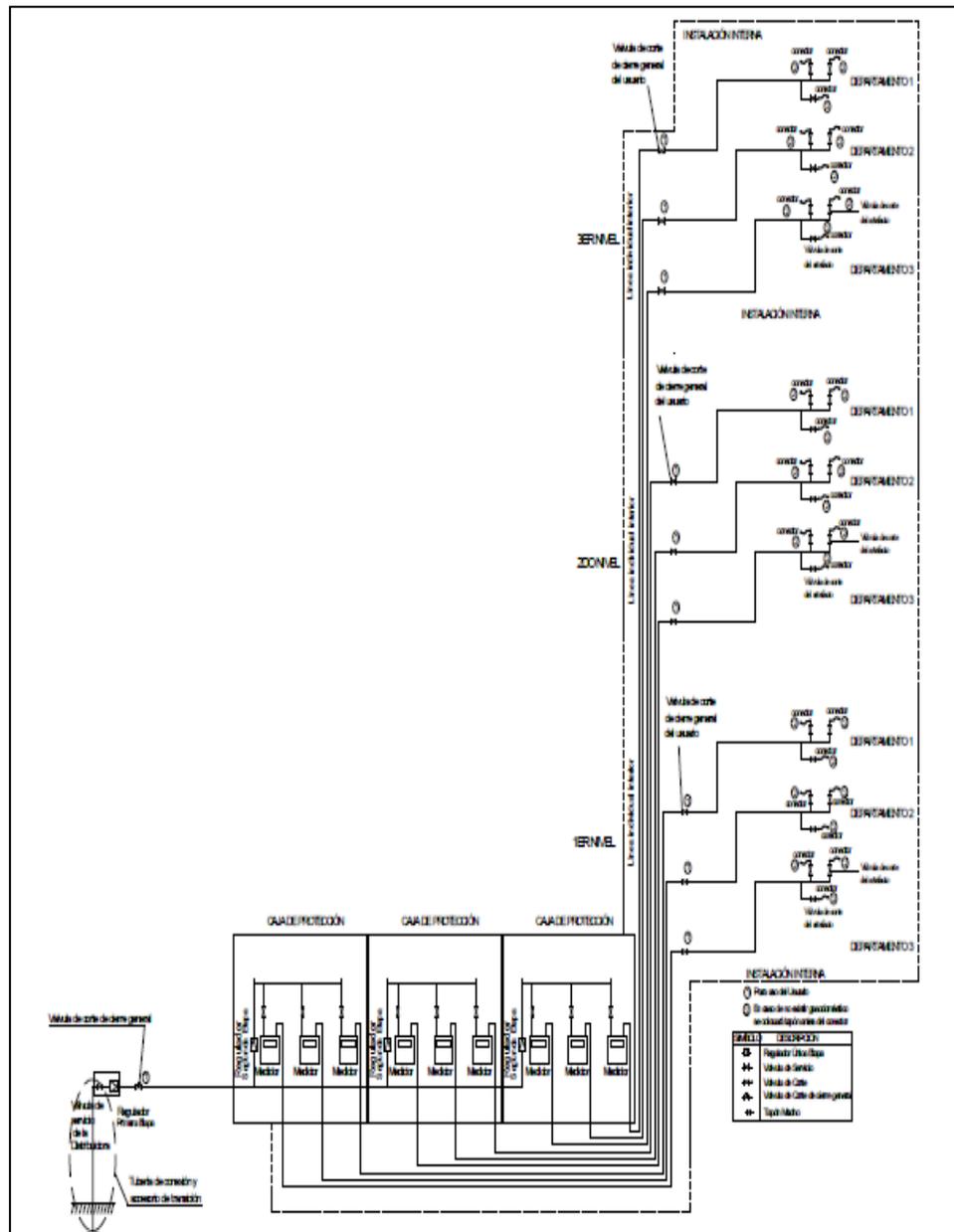
Fuente: Osinermin (2014)

### 2.9.9.2 Instalación en dos etapas.

Osinermin (2014), nos explica “Primera etapa: se reduce la presión de la línea de distribución hasta un valor máximo de presión igual que el permitido en la línea montante según sea el caso. El regulador se ubica en función del tipo del regulador elegido y a criterio del diseñador de la instalación.”

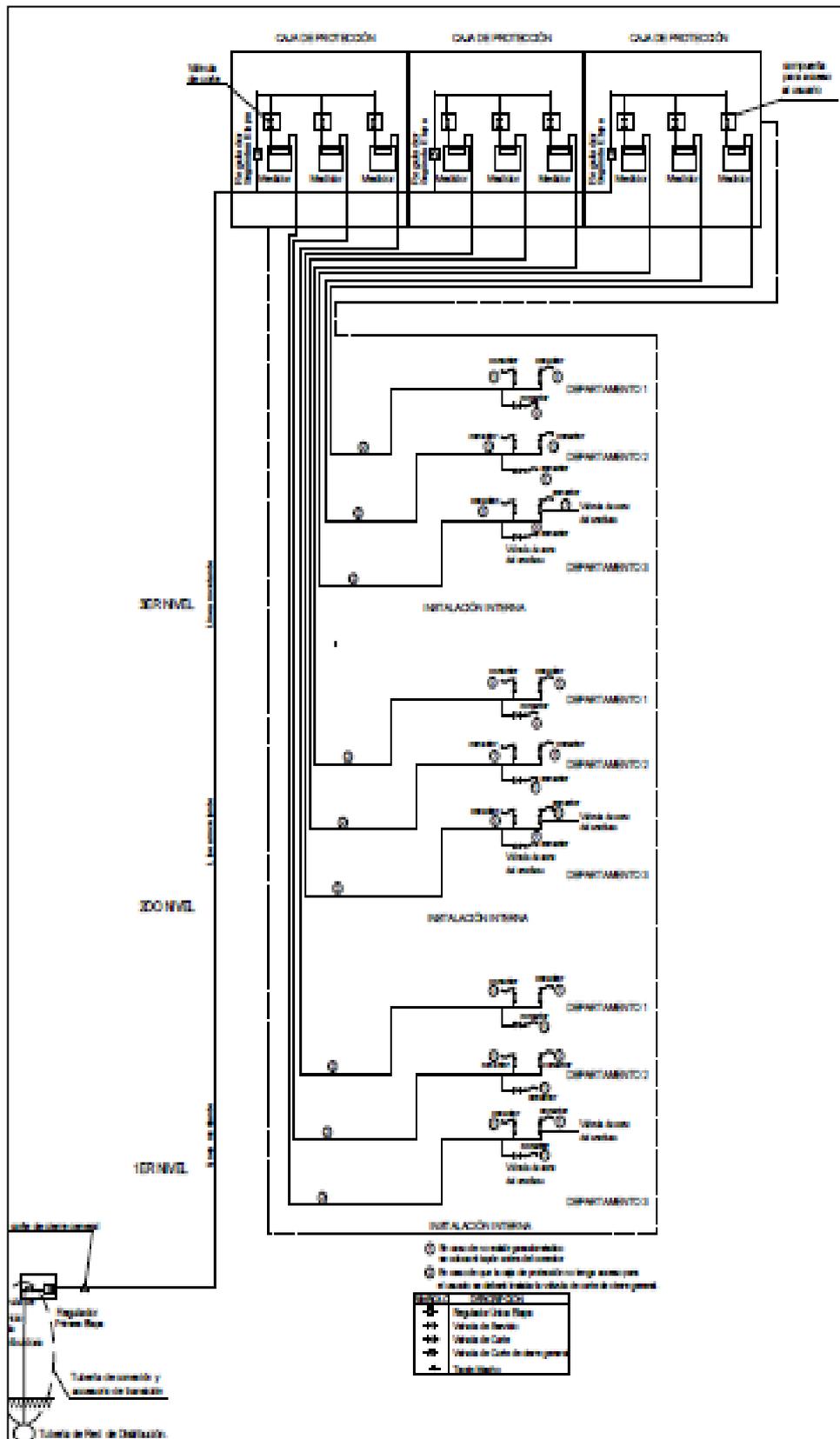
Osinergmin (2014), nos explica “Segunda etapa: En el caso de la línea montante se reduce la presión de la línea montante hasta la presión de la línea individual interior. El regulador se ubica en función del tipo de regulador elegido y a criterio del diseñador de la instalación.”

**Figura 3**  
*Instalación de dos etapas, tipo 1*



Fuente: Osinergmin (2014)

**Figura 4**  
*Instalación de dos etapas, tipo 2*



Fuente: Osinergmin (2014)

## **2.2.8. Tuberías de Gas Natural.**

### **2.2.8.1. Línea montante.**

Quispe (2015) nos dice que “para el montaje de la línea montante en las edificaciones su recorrido debe ser generalmente horizontales y verticales, por el exterior de las edificaciones que permita la conducción del gas hacia los departamentos de los edificios con una presión máxima regulada a 340 mbar.”

### **2.2.8.2. Línea individual.**

Quispe (2015,) nos explica que Consiste en realizar la instalación del sistema de tuberías dentro de la edificación cuyo propósito es conducir el gas natural seco hacia los distintos artefactos de un mismo usuario. Comprende desde el regulador que regula a 23 mbar hasta los artefactos.

### **2.2.8.3. Tipos de Tuberías.**

**Figura 5**  
*Tubo de Pealpe*



*Fuente: Coval (2006).*

Coval (2006) nos explica "Las tuberías PE-AL-PE-GAS de aluminio plástico son tuberías multicapa, es decir un tubo flexible de aluminio, recubierto en su interior y exterior por una capa de polietileno (HDPE) adherida por el sistema de extrusión y resistente a los rayos U.V. y diferentes agentes químicos."

**Figura 6**  
*Tubos de cobre*



*Fuente: CEDIC (2014)*

CEDIC (2014), nos menciona que “En una instalación hecha con tubo de cobre, pueden utilizarse diferentes tipos de accesorios: los de unión en frío y los soldados por capilaridad. En este último caso, intervienen otros dos materiales, el decapante y el material de aporte, los cuales tienen una gran importancia en la calidad final de la instalación.”

**Tabla 3**  
*Diámetro de tubería Pealpe y Cobre.*

Tipo de Tubería	Diámetros ( $\varnothing$ ) para diseño
Pealpe 2025	25mm
Pealpe 1216	16mm
Cobre 1/2"	13.84mm
Cobre 3/4"	19.95mm
Cobre 1"	26.04mm
Cobre 1 1/4"	32.13mm
Cobre 1 1/2"	38.24mm
Cobre 2"	50.37mm

*Fuente: Calidda (2009)*

### **2.2.9. Diseño, dimensionamiento del sistema de tuberías y velocidad**

Osinergmin (2014), nos dice “El diseño de las 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 requeridos por los artefactos a gas
- Las previsiones técnicas para atender demandas futuras.”

Osinermin (2014), nos dice “La velocidad de circulación del gas natural seco en la línea individual o en la línea montante ser menor o igual a 40m/s, para evitar vibraciones, ruidos o erosiones de tuberías.

Osinermin (2014), también nos menciona “Los cálculos para el diseño y dimensionamiento de la instalación interna residencial deberá 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 17mbar máxima de 25mbar con una presión nominal de 20mbar

**Tabla 4**  
*Presión en líneas internas de suministro.*

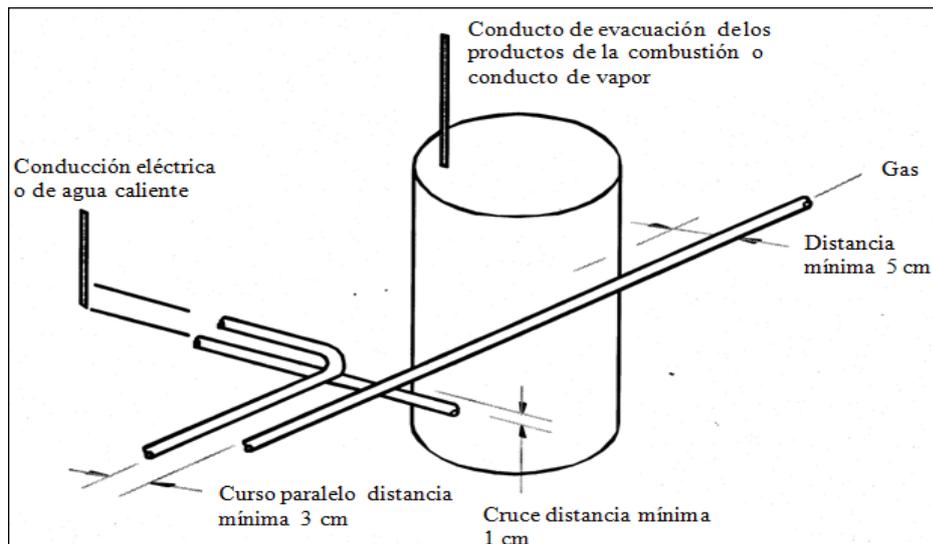
Líneas para suministro de gas natural para uso residencial	Presión máxima kPa (mbar)
Línea montante	34 kPa (340 mbar)
Línea individual interior	2,3 kPa (23 mbar)

*Fuente: Osinermin (2014)*

**2.2.9.1. Consideraciones generales en la construcción del sistema de tuberías.**

Osinermin (2014), nos dice que “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 ½ de pulgada de acuerdo con los cálculos de diseño.

**Figura 7**  
Cruce con otros servicios



Fuente: Osinergmin (2014)

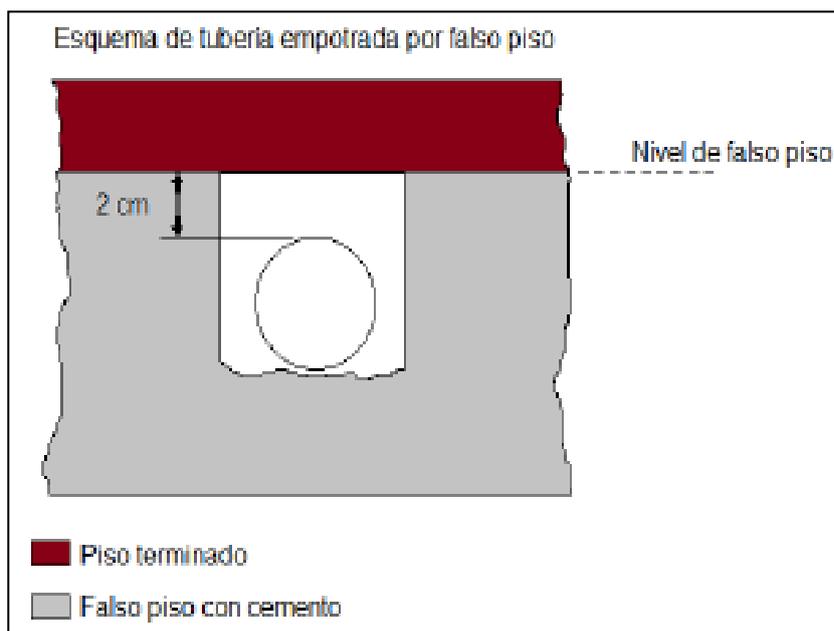
**Tabla 5**  
Distancias mínimas entre tuberías que conducen gas.

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

Fuente: Osinergmin (2014)

Osinergmin (2014), nos dice “Evitar de instalar tuberías en espacios con poca ventilación y pocas facilidades de inspección de las personas, por ejemplo, que atraviesan sótanos, huecos, cisternas, entresuelos.”

**Figura 8**  
*Profundidad de tubería empotrada*



*Fuente: Osinergmin (2014)*

Osinergmin (2014), nos dice "No instalar tuberías a la vista en el suelo o pasadizos donde el tránsito de personas o vehículos puedan dañarlas, tropezando, golpeándolas o ejerciendo presión sobre ellas."

Osinergmin (2014), también nos menciona "Evitar de instalar tuberías en lugares donde estén constantemente sujetas a la acción de la humedad o de algún agente químico, salvo que las tuberías cuenten con los revestimientos y/o protecciones adecuadas, los cuales deberán ser aprobados por la entidad competente."

#### **2.2.10. Gabinetes, Reguladores y Medidores**

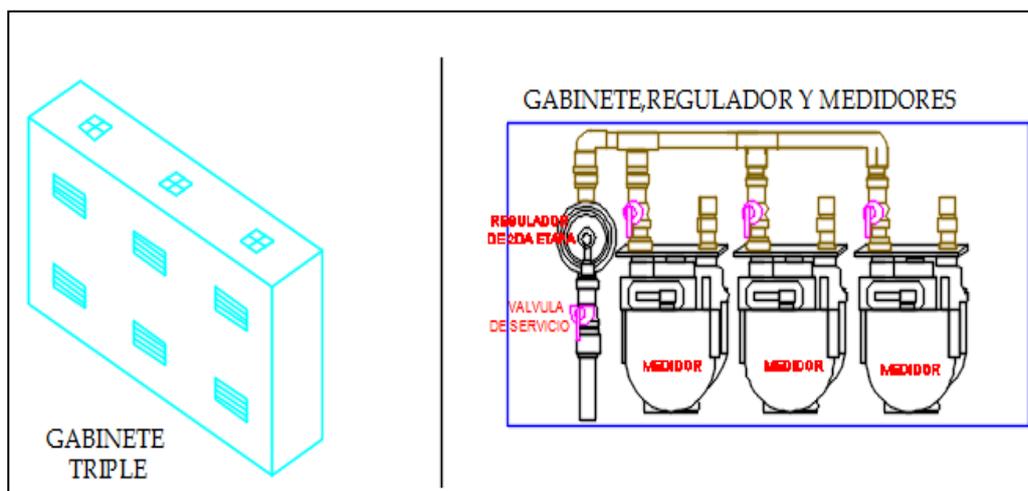
Quispe (2015) nos menciona que "Los gabinetes deben instalarse en las fachadas de las viviendas o en muretes instalados en el límite de propiedad, para alojar al regulador, medidor y deben ser de grado 2 y estar protegidos de la humedad y por daños mecánicos y ser resistentes al fuego, debe ser instalado en lugares ventilados, para el caso de los edificios estos deben instalarse en las zonas comunes, no se debe de instalar en lugares ocultos en cuartos cerrados sin ventilación."

**Tabla 6**  
Medidas de Gabinetes.

Nombre de Gabinetes	Medidas
Gabinetes s22	0.24m x 0.34m x 0.17m
Gabinete Simple	0.37m x 0.37m x 0.19m
Gabinete Doble	0.67m x 0.49m x 0.19m
Gabinete Triple	0.90m x 0.49m x 0.19m
Gabinete Cuádruple	1.12m x 0.49m x 0.19m

Fuente: Calidda (2009)

**Figura 9**  
Vista interna de gabinete triple.



Fuente: Calidda (2009)

Osinergmin (2014), nos menciona los criterios para seleccionar un regulador. "Rango de presión de entrada y salida del regulador, caudal máximo y mínimo exigido al regulador, sistema de seguridad contra sobrepresiones, compatibilidad con los parámetros de diseño del medidor de gas natural y proyección de demanda futura"

Cálidda (2009), explica que, al realizar el diseño, dependiendo del caudal de diseño, escogemos el regulador óptimo.

**Tabla 7**  
*Tipos de Reguladores*

Tipos de Reguladores	Caudal de diseño
Regulador B-10	De 1m <sup>3</sup> /h a 10m <sup>3</sup> /h
Regulador B-25	De 11m <sup>3</sup> /h a 25m <sup>3</sup> /h
Regulador B-50	De 26m <sup>3</sup> /h a 50m <sup>3</sup> /h

*Fuente: Calidda (2009)*

**Figura 10**  
*Foto de Regulador de Presión de gas.*



*Fuente: Cálidda (2009)*

Osinermin (2014) nos dice " 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."

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

Osinermin (2014), nos recomienda "El conjunto regulador-medidor debe ser ubicados en cajas que el medidor sea fácilmente accesible para un examen,

reemplazo, toma de lecturas y adecuado mantenimiento.

Osinergmin (2014), también nos menciona “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”

Osinergmin (2014), nos dice que el “conjunto regulador –medidor debe ubicarse en una caja de protección o en recintos destinados para instalación de tal forma que las conexiones sean fácilmente accesibles para operaciones de servicio y mantenimiento

### **2.2.11. Rejillas de Ventilación**

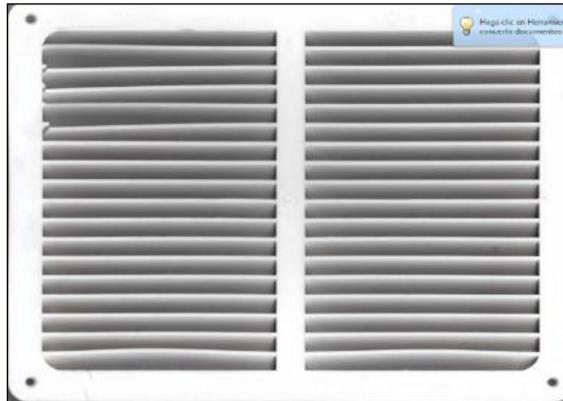
Quispe (2015) nos explica que “Las rejillas de ventilación deben ser instaladas en los recintos donde se aloja los electrodomésticos de gas natural siempre y cuando el recinto sea confinado según los cálculos realizados por el especialista y este debe de cumplir los 4 aires de circulación de combustión de dilución y de renovación. Pueden ser instalados hacia el exterior o interior pero cada uno debe de cumplir con las dimensiones correspondientes indicadas en la EM-040 y sus cálculos.”

**Tabla 8**  
*Tipos de Rejillas de Ventilación*

Tipos de Rejilla	Medida
Rejilla de 500cm <sup>2</sup>	25cm 20cm
Rejilla de 1215 cm <sup>2</sup>	45cm x 27cm

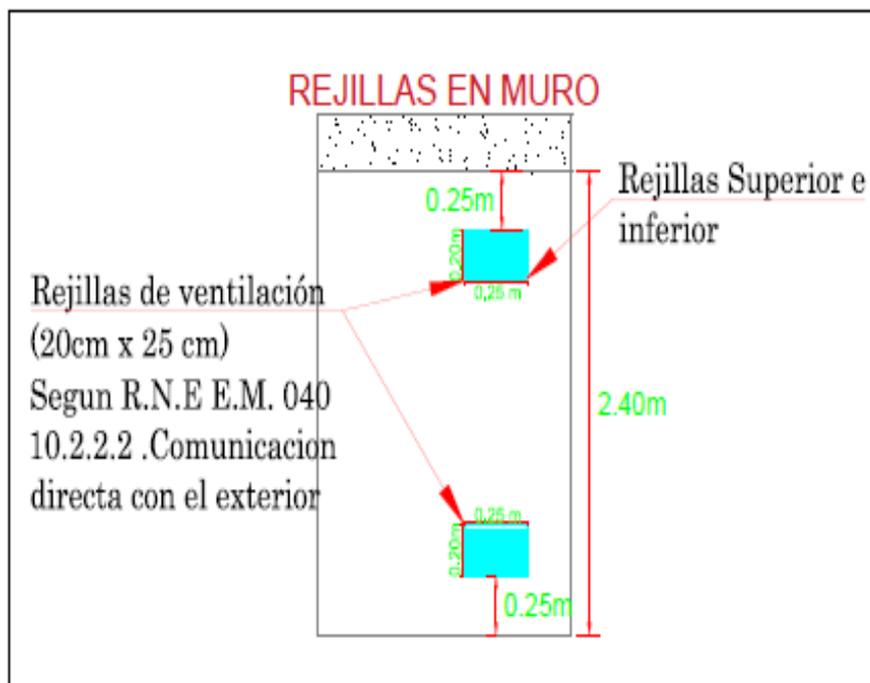
*Fuente: Calidda (2009)*

**Figura 11**  
*Rejilla de ventilación de 25cm x 20 cm*



*Fuente: Ministerio de Viviendas (2013)*

**Figura 12**  
*Rejilla de ventilación al exterior.*

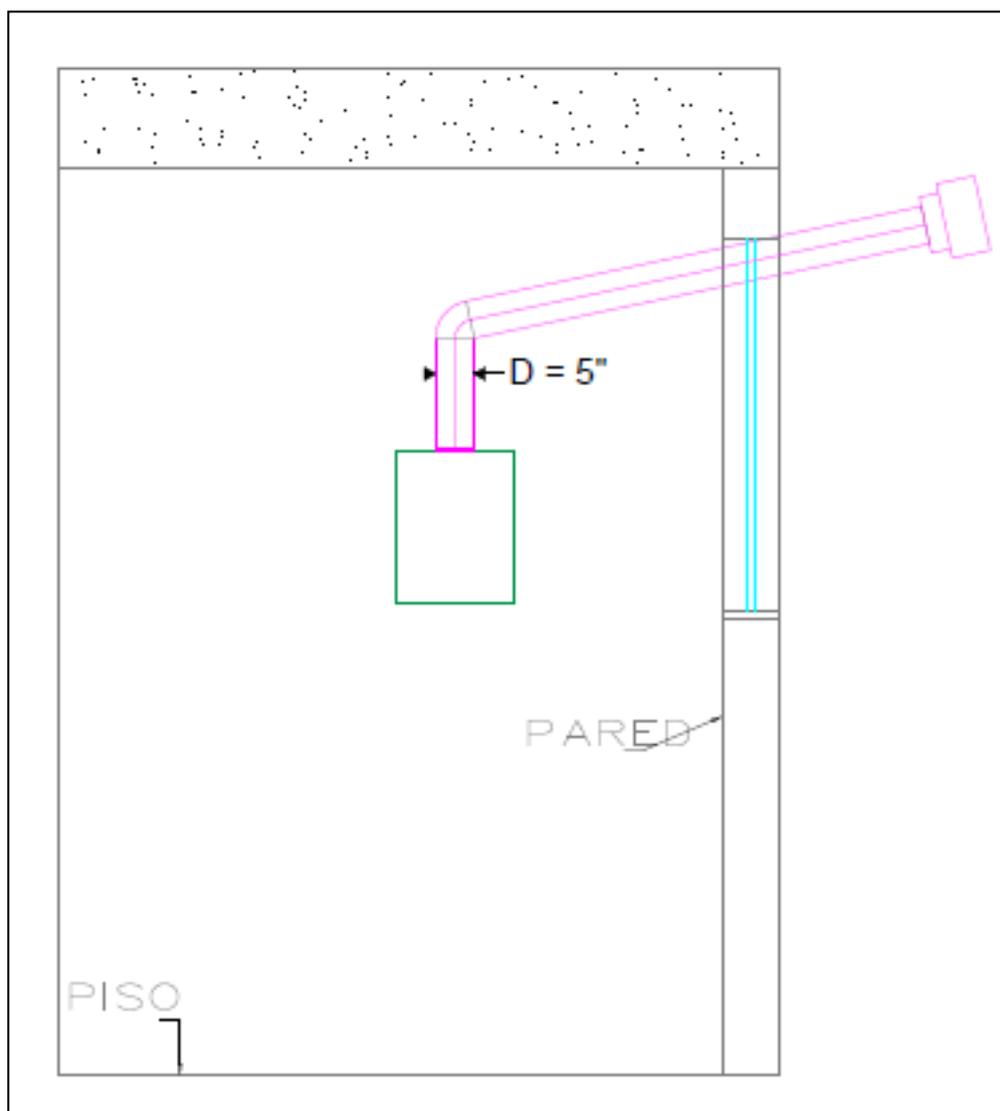


*Fuente: Ministerio de Viviendas (2013)*

### **2.2.12. Ducto de evacuación del producto de la combustión**

Quispe (2015) nos menciona” Los ductos de evacuación deben ser instalados a los artefactos de tipo B1 por tiro Natural o de tipo B2 de tiro forzado que están diseñados para evacuar los productos de combustión.”

**Figura 13**  
*Terma Tipo B2 con ducto de evacuación*



*Fuente: Ministerio de Viviendas (2013)*

### **2.3. Definición de términos básicos**

#### **Accesibilidad grado 1:**

Se entiende que un dispositivo tiene accesibilidad grado uno (1) cuando su manipulación puede realizarse sin abrir cerraduras, y el acceso o manipulación, sin disponer de escaleras o medios mecánicos especiales.

#### **Accesibilidad grado 2:**

Se entiende que un dispositivo tiene accesibilidad grado dos (2) cuando está

protegido por un armario, registro practicable o puerta, provistos de cerraduras con llave normalizada. Su manipulación debe poder realizarse sin disponer de escaleras o medios especiales.

**Acometida:**

Instalaciones que permiten el suministro de gas natural seco desde las redes de distribución hasta las instalaciones internas. La acometida puede tener entre otros componentes: los equipos de regulación, el medidor, la caja o celda de protección, accesorios, filtros y las válvulas de protección.

**Artefactos a gas:**

Es aquel que convierte el gas natural seco en energía e incluye a todos sus componentes; puede ser una cocina, una termo, un calefactor, entre otros.

**Caja de Protección:**

Recinto con dimensiones suficientes y ventilaciones adecuadas para la instalación, mantenimiento y protección del sistema de regulación de presión y medición, con el propósito de controlar el suministro del servicio de gas natural seco para uno o varios usuarios. La caja de protección puede ser un gabinete, un armario, una caseta, un nicho o un local.

**Conductos:**

Espacio destinado para alojar tuberías para conducción de gas.

**Conector:**

Tubería flexible con accesorios en los extremos para conectar la salida del sistema de tuberías con la entrada de gas al artefacto. Estas pueden ser conectores metálicos o de elastómero flexibles o rígidos.

**Instalación Interna:**

Sistema consistente de tuberías, conexiones, válvulas y otros componentes que se inicia generalmente después del medidor o la acometida y con el cual se lleva el gas natural seco hasta los diferentes artefactos a gas del usuario final. En caso la acometida se encuentre en el interior del predio del usuario o en una zona de propiedad común en el caso de viviendas multifamiliares, las instalaciones

internas podrán comprender también tramos de tubería que antecedan al medidor o la acometida. Las características particulares de cada vivienda determinan las diversas configuraciones posibles para la instalación interna.

**Línea individual interior:**

Sistema de tuberías al interior de la edificación que permite la conducción de gas natural seco de un mismo usuario. Está comprendida desde la salida del medidor o regulador de última etapa, en caso éste se encuentre aguas abajo del medidor, hasta los puntos de conexión de los artefactos.

**Línea montante:**

Sistema de tuberías con recorridos generalmente horizontales y/o verticales, por áreas comunes externas e internas de la edificación, que permite la conducción de gas natural con presión máxima regulada hasta 340 mbar. Debe terminar en un regulador o sistema de regulación-medición.

**Medidor:**

Instrumento utilizado para cuantificar el volumen de gas natural seco que fluirá a través de un sistema de tuberías.

**Presión de distribución:**

Presión a la cual se distribuye el gas natural seco en una red de distribución, de acuerdo con la reglamentación nacional técnica vigente.

**Presión de uso del artefacto gas:**

Presión del gas natural seco medida en la conexión de entrada al artefacto a gas cuando este se encuentra en funcionamiento. En general, los artefactos para uso residencial tienen una presión de uso entre los 18 mbar y 23 mbar.

**Regulador de presión:**

Aparato que reduce la presión del fluido que recibe y la mantiene constante independientemente de los caudales que permite pasar y de la variación de la presión aguas arriba del mismo, dentro de los rangos admisibles. La regulación puede efectuarse en una o varias etapas.

**Sistema de Regulación:**

Sistema que permite reducir y controlar la presión del gas natural en un sistema de tuberías hasta una presión especificada para el suministro a los artefactos de consumo. Los diferentes sistemas de regulación están determinados básicamente por las necesidades de reducción de presiones, condiciones particulares de consumo, garantía de un suministro seguro del gas natural seco, entre otros. La regulación puede efectuarse en una, dos o tres etapas de acuerdo con el diseño de la instalación.

**Válvula de corte a artefacto:**

Es una válvula que se intercala en una tubería de la instalación interna antes del artefacto a gas para abrir o cerrar el suministro de gas natural seco, esta válvula deber encontrarse dentro del ambiente del artefacto.

**Válvula de servicio:**

Es una válvula de cierre general del suministro del gas natural seco, instalada dentro de una caja de protección, y ubicada al final de la tubería de conexión del distribuidor de la localidad.

### III. MÉTODOS Y MATERIALES

#### 3.1. Hipótesis de la investigación

##### 3.1.1. Hipótesis general

La norma técnica peruana para Gas Natural Seco NTP 111.011-2014 se complementa con la norma técnica peruana para Gas Licuado de Petróleo NTP 321.123-2013 para favorecer el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho.

##### 3.1.2. Hipótesis específicas

**H1.** La norma técnica peruana para Gas Natural Seco NTP 111.011-2014, favorece en el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho.

**H2.** La norma técnica peruana para Gas Licuado de Petróleo NTP 321.123-2014, favorece en el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho.

**H3.** Las normas técnicas peruanas Gas Licuado de Petróleo complementan a las normas técnicas peruanas para Gas Natural en el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho

#### 3.2. Variables de estudio

**Variable Independiente:** Normas Técnicas Peruanas de Gas Natural Seco y Normas Técnicas Peruanas de Gas Licuado de Petróleo (x)

**Variable Dependiente:** Sistema de Tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho. (y)

##### 3.2.1. Definición conceptual

**Variable independiente:**

*Normas Técnicas Peruanas de Gas Natural Seco NTP111.011 y Normas Técnicas*

### *Peruanas de Gas Licuado de Petróleo NTP 321.123*

NTP 111.011 (2014) hace referencia: “Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos mínimos que debe cumplir el sistema de tuberías para el suministro de gas natural seco en las instalaciones residenciales y comerciales en referencia a la especificación de los materiales, el diseño, el dimensionamiento y la construcción, entre otros, para una operación confiable”

NTP 321.123 (2013) hace referencia: “La presente Norma Técnica Peruana establece los requisitos mínimos que deben cumplir las instalaciones de GLP para Consumidores Directos y Redes de Distribución.”

Quispe (2015) hace referencia que, “La presente norma establece los requisitos mínimos técnicos que se deben de incluir en el diseño y construcción de una edificación en la que se instale redes internas de Gas Natural Seco y Gas Licuado de Petróleo”

Quispe (2015) nos menciona acerca de la NTP 111.011-2014 que, “Esta norma fue elaborada por el comité técnico de normalización y establece los requisitos y métodos del sistema de tuberías para la instalación internas residenciales y comerciales” Cabe mencionar que todas las normas técnicas peruanas, son elaboradas del mismo modo por el comité técnico de normalización sea para los casos de las NTP 321.121 y NTP 321.123.

Calidda (2009) nos explica “la norma es una guía activa y constante para los profesionales implicados en el sector y se propone actualizarlo periódicamente con los avances tecnológicos que surjan ,así como las observaciones de mejora que nos hagan llegar los profesionales que lo utilicen”

#### **Variable dependiente:**

*Sistema de tuberías Bi-Gas en el Edificio multifamiliar Camacho.*

Norma Técnica Peruana 111.011 (2014) nos menciona que: Las edificaciones que

cuenten con instalaciones existentes centralizadas de GLP podrán convertirse al uso del gas natural seco utilizando las tuberías existentes.

Cálidda (2009) nos menciona que “El diseño son un conjunto de procedimiento que están basados en especificaciones técnicas y aplicaciones de fórmulas normadas que ayudan a obtener diámetro de la tubería, el caudal de los reguladores, presión final, velocidad del flujo del gas, rejillas de ventilación, cálculo de ducto de evacuación de termas, etc.”

Osinermin (2014) nos menciona que “los cálculos para el diseño y dimensionamiento de la instalación interna residencial deberá garantizar las condiciones de presión y caudal requerido por el artefacto a gas natural”

Osinermin (2014) nos menciona que “el diseño de instalaciones de gas en edificaciones es de mucha importancia los isométricos de las redes interna de gas, así como el isométrico del montante del edificio porque ayuda a cuantificar los materiales a utilizar al poder observarse en los dibujos todas y cada una de las conexiones y tramos de tuberías, etc.”

### 3.2.2. Operacionalización de Variables

**Tabla 9**  
*Matriz de Operacionalización de variables*

VARIABLES	INDICADORES	UNIDADES	FORMULA
<b>NTP 111.011 - 2014;</b>  <b>NTP 321.123 - 2013</b>	Diámetro de tubería	mm	$\phi = \sqrt[4.82]{\frac{22759 \cdot d \cdot L_e \cdot Q^{1.82}}{\Delta P}}$
	Caudal	m3/h	$Q = \frac{P_n}{PCI \text{ (Referido a la unidad de volumen)}}$
	Velocidad	m/s	$v = \frac{365.35(Q)}{D^2 \cdot P}$
<b>Sistema de Tuberías</b> <b>Bigas en el Edificio</b> <b>multifamiliar Camacho.</b>	Presión Final del sistema de tuberías Bi-Gas.	Mbar	$\Delta p = \frac{22759 \cdot d_r \cdot L_e \cdot Q^{1.82}}{\phi^{4.82}}$

*Fuente: Elaboración propia*

### **3.3 Diseño de la Investigación**

#### **3.3.1. Tipo de Investigación**

La presente tesis pertenece al tipo de investigación Experimental o explicativa, porque ésta permitirá explicar y establecer la relación de la variable independiente y la variable dependiente.

Hernández (2001), nos menciona: “son más estructuradas que lo otros tipos de investigación, y que abarca en su propósito la exploración, la descripción y correlación con lo cual permite generar un sentido de entendimiento más completo”

#### **3.3.2. Método de Investigación**

La presente tesis pertenece al método de investigación no experimental porque permitió obtener valores tales como diámetro, caudal, velocidad y presión; los cuales fueron observados para luego ser analizados estadísticamente.

Hernández (2001), nos menciona: “Se da la manipulación deliberada de una o más variables que actúan como causa, es la variable independiente, para determinar sus efectos, que recaen sobre una o más variables dependientes”.

La presente tesis tuvo como resultado datos del caudal, velocidad y presión, los cuales interactúan con el diámetro de tuberías, variable fundamental para la implementación del sistema de tuberías Bi-Gas. Se utilizó un total de 16 datos donde se realizó un análisis de varias muestras.

### **3.4 Población y muestra de estudio**

#### **3.4.1 Población**

En la presente tesis la población objeto de estudio estará conformado por el Edificio multifamiliar Camacho, ubicado en la ciudad de Lima distrito de Surco, el cual consta de 16 Dptos.

### 3.4.2 Muestra

Es un subconjunto de elementos que de acuerdo a ciertas características pertenecen a ese conjunto definido población. Para la presente tesis la muestra estará conformada por los 16 departamentos donde se realizará el diseño de las instalaciones de gas.

$$n = \frac{\sigma^2 \times Z^2}{e^2}$$

Dónde:

$\sigma$  = Desviación estándar

$Z = 1.96$

$e = 0,1$

Y corregida con:

$$n' = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$$

Dónde:

$n'$  = Muestra

$N$  = Población

## 3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 3.5.1 Técnicas de recolección de datos

*La observación*, en el orden de alcanzar información precisa para el desarrollo del proyecto del sistema de tuberías Bi-Gas obtenidas a través de las distintas fórmulas aplicadas en Excel.

*El análisis de documentos*, en el orden de obtener información precisa con referencia a requisitos mínimos de diseño; tales como diámetros de tubería,

velocidad y presión final, necesaria para el desarrollo del proyecto del sistema de tuberías Bi-Gas.

### 3.5.2 Instrumentos de recolección de datos

Dossier de Ingeniería del Proyecto Multifamiliar Camacho.; Planos de Arquitectura, en el cual se realiza el diseño inicial del sistema de tuberías consultado con las diferentes especialidades, con el propósito de elaborar un diseño óptimo y funcional, teniendo como resultado el desarrollo de un plano maestro denominado Isométrico, plano fundamental, en la especialidad de gas, debido a que con él es posible la obtención de diferentes datos tales como; los tramos, caudales, etc., con los cuales a través de las diferentes fórmulas aplicadas en el Excel, se obtiene diámetros de tuberías, velocidad y presión final, parámetros primordiales para un óptimo diseño del sistema de tuberías Bi-gas en el edificio multifamiliar Camacho.

Excel desarrollado con las diferentes fórmulas (Renouard cuadrática) establecidas en la NTP11.011-2014, con el propósito de obtener resultados; diámetro de tubería, velocidad y presión final de la red montante.

Excel desarrollado con las diferentes fórmulas (Renouard lineal) establecidas en la NTP11.011-2014, con el propósito de obtener resultados; diámetro de tubería, velocidad y presión final de la red interna.

### 3.6 Validación y confiabilidad del instrumento

**Tabla 10**  
*Validación de expertos*

Mgtr. Ing. Edmundo Barrantes Ríos	Experto Temático
Mgtr. Ing. Mg. Ing. Juan Antenor Caceda Corilloclla	Experto Metodólogo

*Fuente: Elaboración Propia del autor*

### **3.7 Método de análisis de datos.**

Se realiza el análisis estadístico con el soporte del software STATGRAPHICS v.16.1, con el cual se procesará y analizará los datos para su evaluación con respecto al comportamiento de las medidas de tendencia central, tales como las mediana, media y desviación estándar permitiendo la contratación de la hipótesis, teniendo de este modo los resultados estadísticos de nuestro grupo de estudio en las unidades y magnitudes correspondientes, para luego realizar las contrastaciones con los datos de nuestros grupos de control establecidos por nuestras variables independientes; normas técnicas peruanas Gas Natural Seco y Gas Licuado de petróleo, y poder observar que se encuentren dentro sus requisitos mínimos.

En la presente tesis se realizó el procesamiento de los datos a través del programa estadístico STATGRAPHICS Centurión X V en la línea de la estadística descriptiva como lo recomienda Calzada (1970) para los análisis estadísticos para hacer las estimaciones de las medidas de tendencia central para la comparación de las muestras de los resultado de los instrumentos a fin de la verificación de las hipótesis planteadas en la investigación, en las distribución subyacente de donde se obtuvieron las observaciones de su tendencia normal para el uso de la estadística paramétrica y realizar las pruebas y sobre los métodos de análisis estadístico de los siguientes temas de intervalos de confianza, principios de las pruebas de significancia, comparación de dos medias o proporciones muestrales, análisis de variancia y su optimación de las tendencia mediante superficies de respuestas.

Se utilizó los siguientes estadígrafos:

- La estadística descriptiva: Media, mediana, moda y media aritmética.
  
- La estadística inferencial, para la prueba de hipótesis se utilizó la prueba kruskal wallis, medidas de dispersión, desviación estándar, la varianza y la regresión estándar.

- Los análisis se realizaron con un nivel de significancia estadística del 95%.

La metodología del diseño de superficie de respuesta se utilizó para refinar los modelos después de determinar los factores importantes utilizados en los diseños estadísticos, especialmente para la confirmación de las hipótesis establecidas en la investigación este instrumento de estadístico

### **3.8 Aspectos deontológicos.**

La presente tesis ha sido desarrollada teniendo en consideración el esfuerzo y el derecho de autor que cada uno de los profesionales anteriormente citados han contribuido a la sociedad, por tanto, reafirmo mi compromiso como profesional en servicio a la sociedad, que en el desarrollo de mi investigación ha primado la honestidad con respecto a los alcances de sus investigaciones.

## IV.RESULTADOS

### DESARROLLO DEL PROYECTO

Este proyecto comprende la ejecución del tendido del sistema de tuberías para el suministro de GLP en los 16 departamentos, en el cual se instalarán 02 puntos (cocina y, terma) en cada departamento.

La caja de transferencia está ubicada en la entrada del predio. Sube tubería de acero de llenado AC SCH 1" y retorno AC SCH 3/4".

El tanque GLP de 500 galones ubicado en techo del edificio multifamiliar.

El banco de medidores ubicado por piso (espacio ventilado), donde sale tubería de PEALPE 1216 a cada departamento.

Las líneas individuales comprenden de:

- Válvula de corte general.
- Válvulas de corte para el artefacto.
- Red de tubería de pealpe y cobre

**Tabla 11**  
*Detalle de Gabinetes (CRM)*

TIPOS DE GABINETES	CANTIDAD (Unidades)
GABINETE S22	01
GABINETE CUÁDRUPLE	04

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.1 CUADRO DE CONSUMO DE GASODOMESTICOS.

##### FACTOR DE SIMULTANIEDAD

$$Q = a + b + c.$$

$$Q = 1.00 + 1.09$$

$$\underline{Q = 2.09 \text{ m}^3/\text{h.}}$$

**Tabla 12**  
*Cuadro de consumo de gasodomésticos*

<b>GASODOMÉSTICO</b>	<b>TIPO</b>	<b>POTENCIA (Kw)</b>	<b>CONSUMO (m3/h)</b>
Terma (a)	A	11.11	1.00
Cocina (b)	A	12.0	1.09
<b>TOTAL</b>		<b>23.11</b>	<b>2.09</b>

*Fuente: Elaboración propia*

## **REGULADOR**

**El regulador de 1ra** etapa estará ubicado en tanque de GLP que regula de 100psi a 350 mBar.

**El regulador de 2da** etapa ubicado en los gabinetes (banco de medidores), donde regula la presión a 32mBar.

## **CÁLCULO DE REGULADORES**

El cálculo del regulador secundario se obtiene de operar la siguiente ecuación.

$$Q_s = Q_{\text{departamento}} \cdot N_{\text{departamentos por piso}} \cdot \text{Factor simultaneo}$$

### **4.2.1.1 Gabinete Cuádruple**

- CRM Doble - Regulador **B6 (6m3/h)**.

$$Q_s = 2.09\text{m}^3 \times 4 \times 0.55 = \mathbf{4.60\text{m}^3}$$

**Tabla 13**  
*Factor de simultaneidad*

<b>FACTOR DE SIMULTANEIDAD</b>		
<b>NRO DE VIV</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>
1	1	1
2	0.60	0.70
3	0.40	0.60
4	0.40	0.55
5	0.40	0.50
6	0.30	0.50
7	0.30	0.50
8	0.30	0.45
9	0.25	0.45
10	0.25	0.45
15	0.20	0.40
25	0.20	0.40
40	0.15	0.40
50	0.15	0.35

*Fuente: Osinergmin (2014)*

**Cálculo del diámetro de tubería red interna.**

Para el diseño de la red interna, se procede a realizar el cálculo con la fórmula de Pole.

$$\Phi = \sqrt[3]{\frac{L}{\Delta p} \times \left( \frac{PCT}{Coeficient \times K} \right)^2}$$

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

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

**Cálculo de Resultados**

**Tabla 14**  
*Cálculo de Resultados*

DIAMETRO	CAUDAL	VELOCIDAD	PRESION
(mm)	(m3/h)	(m/s)	(mBar)
19.00	3.81	3.31	23.86
19.00	3.81	3.31	23.62
19.00	3.81	3.31	24.26
19.00	3.81	3.31	24.57
19.00	3.44	2.98	24.28
19.00	3.44	2.98	24.91
19.00	3.44	2.98	25.01
19.00	3.44	2.98	24.28
19.00	3.44	2.98	24.91
19.00	3.44	2.98	25.00
19.00	3.44	2.98	24.28
19.00	3.44	2.98	24.91
19.00	3.44	2.98	25.01
19.00	3.26	2.83	24.39
19.00	3.26	2.83	25.66
19.00	3.26	2.83	24.65

*Fuente: Elaboración propia*

#### **4.2 Resultados comparación de varias muestras (PRESIÓN)**

Muestra 1: DIAMETRO ((mm))

Muestra 2: CAUDAL ((m3/h))

Muestra 3: VELOCIDAD ((m/s))

Muestra 4: PRESION ((mBar))

Selección de la Variable: PRESION

Muestra 1: 16 valores en el rango de 19.0 a 19.0

Muestra 2: 16 valores en el rango de 3.26 a 3.81

Muestra 3: 16 valores en el rango de 2.83 a 3.31

Muestra 4: 16 valores en el rango de 23.62 a 25.66

## **Contrastación de las Hipótesis estadísticamente**

### Hipótesis General

Ho: Las normas técnicas peruana para Gas Natural Seco NTP 111.011 2014 no se complementa con la norma técnica peruana para Gas Licuado de Petróleo NTP 321.123 2012 para favorecer el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho.

Hi: Las normas técnicas peruana para Gas Natural Seco NTP 111.011 2014 se complementa con la norma técnica peruana para Gas Licuado de Petróleo NTP 321.123 2012 para favorecer el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho.

### Hipótesis Específicas

**H1.** La norma técnica peruana para Gas Natural Seco NTP 111.011 2014 favorece en el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho.

**H0.** La norma técnica peruana para Gas Natural Seco NTP 111.011 2014 no favorece en el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho.

**H2.** La norma técnica peruana para Gas Licuado de Petróleo NTP 321.123 2012 favorece en el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho.

**H0.** La norma técnica peruana para Gas Licuado de Petróleo NTP 321.123 2012 no favorece en el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho.

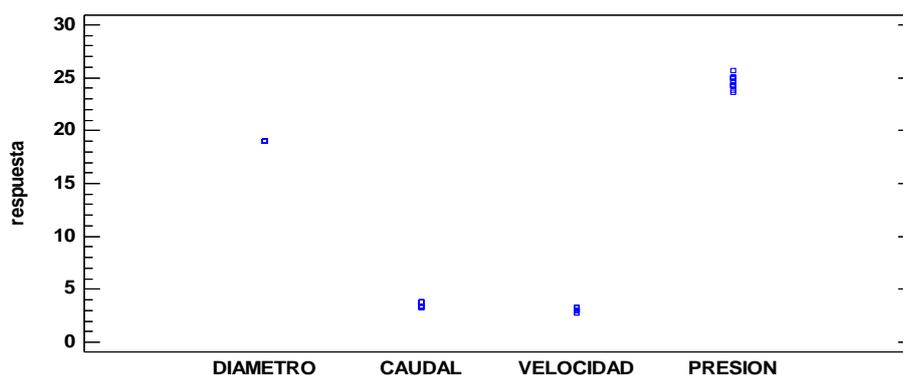
Este procedimiento compara los datos en 4 columnas del archivo de datos actual. Realiza varias pruebas estadísticas y gráficas para comparar las muestras. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias, como nos menciona Tamayo y Calzada (2003).

Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras, esto nos ayuda a verificar los valores

atípicos, donde la Prueba de Kruskal-Wallis nos permite observar las comparaciones de las medianas en lugar de las medias como nos explica Tamayo (2003)

Las diferentes gráficas y tablas ayudarán a juzgar y determinar la significancia práctica de los resultados.

**Figura 14**  
*Dispersión según muestra*



*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.3 Resumen estadístico de la comparación de varias muestras respecto su influencia en la Presión.

**Tabla 15**  
*Resumen Estadístico*

	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coeficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
DIAMETRO	16	19.0	0	0%	19.0	19.0
CAUDAL	16	3.49875	0.198255	5.66645%	3.26	3.81
VELOCIDAD	16	3.03437	0.174317	5.74473%	2.83	3.31
PRESION	16	24.6	0.509012	2.06915%	23.62	25.66
Total	64	12.5333	9.55631	76.2475%	2.83	25.66

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 16**  
*Sesgo Estandarizado - Curtosis Estandarizada*

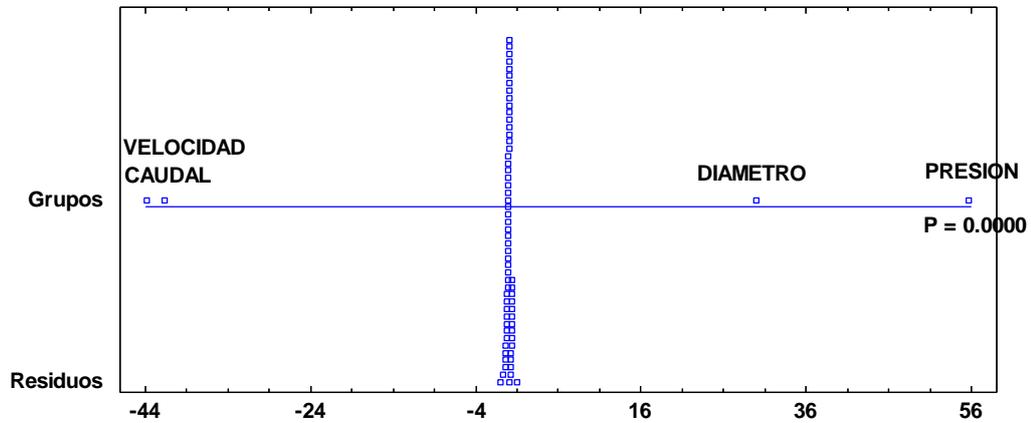
	<i>Rango</i>	<i>Sesgo Estandarizado</i>	<i>Curtosis Estandarizada</i>
DIAMETRO	0		
CAUDAL	0.55	1.24474	-0.532484
VELOCIDAD	0.48	1.33183	-0.526185
PRESION	2.04	-0.010336	0.172644
Total	22.83	0.431584	-3.06273

*Fuente: Elaboración propia*

En el cuadro anterior observamos varios estadísticos para cada una de las 4 columnas de datos (diámetro, caudal, velocidad y presión) .Para probar diferencias significativas entre las medias de las columnas, seleccione Tabla ANOVA de la lista de Opciones Tabulares. Seleccione Gráfica de Medias de la lista de Opciones Gráficas para mostrar gráficamente las medias como explica Calzada (1970)

Existe una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande. Esto puede causar problemas puesto que el análisis de varianza asume que las desviaciones estándar de todos los niveles son igual. Seleccione Verificación de Varianza de la lista de Opciones Tabulares para ejecutar una prueba estadística formal para la diferencia entre las sigmas. Tal vez quisiera considerar transformar los datos para eliminar cualquier dependencia de la desviación estándar sobre la media.

**Figura 15**  
ANOVA Grafico para Diámetro



*Fuente: Elaboración propia*

En la figura anterior observamos el comportamiento de los grupos de las variables independientes (diámetro de tubería, caudal de los accesorios y la velocidad del flujo del gas sobre la presión), se mantiene en sus valores establecidos por la norma técnica peruana para Gas Natural Seco NTP 111.011 2014 y se complementa con la norma técnica peruana para Gas Licuado de Petróleo NTP 321.123 2014 y favorece el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho, lo que se respalda con los valores que la realidad de la instalación lo indica.

**Tabla 17**  
*Tabla ANOVA*

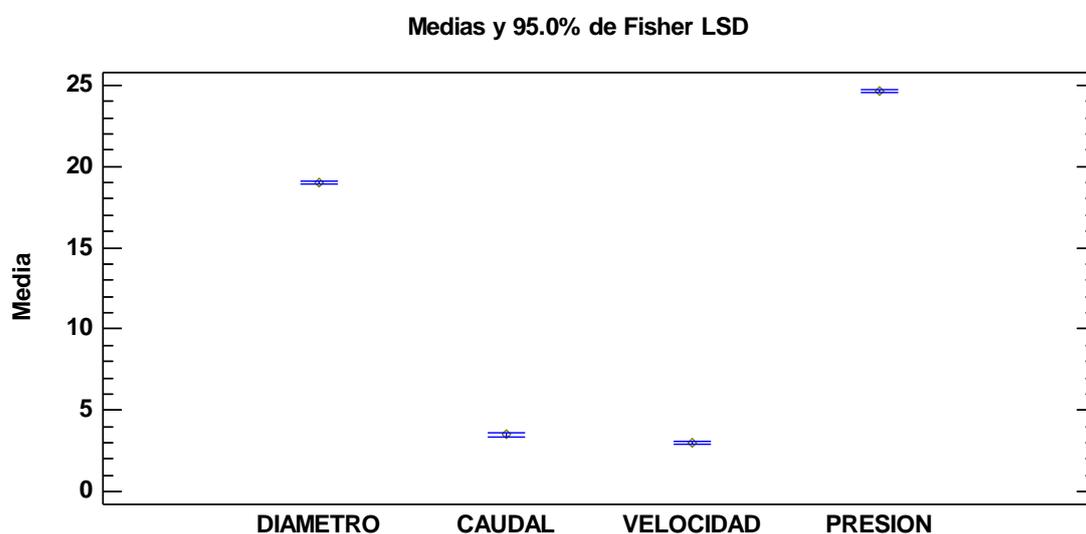
<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	5748.42	3	1916.14	23311.79	0.0000
Intra grupos	4.93177	60	0.0821961		
Total (Corr.)	5753.35	63			

*Fuente: Elaboración propia*

La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 23311.8, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro-de-grupos.

Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables con un nivel del 95.0% de confianza. Como lo explica Tamayo (2003).

**Figura 16**  
*Dispersión según muestra*



*Fuente: Elaboración propia*

La figura 16. Dispersión según muestra nos permite observar el comportamiento de las variables independientes (diámetro, caudal velocidad) sobre la variable dependiente (presión) respecto al valor de la mediana y permite obtener el rechazo de la hipótesis nula por consiguiente se acepta la hipótesis de la investigación. Donde observamos que sus valores se mantienen establecidos por la norma técnica peruana para Gas Natural Seco NTP 111.011 2014 porque se evalúa sus valores y se complementa con la norma técnica peruana para Gas Licuado de Petróleo NTP 321.123 2014 y favorece el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho.

**Tabla 18**  
*Medias con intervalos de confianza del 95.0%*

			<i>Error Est.</i>		
	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
DIAMETRO	16	19.0	0.0716747	18.8986	19.1014
CAUDAL	16	3.49875	0.0716747	3.39737	3.60013
VELOCIDAD	16	3.03437	0.0716747	2.933	3.13575
PRESION	16	24.6	0.0716747	24.4986	24.7014
Total	64	12.5333			

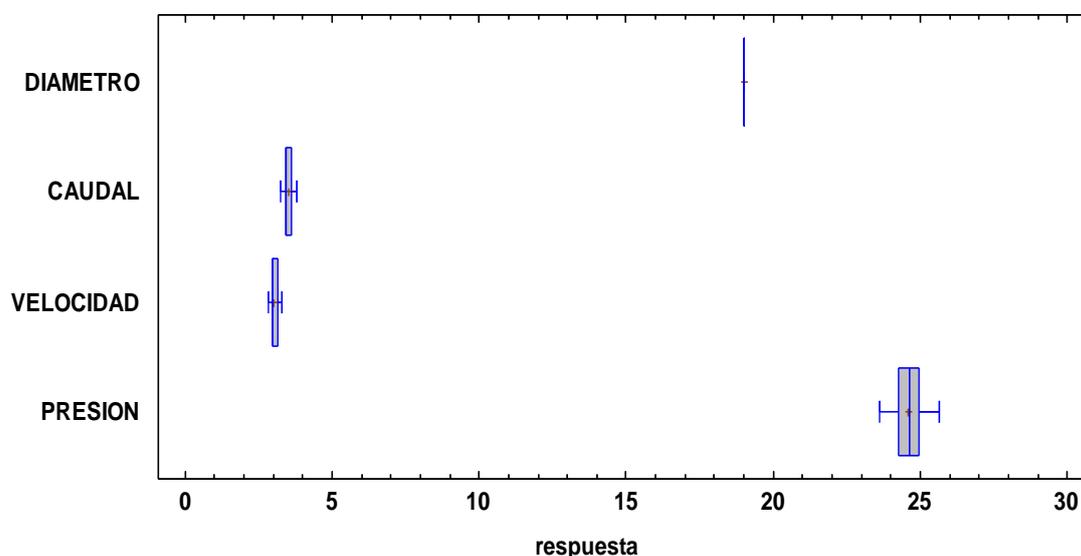
*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 18 Medias con intervalos de confianza muestra la media para cada columna de datos. También muestra el error estándar de cada media, el cual es una medida de la variabilidad de su muestreo. El error estándar es 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. Están contruidos de tal manera que, si dos medias son iguales, sus intervalos se traslaparán un 95.0% de las veces. Puede ver gráficamente los intervalos seleccionando Gráfica de Medias de la lista de Opciones Gráficas. En las Pruebas de Rangos Múltiples, estos intervalos se usan para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras.

**Figura 17**  
*Caja y Bigote*

Gráfico Caja y Bigotes



*Fuente: Elaboración propia*

En la figura 17. Caja y Bigote nos permite observar el comportamiento de las variables independientes (diámetro, caudal velocidad) sobre la variable dependiente (presión), donde se mantiene en sus valores estables y permite obtener el rechazo de la hipótesis nula por consiguiente se acepta la hipótesis de la investigación. Donde observamos que sus valores se mantienen establecidos por la norma técnica peruana para Gas Natural Seco NTP 111.011 2014 porque se evalúa sus valores y se complementa con la norma técnica peruana para Gas Licuado de Petróleo NTP 321.123 2014 y favorece el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho.

**Tabla 19**

*Pruebas de Múltiple Rangos Método: 95.0 porcentaje LSD*

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
VELOCIDAD	16	3.03437	X
CAUDAL	16	3.49875	X
DIAMETRO	16	19.0	X
PRESION	16	24.6	X

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 20**  
*Contraste*

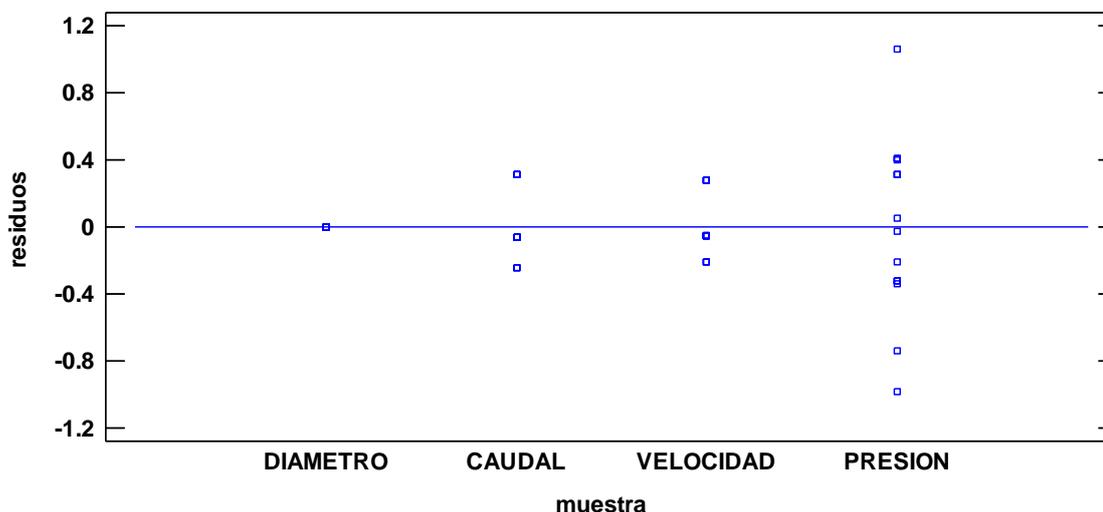
<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
DIAMETRO – CAUDAL	*	15.5013	0.202757
DIAMETRO – VELOCIDAD	*	15.9656	0.202757
DIAMETRO – PRESION	*	-5.6	0.202757
CAUDAL – VELOCIDAD	*	0.464375	0.202757
CAUDAL – PRESION	*	-21.1013	0.202757
VELOCIDAD – PRESION	*	-21.5656	0.202757

\* indica una diferencia significativa.

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 20. Contraste aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Por otra parte, la mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 6 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza.

**Figura 18**  
*Gráfico de Residuos*



*Fuente: Elaboración propia*

La figura 18. Gráfico de Residuos observamos el comportamiento de las variables independientes sobre las variables dependientes en los residuos de las

muestras y permite el rechazo de la hipótesis nula por lo que acepta la hipótesis de investigación planteada, si se evalúa estas variables como son el diámetro de la tubería, el caudal y la velocidad del flujo del gas, se mantiene en sus valores como indica la norma técnica peruana para Gas Natural Seco NTP 111.011 2014 porque se evalúa sus valores y se complementa con la norma técnica peruana para Gas Licuado de Petróleo NTP 321.123 2014 y favorece el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho.

**Tabla 21**  
*Verificación de Varianza*

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	17.4682	2.88084E-8

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 22**  
*Verificación de Varianza*

<i>Comparación</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
DIAMETRO / CAUDAL	0	0.198255	0	0.0000
DIAMETRO / VELOCIDAD	0	0.174317	0	0.0000
DIAMETRO / PRESION	0	0.509012	0	0.0000
CAUDAL / VELOCIDAD	0.198255	0.174317	1.29351	0.6245
CAUDAL / PRESION	0.198255	0.509012	0.151702	0.0007
VELOCIDAD / PRESION	0.174317	0.509012	0.117279	0.0002

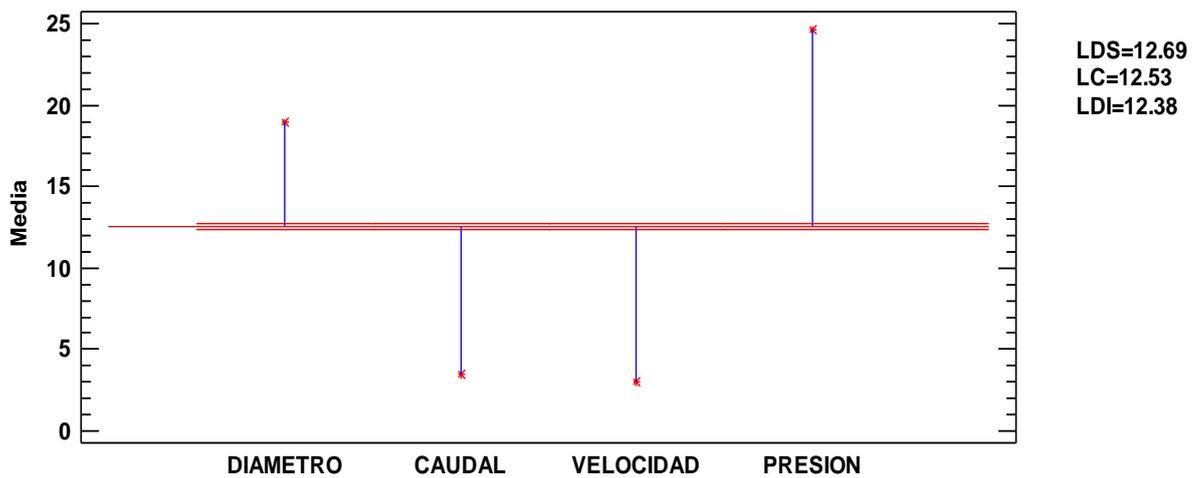
*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 25 Verificación de varianza. Se evalúa la hipótesis nula de que las desviaciones estándar dentro de cada una de las 4 columnas son iguales. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza, por lo que se acepta la hipótesis nula.

La tabla también muestra una comparación de las desviaciones típicas para cada par de muestras. P-valores por debajo de 0.05, de los cuales hay 5, indican

una diferencia estadísticamente significativa entre las dos sigmas al 5% de nivel de significación, rechazando la hipótesis nula por lo que acepta la hipótesis de investigación.

**Figura 19**  
ANOM con 95 % Limite de Decisión



Fuente: Elaboración propia

La figura 00.Grafico ANOM con 95% Limite de Decisión, observamos el comportamiento de las variables independientes sobre las variables dependientes en los residuos de las muestras y permite el rechazo de la hipótesis nula por lo que acepta la hipótesis de investigación planteada, si se evalúa estas variables como son el diámetro de la tubería, el caudal y la velocidad del flujo del gas ,se mantiene en sus valores como indica la norma técnica peruana para Gas Natural Seco NTP 111.011 2014 porque se evalúa sus valores y se complementa con la norma técnica peruana para Gas Licuado de Petróleo NTP 321.123 2014 y favorece el diseño del sistema de tuberías Bigas.

**Tabla 23**  
*Prueba de Kruskal-Wallis*

	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
DIAMETRO	16	40.5
CAUDAL	16	23.75
VELOCIDAD	16	9.25
PRESION	16	56.5

Estadístico = 59.3208 Valor-P = 0

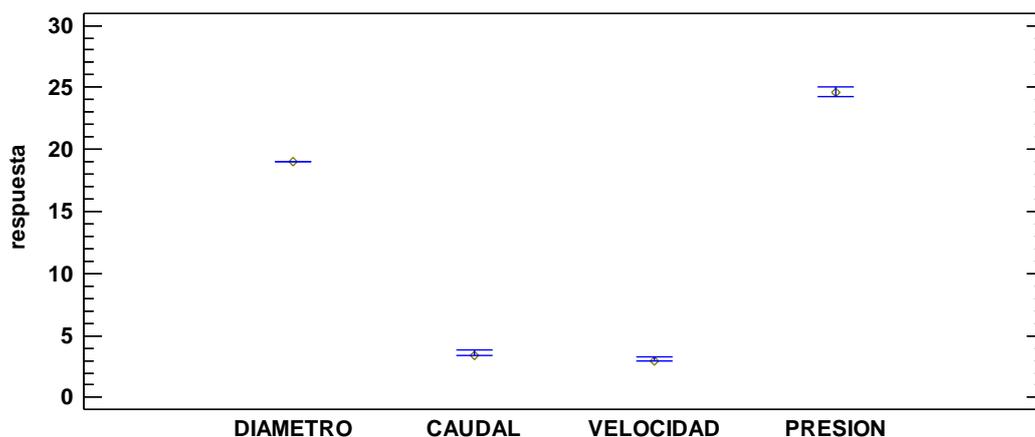
*Fuente: Elaboración propia*

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis nula de que las medianas dentro de cada una de las 4 columnas es la misma. Primero se combinan los datos de todas las columnas y se ordenan de menor a mayor.

Después, se calcula el rango (rank) promedio para los datos de cada columna. Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza.

Para determinar cuáles medianas son significativamente diferentes de otras, seleccione Gráfico de Caja y Bigotes, de la lista de Opciones Gráficas, y seleccione la opción de muesca de mediana.

**Figura 20**  
*Gráficos de Medianas con intervalos del 95 % de confianza*



*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 24**  
*Prueba de la Mediana de Mood*

Total, n = 64

Gran mediana = 11.405

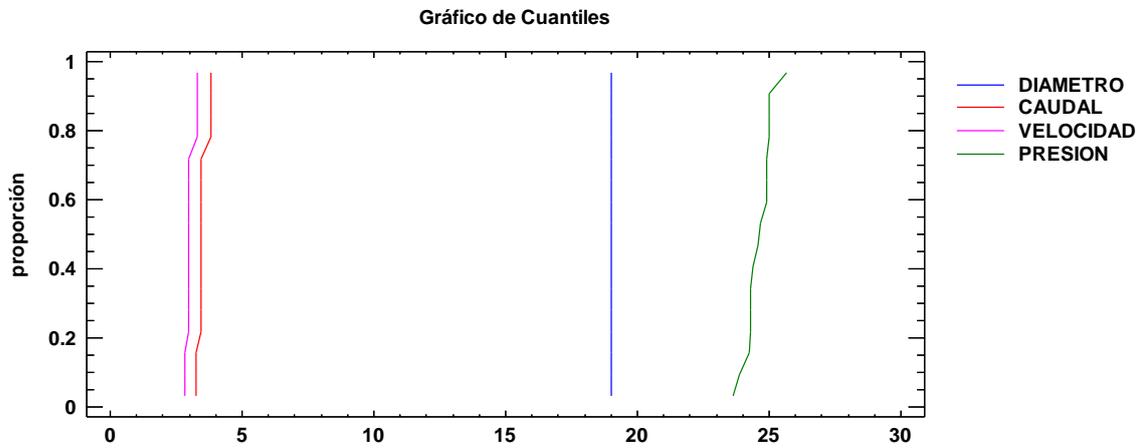
<i>Muestra</i>	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>n&lt;=</i>	<i>n&gt;</i>	<i>Mediana</i>	<i>LC inferior 95.0%</i>	<i>LC superior 95.0%</i>
DIAMETRO	16		16	19.0	19.0	19.0
CAUDAL	16		0	3.44	3.35311	3.81
VELOCIDAD	16		0	2.98	2.90759	3.31
PRESION	16		16	24.61	24.2703	25.0048

Estadístico = 64.0 Valor-P = 0

*Fuente: Elaboración propia*

La prueba de medianas de Mood evalúa la hipótesis de que las medianas de todas las 4 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 11.405. Puesto que el valor-P para la prueba de chi-cuadrada es menor que 0.05, las medianas de las muestras son significativamente diferentes con un nivel de confianza del 95.0%. También se incluyen (si están disponibles) los intervalos del 95.0% de confianza para mediana, basados en los estadísticos de orden de cada muestra.

**Figura 21**  
*Cuantiles.*



*Fuente: Elaboración propia*

La prueba de Kruskal Wallis y la prueba de la mediana de Mood nos permite ver el comportamiento de las variables independientes sobre las variables dependientes con respecto a las medianas y permite el rechazo de la hipótesis nula por lo que acepta la hipótesis de investigación planteada, si se evalúa estas variables como son el diámetro de la tubería, el caudal y la velocidad del flujo del gas, se mantiene en sus valores como indica la norma técnica peruana para Gas Natural Seco NTP 111.011 2014 porque se evalúa sus valores y se complementa con la norma técnica peruana para Gas Licuado de Petróleo NTP 321.123 2014 y favorece el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho.

## V. DISCUSIÓN

Los valores que se reportan de las variables independientes y dependiente analizadas en la toma de los datos que se indican.

VARIABLES INDEPENDIENTES (x): Las norma NTP11.011 2014, NTP 321 2012

X1: Diámetro (mm)

X2: Caudal (m<sup>3</sup>/h)

X3: Velocidad (m/s)

VARIABLES DEPENDIENTE (y): Las norma NTP11.011 2014, NTP 321 2012

Y1: Sistema de Tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho.

Fueron analizados y procesados en cuadros y gráficos, estos resultados coinciden estadísticamente con lo reportado por Tamayo (2003) y Calzada (1970)

Los valores físicos de las variables cumplen la tendencia de la ecuación de continuidad para fluidos que se desplazan en ductos como lo refieren Arroyo (2015) y Castillo (2013).

Los valores obtenidos fueron procesados en los cuadros y gráficos los cuales se observa que se mantiene en sus valores establecido por la norma NTP11.011 del 2014 y la norma NTP 321.123 DEL 2014, el comportamiento de los valores constantes se mantiene en los parámetros de las normas como lo indica Quispe (2015).

El rechazo de las hipótesis nulas fue comprobado con las pruebas de las medianas, medias y pruebas de múltiples rangos, variación de la variancia, la mediana de Mood y comprobadas con la prueba de Kruskal Wallis que rechazaron las hipótesis nulas generando la aprobación de la hipótesis de investigación (general y específicas) como lo recomienda Calzada (1970) y Tamayo (2003)

Los valores físicos reportados en los cuadros y gráficos nos muestran que hay una

influencia de la presión sobre el diámetro, caudal y velocidad, estos valores no sobrepasan el límite establecido como lo indica Osinegrmin (2014) en las normas NTP11.011 del 2014 y NTP321.123 del 2014. También como lo menciona Quispe (2015), Castillo (2013) lo que demuestra el rechazo de la hipótesis nula y aceptado la hipótesis de investigación del estudio.

## **VI.CONCLUSIONES**

La norma técnica peruana para Gas Natural Seco NTP 111.011 2014 se complementa con la norma técnicas peruanas para Gas Licuado de Petróleo NTP 321.123 2014 para favorecer el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho. porque se ha realizado y desarrollado el diseño del proyecto bajo las condiciones establecidas por las normas, obtenido el valor del diámetro de la tubería de 19 mm, un caudal de 3.81 m<sup>3</sup>/h y velocidad de 3.31 m/s, y logrando una presión de 23.86 mbar , por lo que dichas normas se complementan para el desarrollo del proyecto.

La norma técnica peruana para Gas Natural Seco NTP 111.011 2014 favorece en el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho, porque permitió obtener las condiciones sobre el diseño, obteniendo resultados en el diámetro de 19mm para la red de tubería, así mismo se observó en el proceso estadístico que el diámetro obtenido favoreció en la presión del diseño del proyecto Bigas.

La norma técnica peruana Gas Licuado de Petróleo NTP 321.123 2014 favorece en el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho, porque permitió obtener las condiciones sobre el diseño, obteniendo resultados en la presión de 23.86 mbar, valor optimo que no sobrepasa los 28 mbar, valor establecido por la norma.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Aplicar las normas NTP111.011-2014 y normas NTP321.123-2014 en proyectos bigas de mayores cantidades de departamentos, observar sus resultados y complementar con otras normas.

Extender el estudio para diseños con mayor cantidad de departamentos y de este modo poder elaborar una tabla referencial para futuras implementaciones de sistema de tuberías Bi – gas

Realizar el estudio para diseño con mayores demandas de combustible gaseoso, aplicado para edificaciones de usos múltiples, comercial y viviendas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**André Sarmiento Oscar** (2005), *“DISEÑO Y ANALISIS ECONOMICO DE UNA INSTALACION DE GAS LICUADO DE PETROLEO APLICADO AL EDIFICIO MILENIUN DE LA CIUDAD DE LOJA”*, Escuela Superior Politécnica del Litoral. (Ecuador)

**Castillo Ponce Eric, Malca Reyes Santiago** (2013), en su Tesis titulada: *“ANALISIS Y PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUPERVICION Y CONTROL PARA UN CENTRO OPERACIONAL DE DISTRIBUCION DE GAS NATURAL EN LA REGION ICA”*. Universidad Privada Antenor Orrego. (Trujillo).

**Calidda**, Manual de Instalaciones Internas Residenciales y Comerciales (2009).

**Centro Español de Información del cobre** (2008). Manual de tubos y accesorios de cobre. Recuperado el 2 de diciembre de 2016 de la base de datos de CEDIC.

**COVAL** (2008) Manual tubería PE AL PE-Gas. Recuperado el 2 de diciembre de 2016 de la base de datos de Coval

**Gas Natural de Lima y Callao S.R.L.** (2004), *Estudio de diseño de redes*. Recuperado el 2 de diciembre de 2016 de la base de datos de Osinerg.

**Hernández Sampieri Roberto, Fernández Collado Carlos., Baptista Lucio Pilar** (2001), Metodología de la investigación. Mac Graw Hill

**Hermogenes Díaz Gratelly** (2009), en su Tesis titulada: *“PROYECTO DE INSTALACION DE UNA PLANTA DE GAS LICUADO DE PETROLEO EN LA CIUDAD DE TINGO MARIA”* Universidad Nacional de Ingeniería. (Lima)

**Institución Nacional de Defensa de la Competencia y la Protección de la Propiedad Intelectual** (2014) Norma Técnica Peruana 111.011-2014.Peru.

**Santana Canchanya Dennys** (2009), en su Tesis titulada: *“DISEÑO DE SISTEMA DE COGENERACION PARA UN CENTRO COMERCIAL UTILIZANDO GAS NATURAL”*. Pontificia Universidad Católica del Perú. (Lima)

**Ministerio de Viviendas** (2013) Norma EM040 Instalaciones de Gas. Perú.  
Megabyte.

**Quispe Aguilar Héctor** (2015), en su Tesis titulada: *“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.

**Ramírez Espejel Erick** (2013), en su Tesis titulada: *“DISEÑO Y ANALISIS DE LA RED INTERNA DE CONSUCCION Y DISTRIBUCION DE GAS NATURAL HACIA LOS CENTRO DE CONSUMO DE LA PLANTA METAL-MECANICA, BAJO NORMAS DE USO Y MANEJO DE GAS NATURAL”*, Instituto Politécnico Nacional, México. (México)

**Rocca Martínez Geovanny** (2011), en su Tesis titulada: *“DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION DE GAS NATURAL PARA USO DOMESTICO EN EL SECTOR LAS COCUIZAS DEL MUNICIPIO MATURIN DEL ESTADO MONAGAS”*, Universidad Nacional Autónoma de México. (México)

**Tavares Jiménez María** (2013), *“INSTALACION DE LINEA DE GAS”*, Universidad Tecnológico de Querétaro. (México)

**Arroyo Padilla Salvador** (2015), en su Tesis titulada: *“PROYECTO DE CONSTRUCCION Y DISTRIBUCION DE GAS NATURAL EN LA VIA PUBLICA PARA LA COLONIA DEL CARMEN EN LA DELAGACION COYOACAN”*, Universidad Autónoma de México. (México)

**Wong Bruno Edgar** (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. (Lima).

## **ANEXOS**

ANEXO 1: MATRIZ DE COSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS PRINCIPAL	VARIABLES E INDICADORES	DISEÑO METODOLOGICO
¿De qué manera las normas técnicas peruanas para Gas Natural Seco se complementan con las normas técnicas peruanas para Gas Licuado de Petróleo para favorecer el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho ?	Explicar de qué manera las normas técnicas peruanas para Gas Natural Seco se complementa con las normas técnicas peruanas para Gas Licuado de Petróleo para favorecer el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho	La norma técnica peruana para Gas Natural Seco NTP 111.011-2014 se complementa con la norma técnica peruana para Gas Licuado de Petróleo NTP 321.123-2014 para favorecer el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho	<p>Para demostrar y comprobar la hipótesis anteriormente formulada, la operacionalizamos, determinando las variables e indicadores que a continuación se mencionan:</p> <p><b>Variable X = Variable Independiente:</b></p> <p>Normas Técnicas Peruana para Gas Natural NTP 111.011 – NTP</p>	<p><b>Tipo de Investigación</b>  <b>Estudio aplicado</b></p> <p>Según Hernández (2001), "Es la utilización de los conocimientos en la práctica, para aplicarlos y poder obtener nuevos conocimientos"</p> <p><b>Método de la Investigación</b>            Cuantitativo</p> <p><b>Diseño de la Investigación</b></p>

PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	111.010 y Gas Licuado de Petróleo NTP 321.121 – NTP 321.123	Experimental – Factorial
1) ¿De qué manera las normas técnicas peruanas para Gas Natural Seco favorecen en el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho ?	1) Explicar de qué manera las normas técnicas peruanas para Gas Natural Seco favorece en el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho	1) Las normas técnicas peruanas para Gas Natural Seco favorecen en el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho	<p><b>Indicadores:</b></p> <p><i>Diámetro de tubería (mm)</i></p> <p><i>Caudal (m<sup>3</sup>/h)</i></p> <p><i>Velocidad</i></p> <p><b>Variable Y = Variable Dependiente:</b></p> <p><i>Sistema de Tuberías Bi-gas en el edificio multifamiliar Camacho</i></p>	<p><b>Población y Muestra</b></p> <p><i>En esta investigación se trabajó con una muestra de 16 departamentos del edificio multifamiliar Camacho</i></p> <p><b>Técnicas e Instrumentos.</b></p> <p>La Técnica es la observación y análisis de documentos.</p> <p>El instrumento está conformado por hojas de cálculo para dimensionamiento de tuberías para Gas Natural y GLP.</p>
2) ¿De qué manera las normas técnicas peruanas Gas	2) Explicar de qué manera las normas técnicas peruanas Gas	2) Las normas técnicas peruanas para Gas Licuado de	<p><b>Indicadores:</b></p> <p><i>Presión Final del sistema de Tuberías Bi-Gas.</i></p>	

<p>Licuado de Petróleo favorece en el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho?</p>	<p>Licuado de Petróleo favorece en el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho</p>	<p>Petróleo favorecen en el diseño del sistema de tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho</p>		
--	---	---	--	--

*Fuente: Elaboración propia*

## ANEXO 2: MATRIZ DE OPERATIVIZACIÓN DE VARIABLES

*Matriz de Operacionalización de variables*

VARIABLES	INDICADORES	UNIDADES	FORMULA
<b>NTP 111.011 - 2014;</b>  <b>NTP 321.123 - 2013</b>	Diámetro de tubería	Mm	$\phi = \sqrt[4.82]{\frac{22759 \cdot d \cdot L_e \cdot Q^{1.82}}{\Delta P}}$
	Caudal	m3/h	$Q = \frac{P_n}{PCI \text{ (Referido a la unidad de volumen)}}$
	Velocidad	m/s	$v = \frac{365.35(Q)}{D^2 \cdot P}$
<b>Sistema de Tuberías Bigas en el Edificio multifamiliar Camacho.</b>	Presión Final del sistema de tuberías Bi-Gas.	Mbar	$\Delta p = \frac{22759 \cdot d_r \cdot L_e \cdot Q^{1.82}}{\phi^{4.82}}$

*Fuente: Elaboración propia*



## ANEXO 4: PROPUESTA DE VALOR

### DISEÑO DE LA INSTALACIÓN BI - GAS

Se procede a calcular el caudal por departamento en Gas Natural

**Tabla 25**  
*Consumo de gasodomésticos Gas Natural*

Ítem	Cant.	Descripción	Tipo	Potencia Total Kw	Caudal (Q) x1
1	16	Cocina de 4 quemadores.	A	12.00	1.09
2	16	Terma de acumulación.	A	11.11	1.00
<b>TOTAL</b>					<b>2.09</b>

*Fuente: Elaboración propia*

#### **FACTOR DE SIMULTANIEDAD GN**

$Q = a + b + (c/2) \rightarrow$  (Cocina y Terma)

$Q = 1.00 + 1.09$

**Q = 2.09 m<sup>3</sup>/h.**

Se procede a calcular el caudal por departamento en GLP

**Tabla 26**  
*Consumo de gasodomésticos GLP*

Ítem	Cant.	Descripción	Tipo	Potencia Total Kw	Caudal (Q) x1
1	16	Cocina de 4 quemadores.	A	12.00	0.46
2	16	Terma de acumulación.	A	11.11	0.42
<b>TOTAL</b>					<b>0.88</b>

*Fuente: Elaboración propia*

#### **FACTOR DE SIMULTANIEDAD GLP**

$Q = a + b + (c/2) \rightarrow$  (Cocina y Terma)

$Q = 0.46 + 0.88$

**Q = 0.88 m<sup>3</sup>/h.**

**Tabla 27**  
*Tabla de Simultaneidad GN/GLP*

<b>FACTOR DE SIMULTANEIDAD</b>		
<b>NRO DE VIV</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>
1	1	1
2	0.60	0.70
3	0.40	0.60
4	0.40	0.55
5	0.40	0.50
6	0.30	0.50
7	0.30	0.50
8	0.30	0.45
9	0.25	0.45
10	0.25	0.45
15	0.20	0.40
25	0.20	0.40
40	0.15	0.40
50	0.15	0.35

*Fuente: Osinergmin (2014)*

Se procede a realizar el cálculo de los reguladores para GAS NATURAL

### **REGULADOR DE PRIMERA ETAPA GAS NATURAL**

Para definir el regulador de **Primera Etapa** realizamos el siguiente cálculo:

$Q_{sc} = Q \text{ departamento} * N \text{ departamentos por gabinete} * \text{Factor de simultaneidad}$

$$Q_{sc} = 2.09 * 16 * 0.40 = 13.38 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para el regulador de primera etapa se debe colocar (01) **Regulador B25** (25m<sup>3</sup>/h)

## REGULADORES DE SEGUNDA ETAPA GAS NATURAL

### ➤ (Gabinetes Cuádruples) x4

Para definir el regulador de **Segunda Etapa** realizamos el siguiente cálculo:

$Q_{sc} = Q \text{ departamento} * N \text{ departamentos por gabinete} * \text{Factor de simultaneidad}$

$$Q_{sc} = 2.09 * 4 * 0.55 = 4.60 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para el regulador de segunda etapa se deben colocar (04) **Regulador B6** (6m<sup>3</sup>/h)

**Tabla 28**  
*Tabla de Reguladores GAS NATURAL*

Cant .	Tipo de Regulador	Presión Entrada	Presión Salida	Capacidad total	Conector Entrada	Conector Salida
4	B6	340 mbar	23 mbar	6.0 m <sup>3</sup> /h	3/4"Ø	3/4"Ø
01	B25	4 bar	340 mbar	25.0 m <sup>3</sup> /h	3/4"Ø	1 1/4"Ø

*Fuente: Elaboración propia*

Se procede a realizar el cálculo de los reguladores para GLP \* referencial

## REGULADOR DE PRIMERA ETAPA GLP

Para definir el regulador de **Primera Etapa** realizamos el siguiente cálculo:

$Q_{sc} = Q \text{ departamento} * N \text{ departamentos por gabinete} * \text{Factor de simultaneidad}$

$$Q_{sc} = 0.88 * 16 * 0.40 = 5.63 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para el regulador de primera etapa se debe colocar (01) **Regulador B6** (6m<sup>3</sup>/h)

## REGULADORES DE SEGUNDA ETAPA GLP

### ➤ (Gabinetes Cuádruples) x4

Para definir el regulador de **Segunda Etapa** realizamos el siguiente cálculo:

$Q_{sc} = Q \text{ departamento} * N \text{ departamentos por gabinete} * \text{Factor de simultaneidad}$

$$Q_{sc} = 0.88 * 4 * 0.55 = 1.94 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para el regulador de segunda etapa se deben colocar (04) **Regulador B6** (6m<sup>3</sup>/h)

**Tabla 29**

*Tabla de Reguladores GLP \* referencial*

Cant .	Tipo de Regulador	Presión Entrada	Presión Salida	Capacidad total	Conector Entrada	Conector Salida
4	B6	350 mbar	27 mbar	6.0 m <sup>3</sup> /h	3/4"Ø	3/4"Ø
01	B6	7 bar	350 mbar	6.0 m <sup>3</sup> /h	3/4"Ø	3/4"Ø

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 30**

*Tabla de Gabinetes*

TIPO DE GABINETE	S22	CUÁDRUPLE
CANTIDAD	01	04

*Fuente: Elaboración propia*

## CÁLCULO DEL MEDIDOR GAS NATURAL

$$Q \text{ aire} = Q \text{ gas (Gravedad específica)}^{1/2}$$

$$Q \text{ aire} = 2.09 (0.61)^{1/2} = 1.64 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para los departamentos se instalará reguladores G 1.6 (16) **G 1.6** (2.5m<sup>3</sup>/h)

## CÁLCULO DEL MEDIDOR GLP

$$Q \text{ aire} = Q \text{ gas (Gravedad específica)}^{1/2}$$

$$Q \text{ aire} = 0.88 (1.50)^{1/2} = 1.64 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para los departamentos se instalará reguladores G 1.6 (16) **G 1.6** (2.5m<sup>3</sup>/h)

Se procede a realizar el cálculo de la rejilla de ventilación según norma E.M.040

**Tabla 31**  
*Cálculo de confinamiento*

Proyecto Multifamiliar LAS PECANAS	Dpto. 01		Dpto. 02		Dpto. 03		Dpto. 04	
	Cocina	Lav	Cocina	Lav	Cocina	Lav	Cocina	Lav
<b>Potencia instalada, Kw</b>	12.00	11.11	12.00	11.11	12.00	11.11	12.00	11.11
Largo, m								
Ancho, m								
altura, m	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
Volumen m <sup>3</sup>	60.0	libre	60.0	libre	28.8	14.4	40.8	15.6
Reducción del 30% por muebles	<b>42.00</b>		<b>42.00</b>		<b>20.16</b>	<b>10.08</b>	<b>28.56</b>	<b>10.92</b>
Relación m <sup>3</sup> /Kw. Confinado <=4.8	3.50		3.50		1.68	0.91	2.38	0.98
<b>Confinado</b>	SI	no	SI	no	SI	SI	SI	SI
<b>Ventilación a .....</b>	exterior		exterior		exterior	exterior	exterior	exterior
Comunicación directa al exterior, cm <sup>2</sup> /Kw	6	0	6	0	6	6	6	6
Area libre de ventilacion minima, cm <sup>2</sup>	280	0	280	0	280	280	280	280
Area libre de ventilacion calculada, cm <sup>2</sup>	72	0	72	0	72	67	72	67
Area con rejillas de ventilacion (60%+), cm <sup>2</sup>	467	0	467	0	467	467	467	467
Comunicación a otro ambiente, cm <sup>2</sup> /Kw	0	0	0	0	0	0	0	0
Area libre de ventilacion minima, cm <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0
Area libre de ventilacion calculada, cm <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0
Area con rejillas de ventilacion (60%+), cm <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Instalacion de Rejillas</b>	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI
<b>Rejilla Superior, cm</b>	12cm x 120cm		12cm x 120cm		12cm x 120cm	12cm x 120cm	12cm x 120cm	12cm x 120cm
<b>Rejilla Inferior, cm</b>	20cm x 25cm		20cm x 25cm		20cm x 25cm	20cm x 25cm	20cm x 25cm	20cm x 25cm

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 32**  
**Cálculo de confinamiento**

Proyecto Multifamiliar LAS PECANAS	Dpto. 101-201		Dpto. 102-202		Dpto. 103-203		Dpto. 104-204	
	Cocina	Lav	Cocina	Lav	Cocina	Lav	Cocina	Lav
<b>Potencia instalada, Kw</b>	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	23.11	12.00	12.00
Largo, m								
Ancho, m								
altura, m	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
Volumen m3	38.4	14.4	36.0	13.2	24.0	13.2	28.8	14.4
Reducción del 30% por muebles	<b>26.88</b>	<b>10.08</b>	<b>25.20</b>	<b>9.24</b>	<b>16.80</b>	<b>9.24</b>	<b>20.16</b>	<b>10.08</b>
Relación m3/Kw. Confinado <=4.8	2.24	0.84	2.10	0.77	1.40	0.40	1.68	0.84
<b>Confinado</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Ventilación a .....</b>	exterior	exterior	exterior	exterior	otro ambiente	exterior	exterior	exterior
Comunicación directa al exterior, cm2/Kw	6	6	6	6	0	6	6	6
Area libre de ventilación mínima, cm2	280	280	280	280	0	280	280	280
Area libre de ventilación calculada, cm2	72	72	72	72	0	139	72	72
Area con rejillas de ventilación (60%+), cm2	467	467	467	467	0	467	467	467
Comunicación a otro ambiente, cm2/Kw	0	0	0	0	22	0	0	0
Area libre de ventilación mínima, cm2	0	0	0	0	645	0	0	0
Area libre de ventilación calculada, cm2	0	0	0	0	264	0	0	0
Area con rejillas de ventilación (60%+), cm2	0	0	0	0	1075	0	0	0
<b>Instalación de Rejillas</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Rejilla Superior, cm</b>	12cm x 120cm	12cm x 120cm	12cm x 120cm	12cm x 120cm	27cm x 45cm	12cm x 120cm	12cm x 120cm	12cm x 120cm
<b>Rejilla Inferior, cm</b>	20cm x 25cm	20cm x 25cm	20cm x 25cm	20cm x 25cm	27cm x 45cm	20cm x 25cm	20cm x 25cm	20cm x 25cm

*Fuente: Elaboración propia*

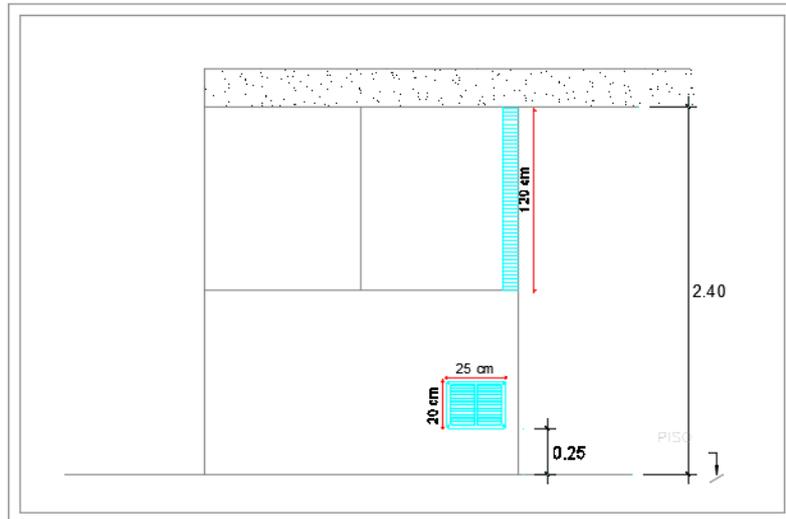
**Tabla 33**  
**Cálculo de confinamiento**

Proyecto Multifamiliar LAS PECANAS	Dpto. 301		Dpto. 302		Dpto. 303		Dpto.304	
	Cocina	Lav	Cocina	Lav	Cocina	Lav	Cocina	Lav
<b>Potencia instalada, Kw</b>	12.00	11.11	12.00	11.11	12.00	11.11	12.00	11.11
Largo, m								
Ancho, m								
altura, m	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
Volumen m3	45.6	libre	43.2	libre	28.8	libre	28.8	libre
Reducción del 30% por muebles	<b>31.92</b>		<b>30.24</b>		<b>20.16</b>		<b>20.16</b>	
Relación m3/Kw. Confinado <=4.8	2.66		2.52		1.68		1.68	
<b>Confinado</b>	SI	no	SI	no	SI	no	SI	no
<b>Ventilación a .....</b>	exterior		exterior		exterior		exterior	
Comunicación directa al exterior, cm2/Kw	6	0	6	0	6	0	6	0
Area libre de ventilación mínima, cm2	280	0	280	0	280	0	280	0
Area libre de ventilación calculada, cm2	72	0	72	0	72	0	72	0
Area con rejillas de ventilación (60%+), cm2	467	0	467	0	467	0	467	0
Comunicación a otro ambiente, cm2/Kw	0	0	0	0	0	0	0	0
Area libre de ventilación mínima, cm2	0	0	0	0	0	0	0	0
Area libre de ventilación calculada, cm2	0	0	0	0	0	0	0	0
Area con rejillas de ventilación (60%+), cm2	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Instalación de Rejillas</b>	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
<b>Rejilla Superior, cm</b>	12cm x 120cm							
<b>Rejilla Inferior, cm</b>	20cm x 25cm							

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 22**  
*Rejillas de ventilación a utilizar*

**DETALLE INSTALACIÓN DE REJILLA DE VENTILACIÓN  
REFERENCIAL**



*Fuente: Elaboración propia*

Se procede a realizar el cálculo de la red interna.

- **Fórmula de Renouard:**

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

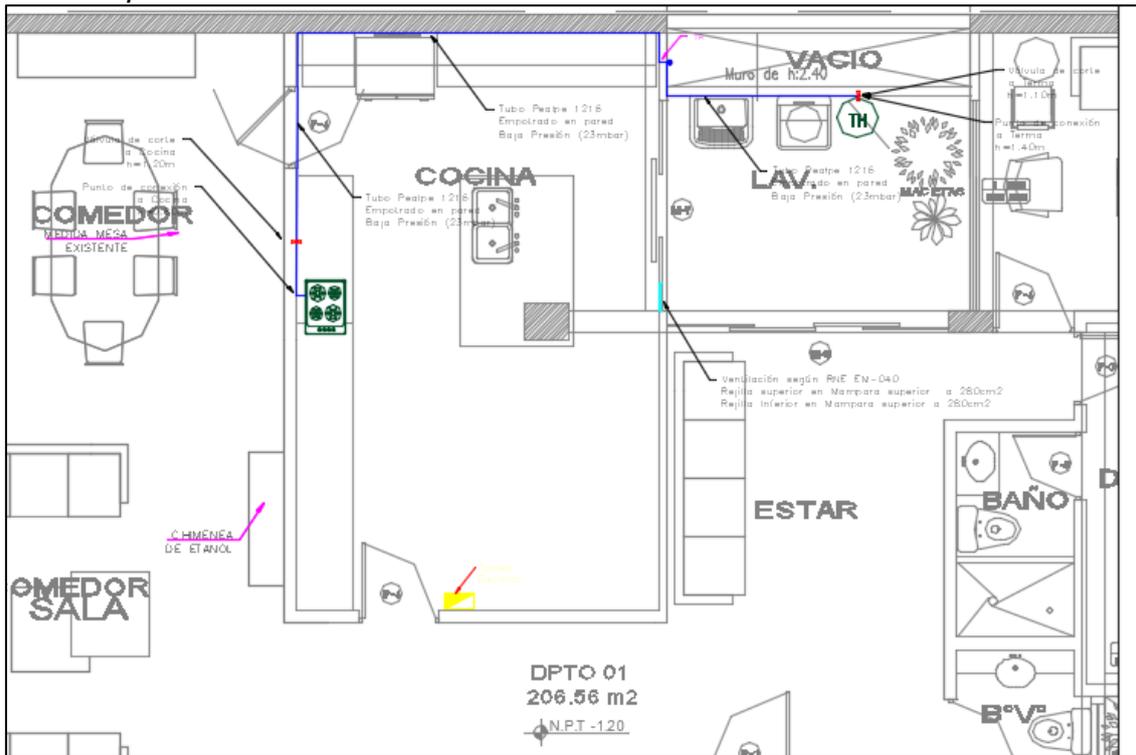
Dónde:

- $\Delta p$  : Pérdida de presión en mbar.
- $D$  : Densidad del gas.
- $L$  : Longitud en metros (m).
- $Q$  : Caudal en  $m^3/h$  a condiciones estándar.
- $D$  : Diámetro en milímetros (mm).

# ANEXO 5: PLANOS DE CADA DEPARTAMENTO

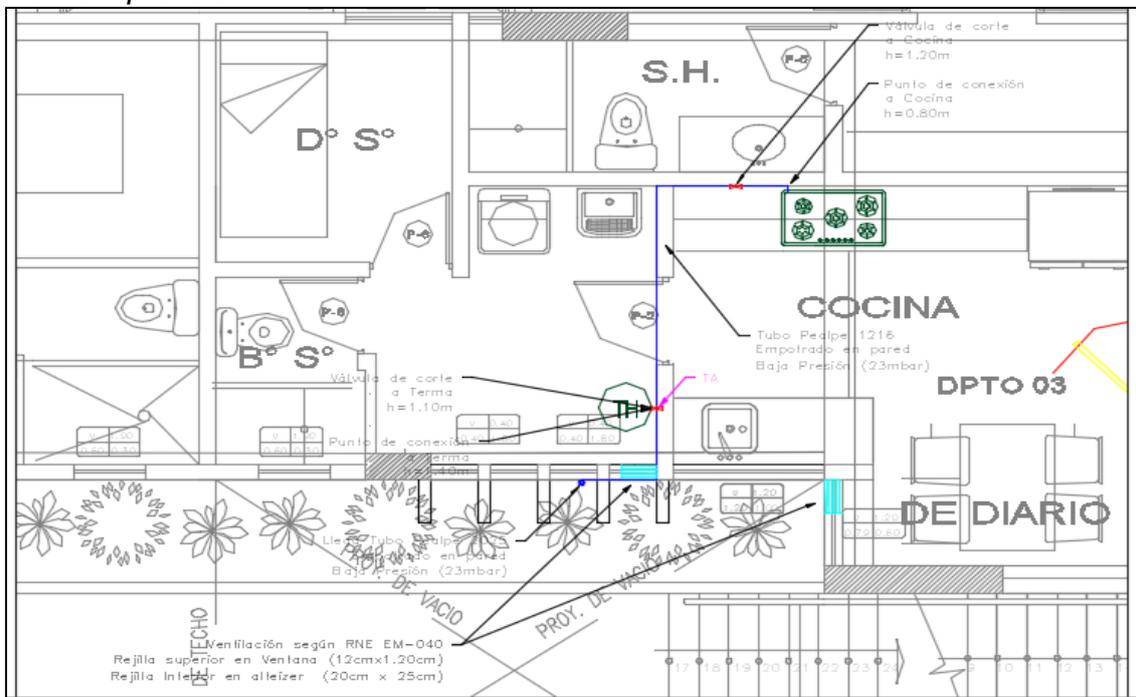
## Figura 23

### Planta Dpto. 01

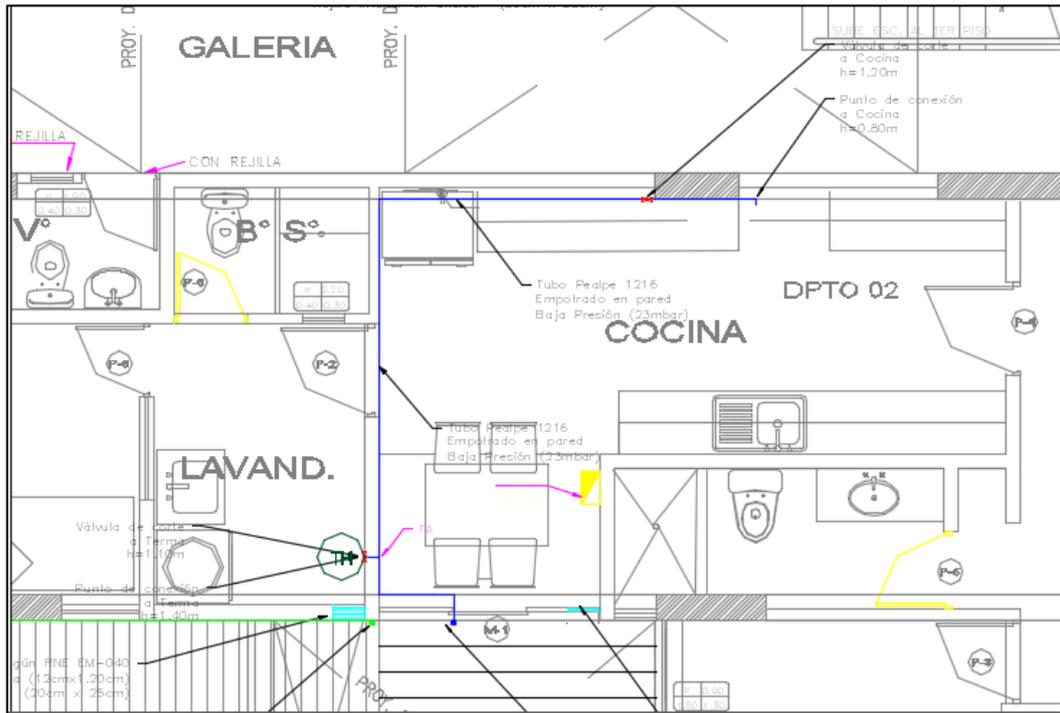


## Figura 24

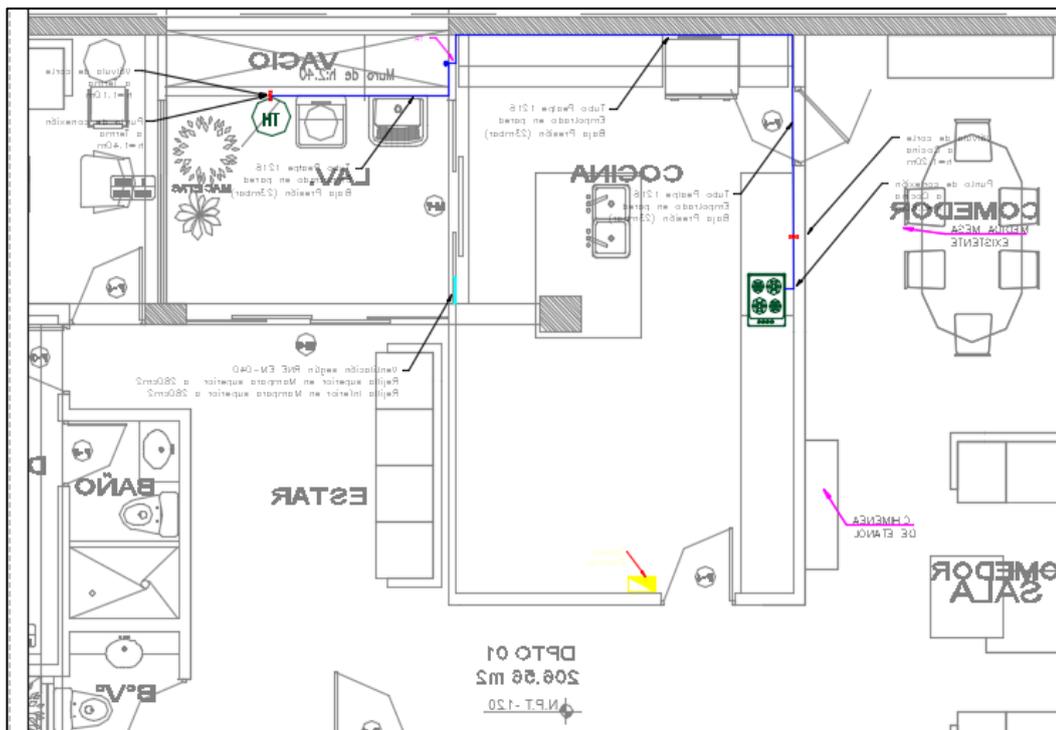
### Planta Dpto. 03



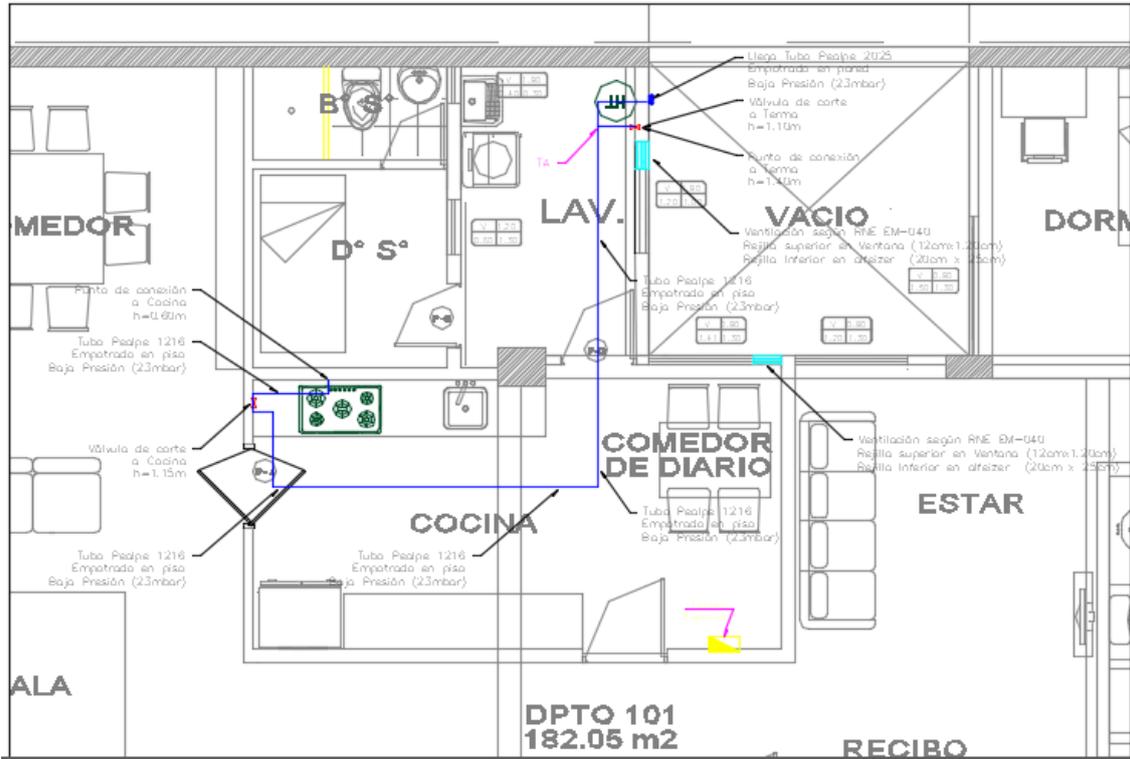
**Figura 25**  
*Planta Dpto. 02*



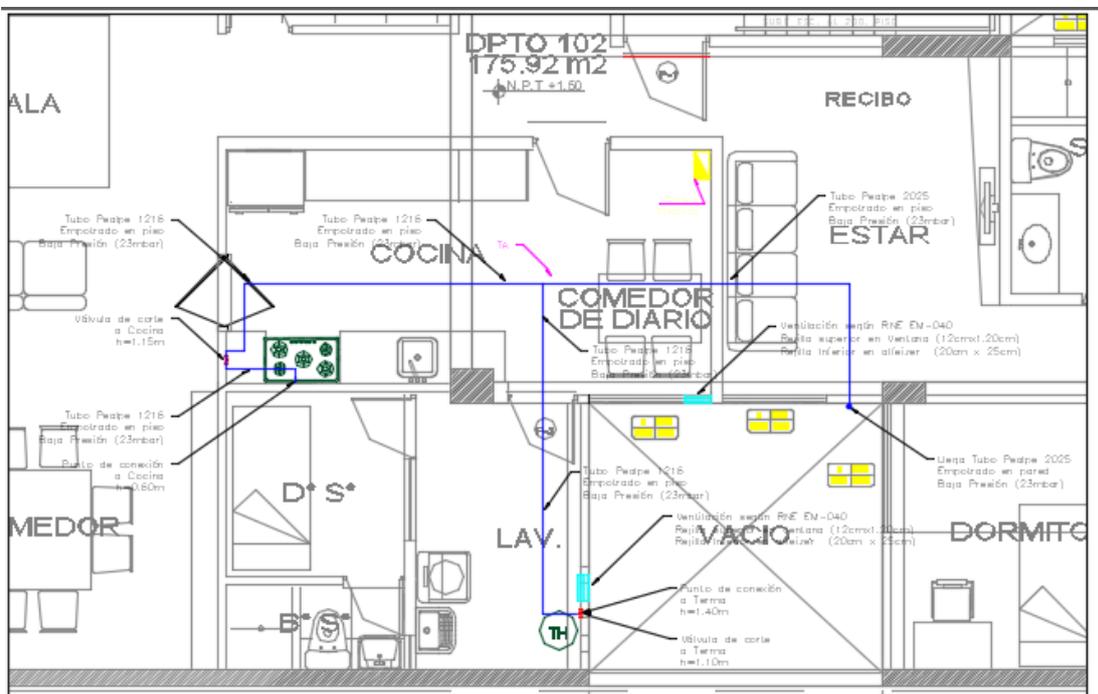
**Figura 26**  
*Planta Dpto. 04*



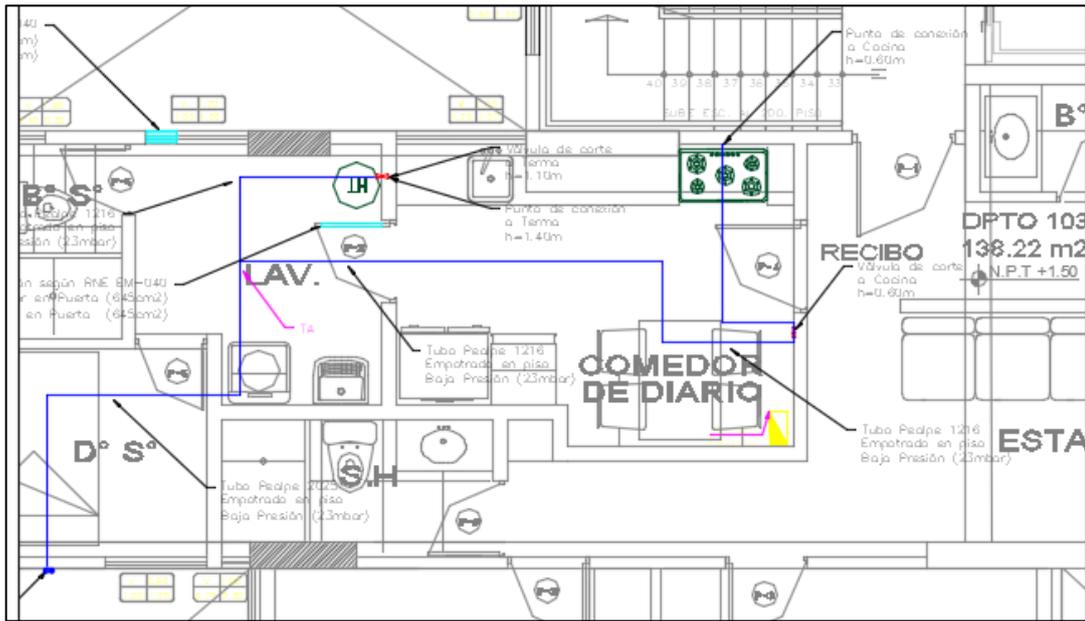
**Figura 27**  
*Planta típica Dpto. 101 y 201*



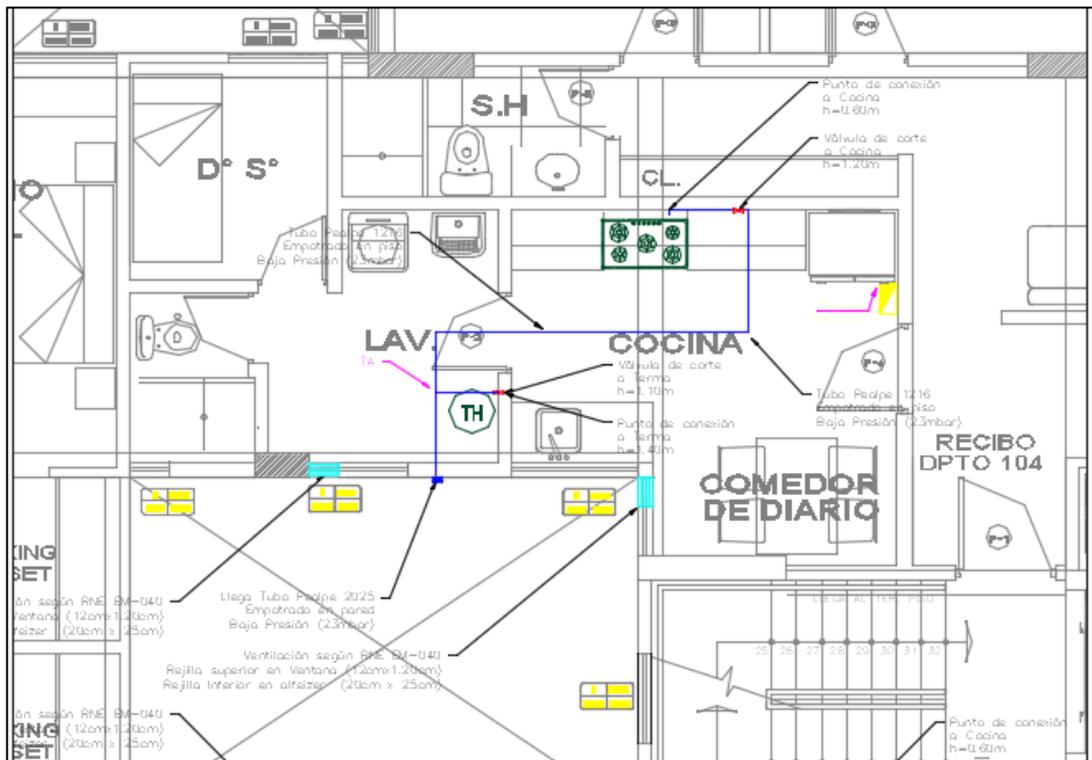
**Figura 28**  
*Planta típica Dpto. 102 y 202*



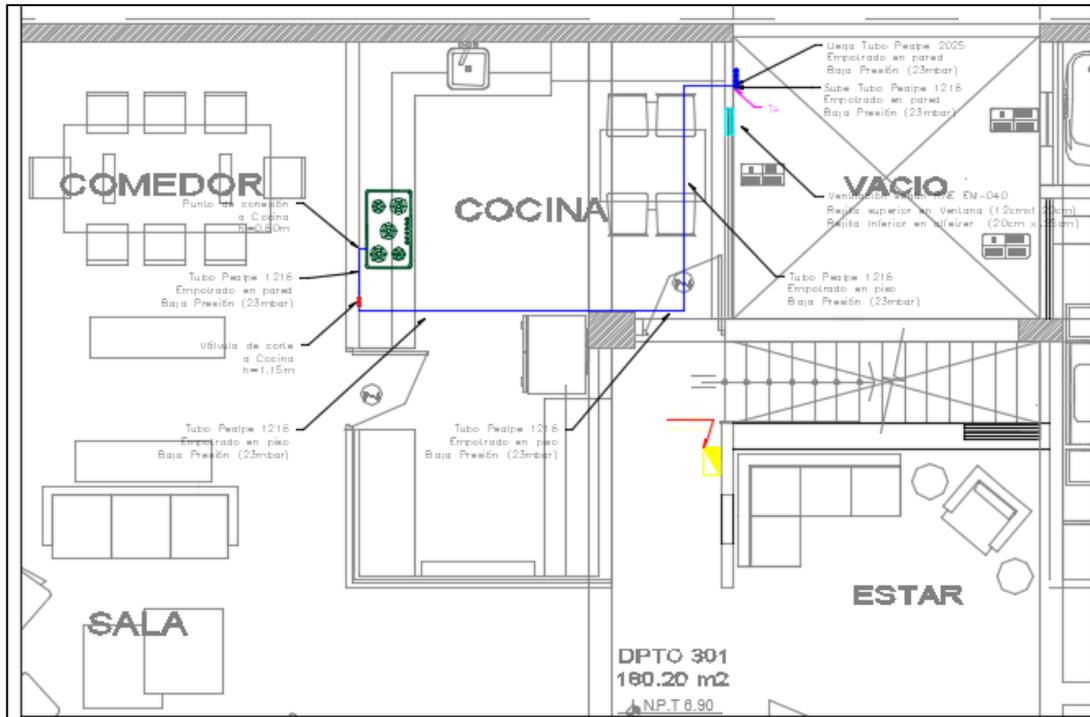
**Figura 29**  
*Planta típica Dpto. 103 y 203*



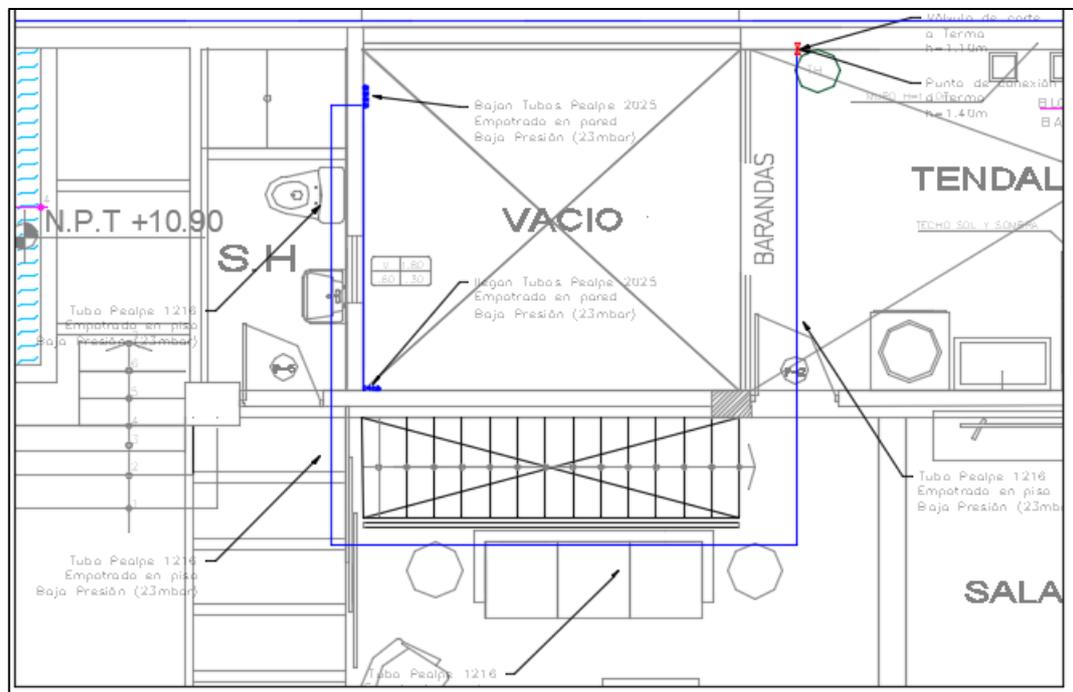
**Figura 30**  
*Planta típica Dpto. 104 y 204*



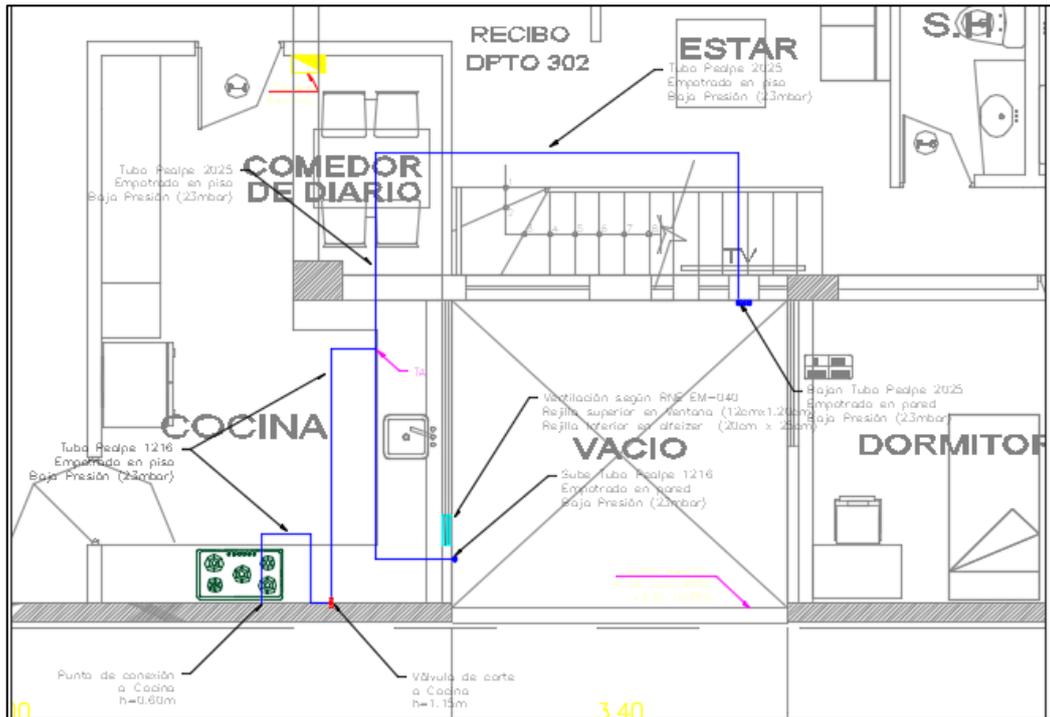
**Figura 31**  
*Planta dúplex 301 (a)*



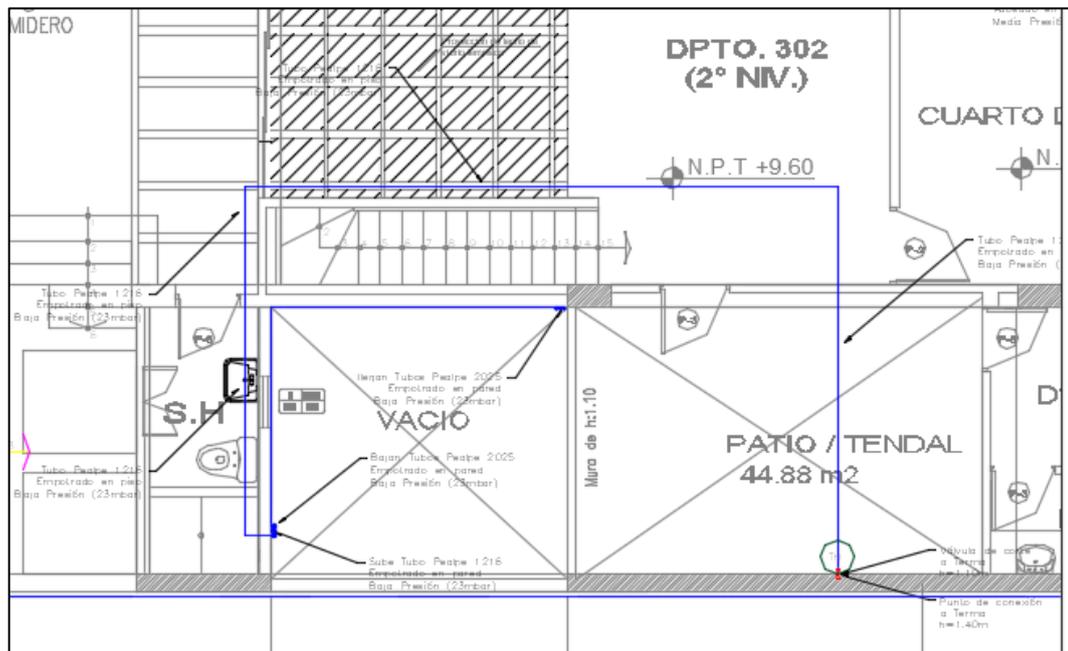
**Figura 32**  
*Planta dúplex 301 (b)*



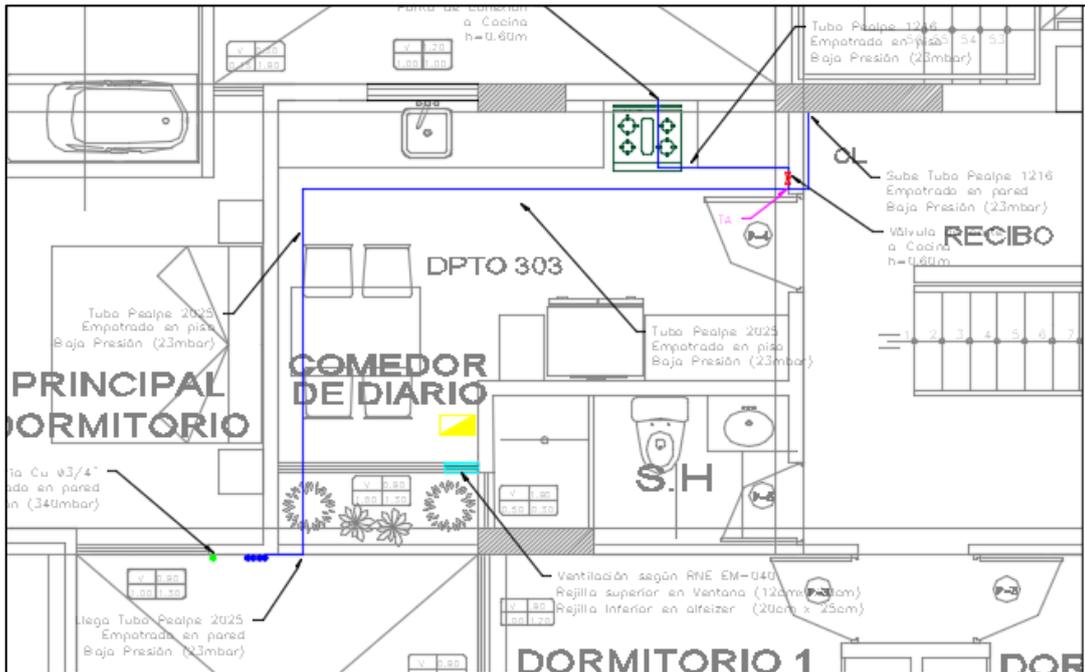
**Figura 33**  
**Planta dúplex 302 (a)**



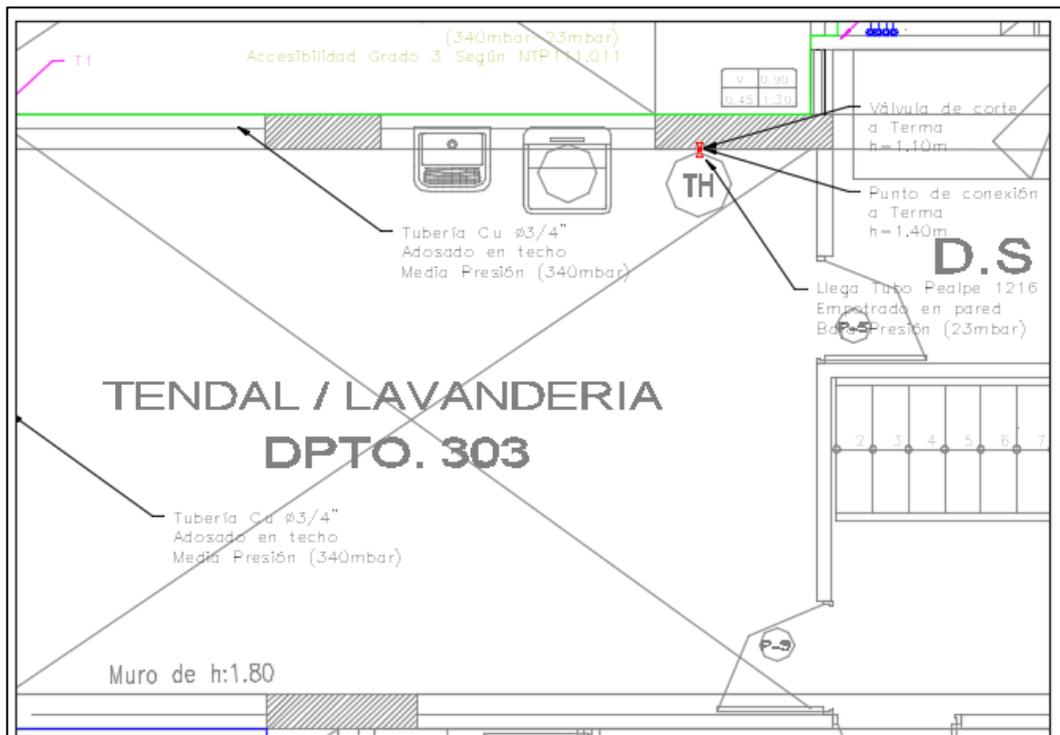
**Figura 34**  
**Planta dúplex 302 (b)**



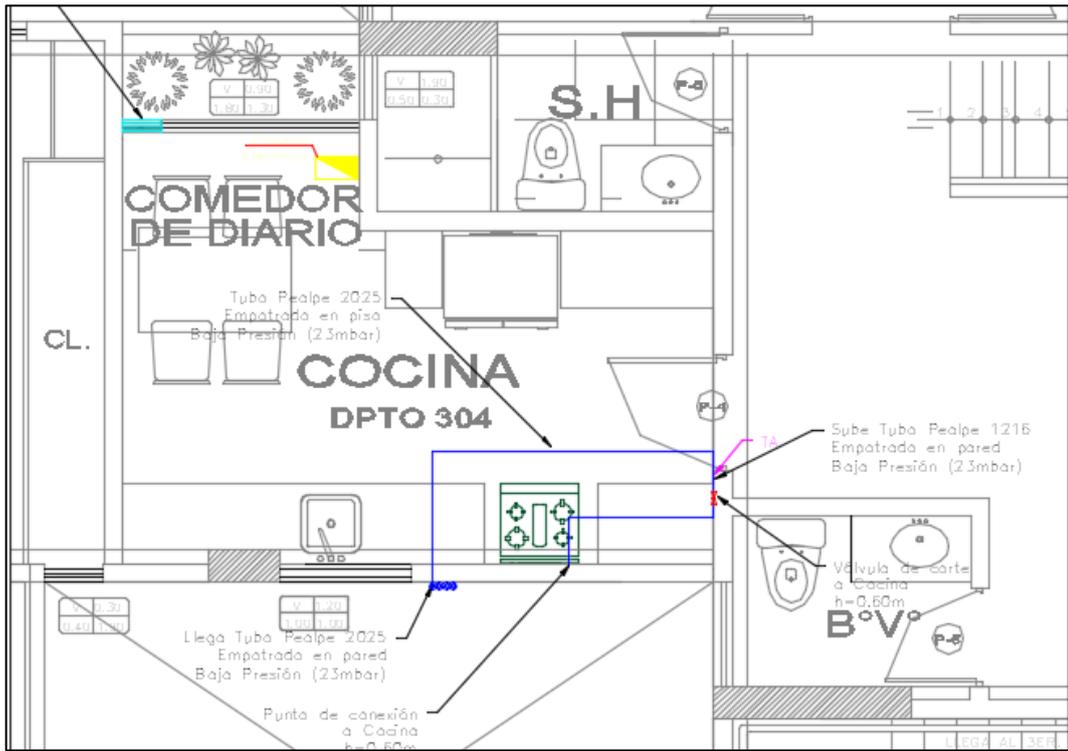
**Figura 35**  
**Planta dúplex 303 (a)**



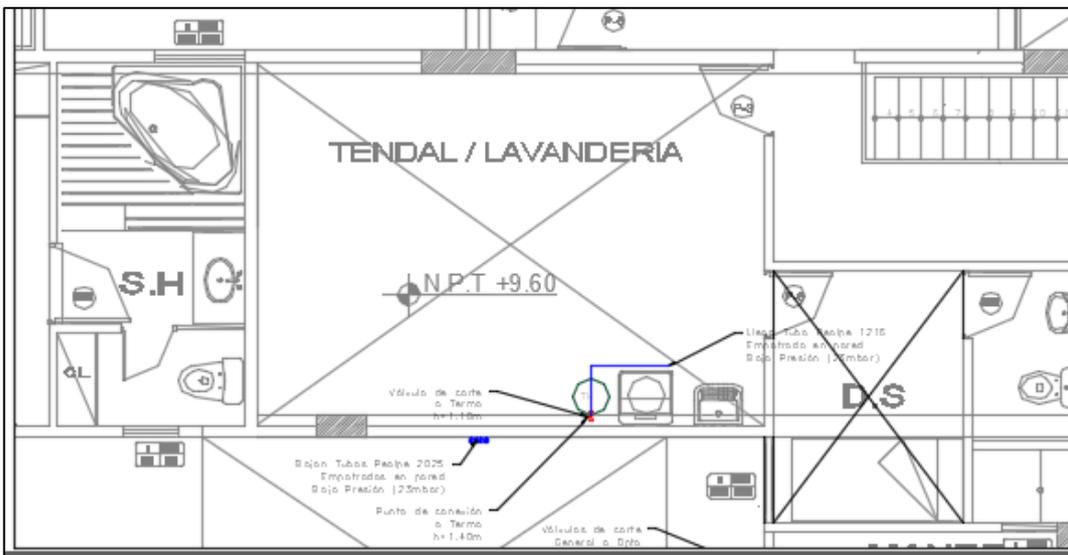
**Figura 36**  
**Planta dúplex 303 (b)**



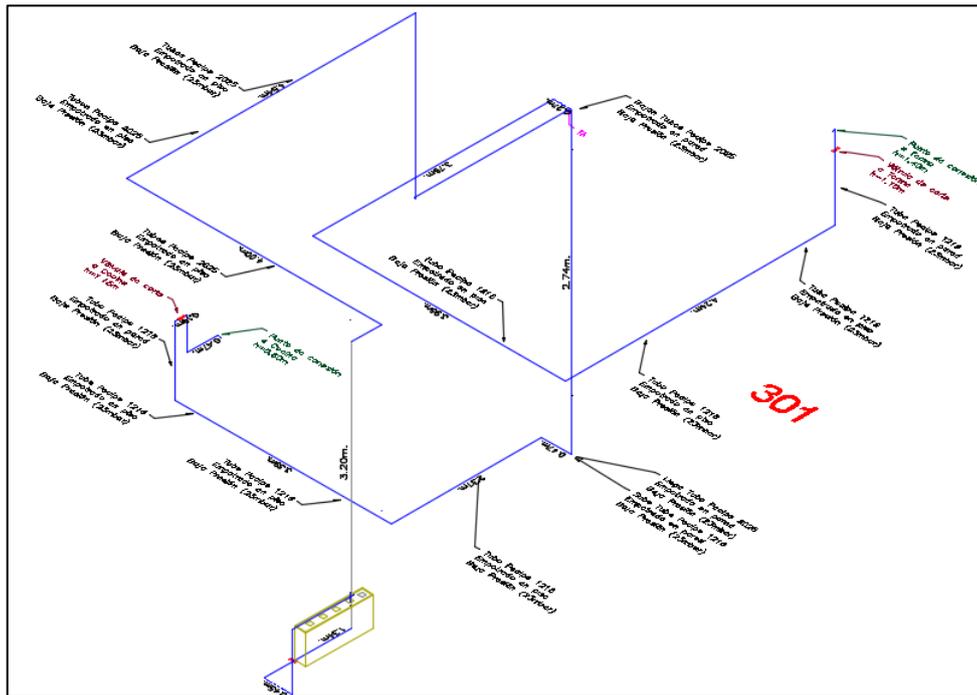
**Figura 37**  
**Planta dúplex 304 (a)**



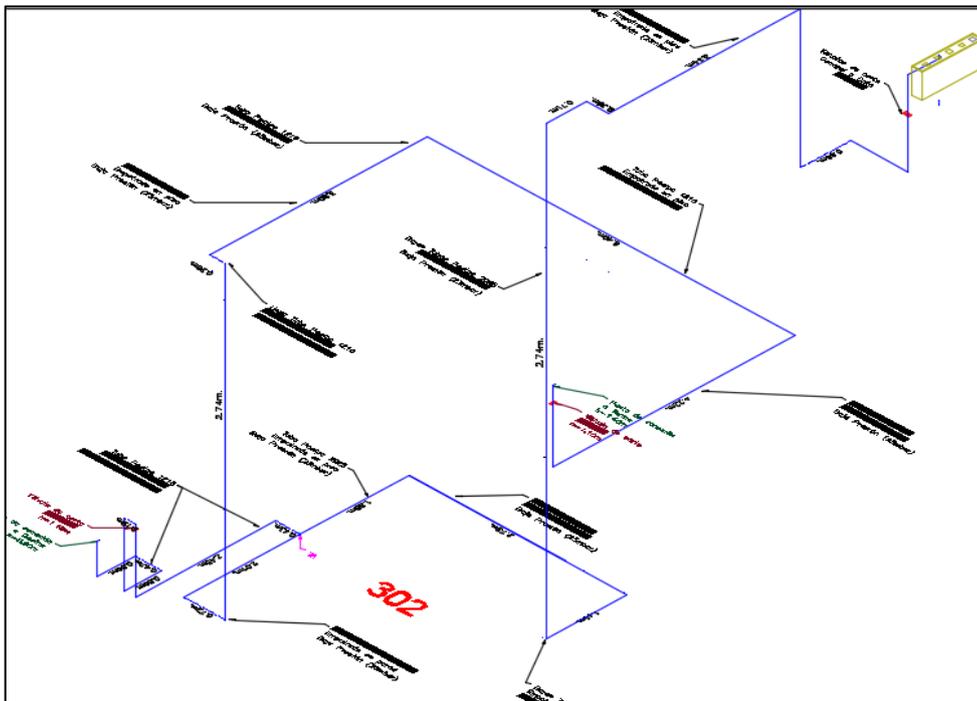
**Figura 38**  
**Planta dúplex 304 (b)**



**Figura 39**  
*Isométrico 301*

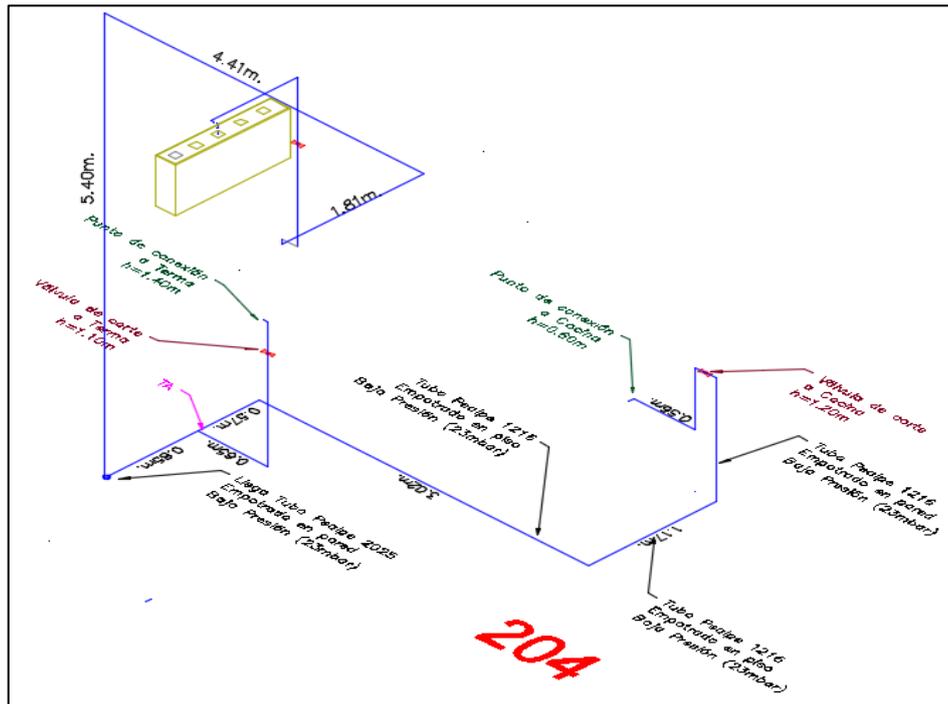


**Figura 40**  
*Isométrico 302*

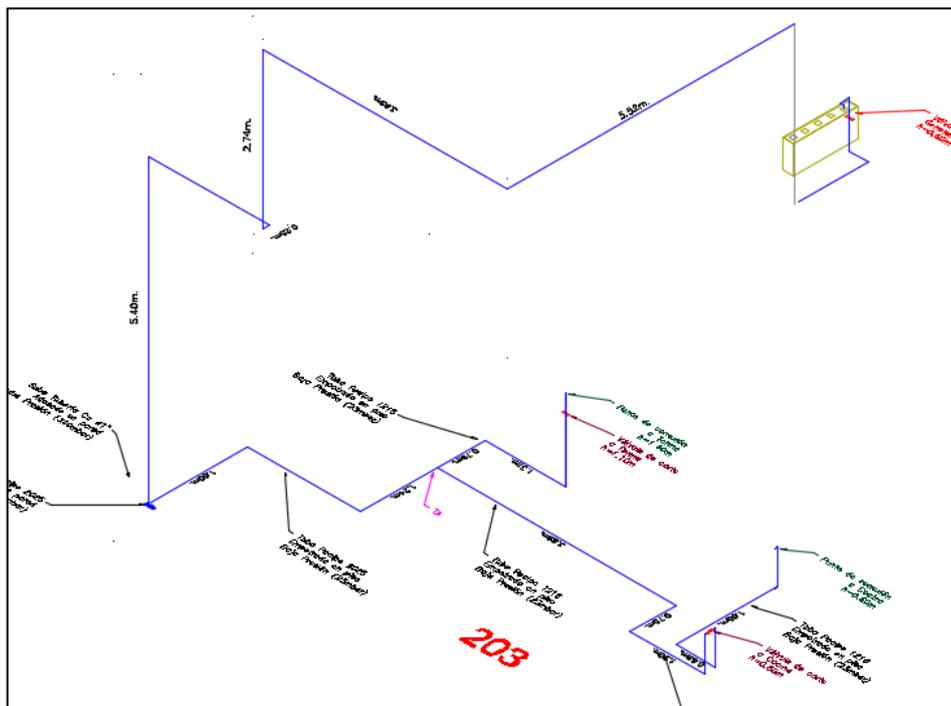




**Figura 43**  
Isométrico 204

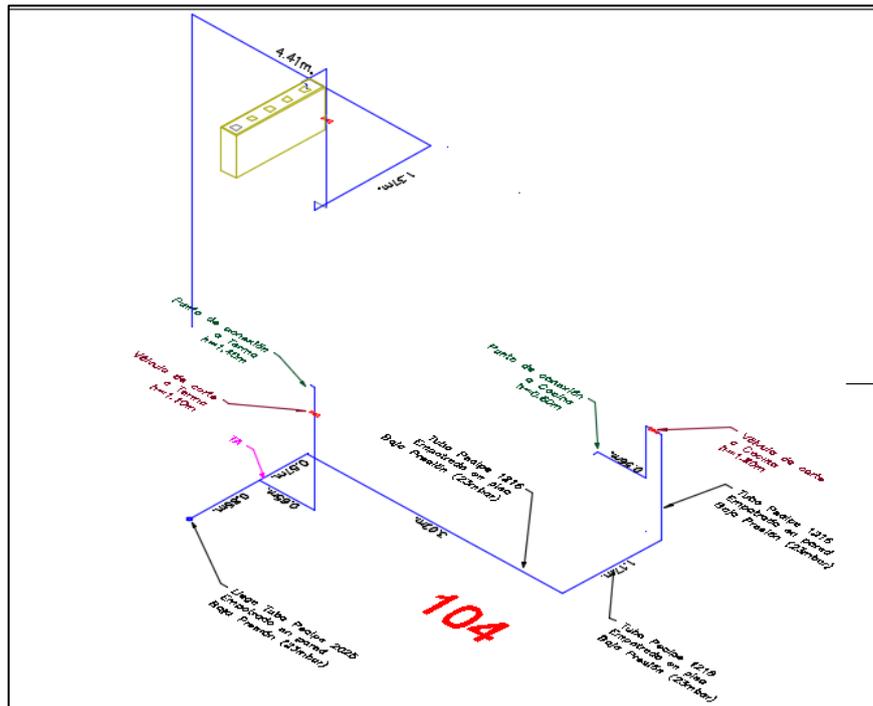


**Figura 44**  
Isométrico 203

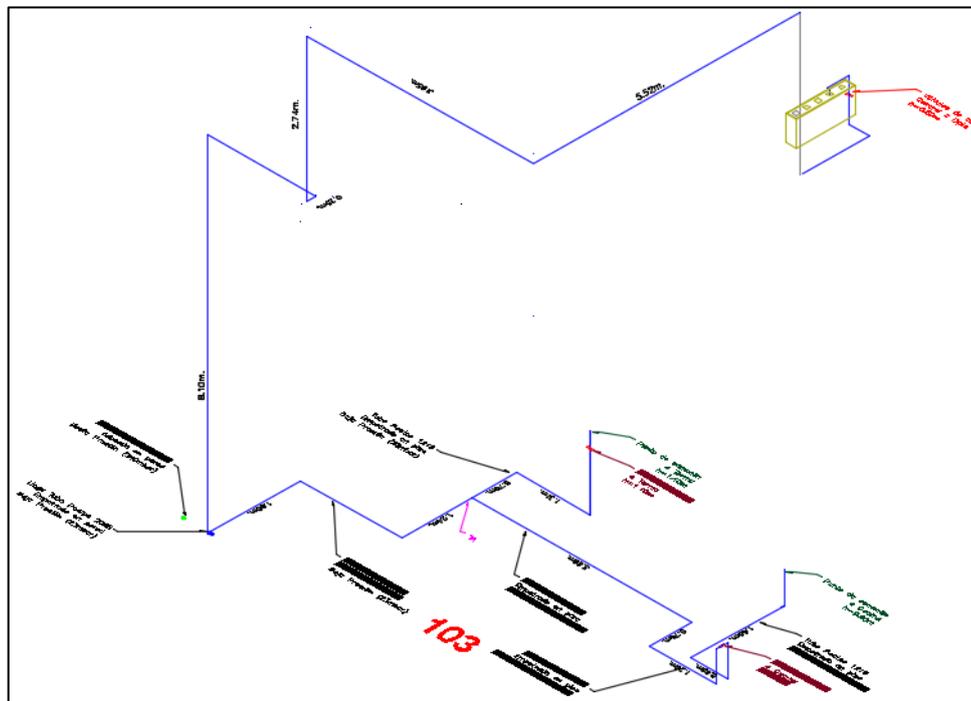




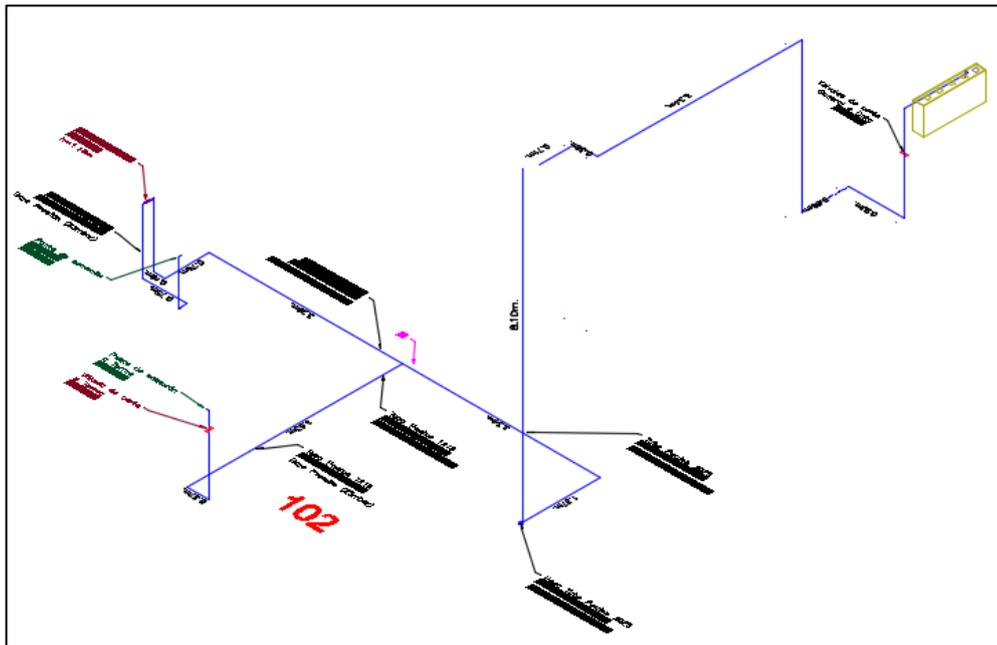
**Figura 47**  
*Isométrico 104*



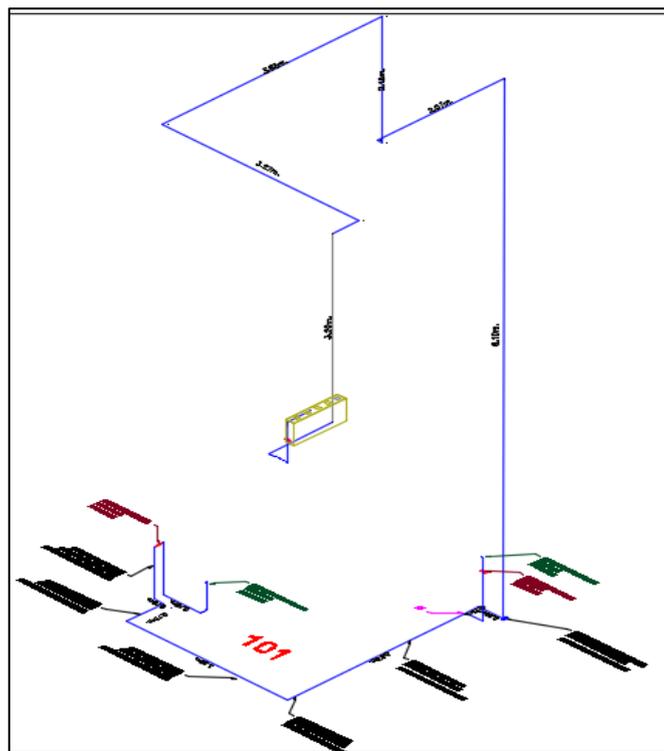
**Figura 48**  
*Isométrico 103*



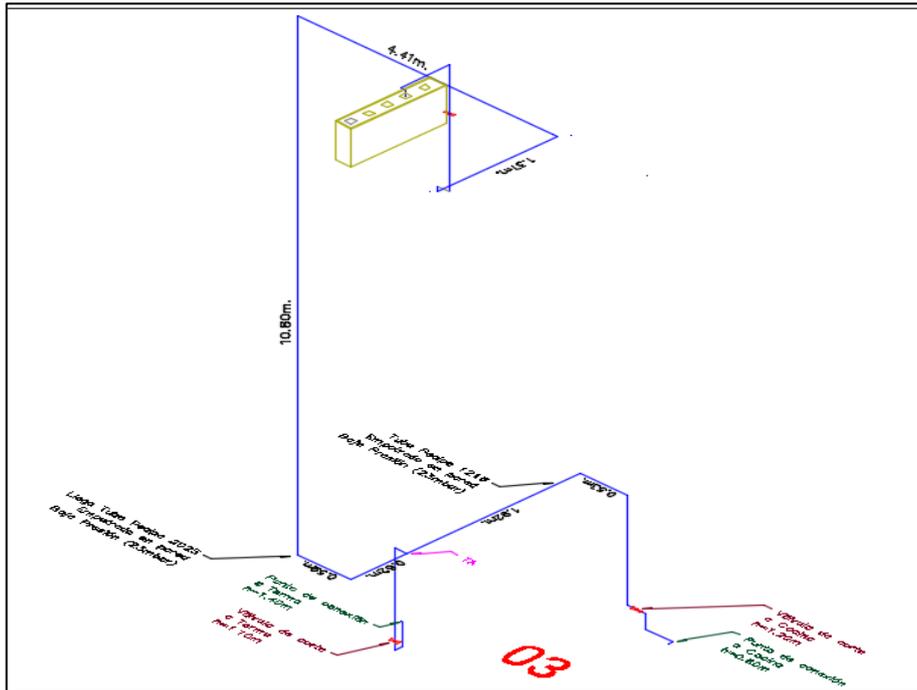
**Figura 49**  
*Isométrico 102*



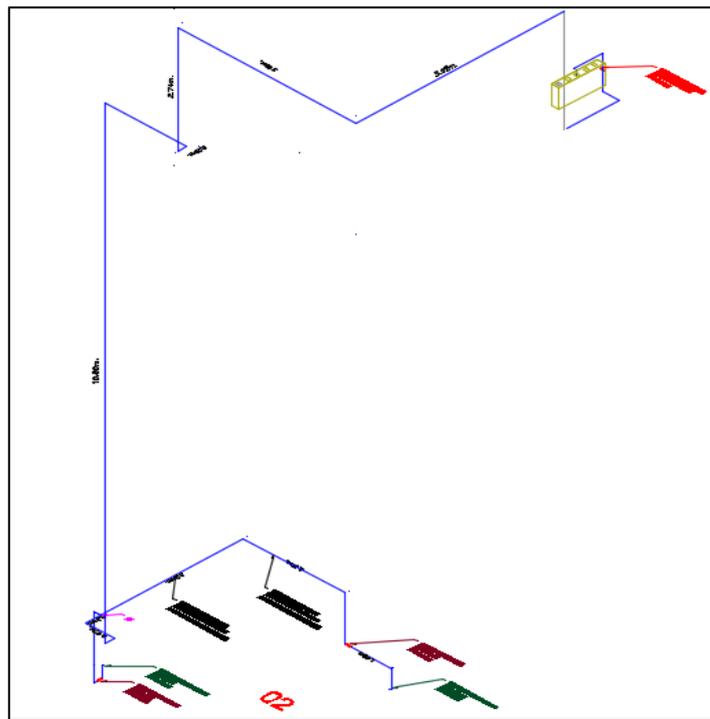
**Figura 50**  
*Isométrico 102*



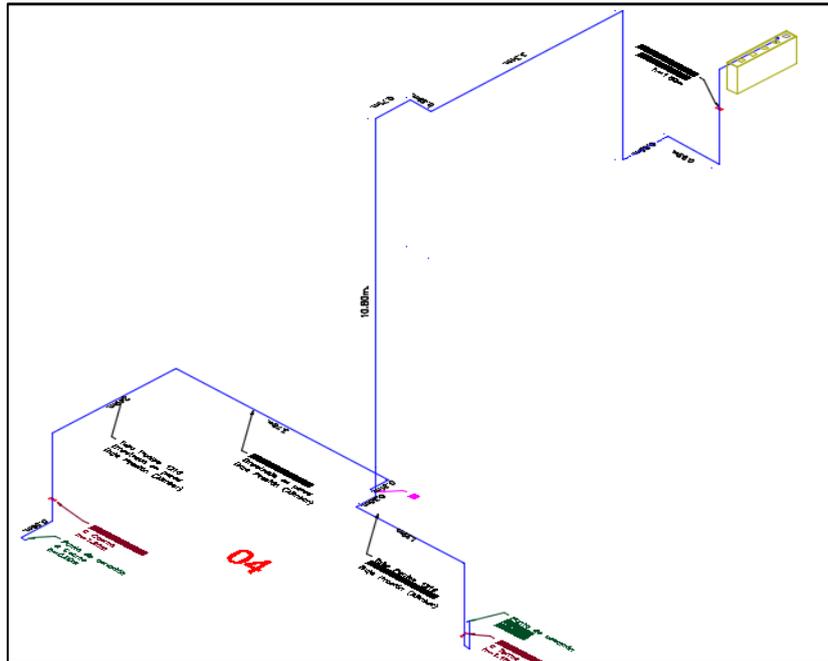
**Figura 51**  
Isométrico 03



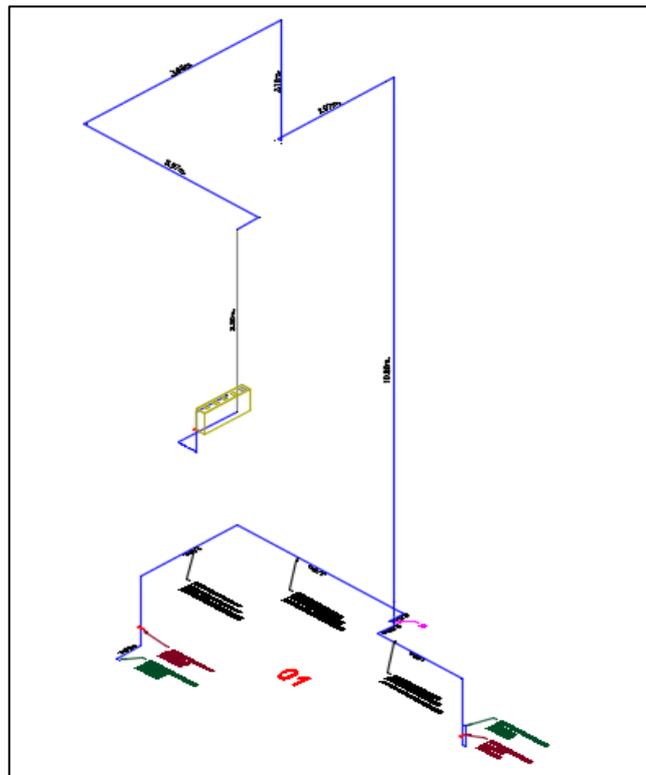
**Figura 52**  
Isométrico 02



**Figura 53**  
*Isométrico 04*



**Figura 54**  
*Isométrico 01*





**Tabla 34**  
**Cálculo de Montante Gas Natural**

CÁLCULOS DE MONTANTE DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR - GAS NATURAL																									
Potencia por departamento (kw)																	mbar								
<table border="1"> <tr> <th>NRO. DEPARTAMENTOS</th> <th>Pn (kW)</th> <th>Pn (Kw)</th> </tr> <tr> <td>16</td> <td>23.11</td> <td>369.76</td> </tr> </table>																	NRO. DEPARTAMENTOS	Pn (kW)	Pn (Kw)	16	23.11	369.76	Presión salida del regulador		340
NRO. DEPARTAMENTOS	Pn (kW)	Pn (Kw)																							
16	23.11	369.76																							
Dirección:																	Caída medidor		0						
																	Presión Inicial:		340.00						
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 (mbar)	Modelo de Regulador	Máxima Pérdida de Presión	Máxima Pérdida de Presión						
CM 01	REG1-T1	16	0.40	47.04	13.38	11	0	0	0	6.71	53.75	19.950	3/4"	9.04	36.359	299.54	B25	340 mbar	30%						
	T1 - T2	8	0.45	13.27	7.53	3	0	0	1	3.05	16.32	19.950	3/4"	4.96	3.828										
	T2 - CMR 1	4	0.55	1.20	4.60	2	0	1	0	1.65	2.85	19.950	3/4"	3.02	0.272										
Caída de presión acumulada															40.459	APROBADO									
CM 02	REG1-T1	16	0.40	47.04	13.38	11	0	0	0	6.71	53.75	19.950	3/4"	9.04	36.359	299.55	B25	340 mbar	30%						
	T1 - T2	8	0.45	13.27	7.53	3	0	0	1	3.05	16.32	19.950	3/4"	4.96	3.828										
	T2 - CMR 2	4	0.55	0.30	4.60	2	0	0	1	2.44	2.74	19.950	3/4"	3.02	0.262										
Caída de presión acumulada															40.448	APROBADO									
CM 03	REG1-T1	16	0.40	47.04	13.38	11	0	0	0	6.71	53.75	19.950	3/4"	9.04	36.359	301.06	B25	340 mbar	30%						
	T1 - T3	8	0.45	7.62	7.53	3	0	1	0	2.26	9.88	19.950	3/4"	4.96	2.316										
	T3 - CMR 3	4	0.55	0.30	4.60	2	0	0	1	2.44	2.74	19.950	3/4"	3.02	0.262										
Caída de presión acumulada															38.937	APROBADO									
CM 04	REG1-T1	16	0.40	47.04	13.38	11	0	0	0	6.71	53.75	19.950	3/4"	9.04	36.359	301.05	B25	340 mbar	30%						
	T1 - T3	8	0.45	7.62	7.53	3	0	1	0	2.26	9.88	19.950	3/4"	4.96	2.316										
	T3 - CMR 4	4	0.55	1.20	4.60	2	0	1	0	1.65	2.85	19.950	3/4"	3.02	0.272										
Caída de presión acumulada															38.947	APROBADO									

**Tabla 35**  
**Cálculo Dpto 01 / GN**

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GAS NATURAL																
Cliente															DNI / RUC	
Dirección															N° Suministro	
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN																
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)	
Cocina	CMR - T1	23.11	30.54	2.09	13	0	0	0	7.80	38.34	2025 - PAP	20.000	1.82	1.093	19.23	
	T1 - Cocina	12.00	8.71	1.09	6	0	0	1	2.88	11.59	1216 - PAP	12.000	2.63	1.176		
Caída de Presión Acumulada														2.269	APROBADO	
Terma	CMR - T1	23.11	30.54	2.09	13	0	0	0	7.80	38.34	2025 - PAP	20.000	1.82	1.093	19.80	
	T1 - Terma	11.11	4.90	1.01	5	0	1	0	2.04	6.94	1216 - PAP	12.000	2.43	0.612		
Caída de Presión Acumulada														1.705	APROBADO	

**Tabla 36**  
*Cálculo Dpto. 01 / GLP*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GLP															
Cliente											DNI / RUC				
Dirección											01		N° Suministro		
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	30.54	0.88	13	0	0	0	7.80	38.34	2025 - PAP	20.000	0.77	0.560	25.34
	T1 - Cocina	12.00	8.71	0.46	6	0	0	1	2.88	11.59	1216 - PAP	12.000	1.10	0.602	
Caída de Presión Acumulada														1.162	APROBADO
Terma	CMR - T1	23.11	30.54	0.88	13	0	0	0	7.80	38.34	2025 - PAP	20.000	0.77	0.560	25.63
	T1 - Terma	11.11	4.90	0.42	5	0	1	0	2.04	6.94	1216 - PAP	12.000	1.02	0.313	
Caída de Presión Acumulada														0.873	APROBADO

**Tabla 37**  
*Cálculo Dpto. 101 / GN*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GAS NATURAL															
Cliente											DNI / RUC				
Dirección											101		N° Suministro		
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	25.47	2.09	13	0	0	0	7.80	33.27	2025 - PAP	20.000	1.82	0.948	18.98
	T1 - Cocina	12.00	11.98	1.09	9	0	1	0	3.48	15.46	1216 - PAP	12.000	2.63	1.568	
Caída de Presión Acumulada														2.517	APROBADO
Terma	CMR - T1	23.11	25.47	2.09	13	0	0	0	7.80	33.27	2025 - PAP	20.000	1.82	0.948	20.33
	T1 - Terma	11.11	1.40	1.01	1	0	0	1	1.08	2.48	1216 - PAP	12.000	2.43	0.219	
Caída de Presión Acumulada														1.167	APROBADO

**Tabla 38**  
*Cálculo Dpto. 101 / GLP*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GLP															
Cliente											DNI / RUC				
Dirección											101		N° Suministro		
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	25.47	0.88	13	0	0	0	7.80	33.27	2025 - PAP	20.000	0.77	0.486	25.21
	T1 - Cocina	12.00	11.98	0.46	9	0	1	0	3.48	15.46	1216 - PAP	12.000	1.10	0.803	
Caída de Presión Acumulada														1.289	APROBADO
Terma	CMR - T1	23.11	25.47	0.88	13	0	0	0	7.80	33.27	2025 - PAP	20.000	0.77	0.486	25.90
	T1 - Terma	11.11	1.40	0.42	1	0	0	1	1.08	2.48	1216 - PAP	12.000	1.02	0.112	
Caída de Presión Acumulada														0.598	APROBADO

**Tabla 39**  
*Cálculo Dpto. 201 / GLP*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GLP															
Cliente											DNI / RUC				
Dirección											201		N° Suministro		
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	22.77	0.88	13	0	0	0	7.80	30.57	2025 - PAP	20.000	0.77	0.446	25.25
	T1 - Cocina	12.00	11.98	0.46	9	0	1	0	3.48	15.46	1216 - PAP	12.000	1.10	0.803	
Caída de Presión Acumulada														1.249	APROBADO
Terma	CMR - T1	23.11	22.77	0.88	13	0	0	0	7.80	30.57	2025 - PAP	20.000	0.77	0.446	25.94
	T1 - Terma	11.11	1.40	0.42	1	0	0	1	1.08	2.48	1216 - PAP	12.000	1.02	0.112	
Caída de Presión Acumulada														0.558	APROBADO

**Tabla 40**  
*Cálculo Dpto. 201 / GN*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GN															
Cliente											DNI / RUC				
Dirección											N° Suministro				
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	22.77	2.09	13	0	0	0	7.80	30.57	2025 - PAP	20.000	1.82	0.871	19.06
	T1 - Cocina	12.00	11.98	1.09	9	0	1	0	3.48	15.46	1216 - PAP	12.000	2.63	1.568	
Caída de Presión Acumulada														2.440	APROBADO
Terma	CMR - T1	23.11	22.77	2.09	13	0	0	0	7.80	30.57	2025 - PAP	20.000	1.82	0.871	20.41
	T1 - Terma	11.11	1.40	1.01	1	0	0	1	1.08	2.48	1216 - PAP	12.000	2.43	0.219	
Caída de Presión Acumulada														1.090	APROBADO

**Tabla 41**  
*Cálculo Dpto. 301 / GN*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GN															
Cliente											DNI / RUC				
Dirección											N° Suministro				
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	20.07	2.09	13	0	0	0	7.80	27.87	2025 - PAP	20.000	1.82	0.795	19.14
	T1 - Cocina	12.00	11.98	1.09	9	0	1	0	3.48	15.46	1216 - PAP	12.000	2.63	1.568	
Caída de Presión Acumulada														2.363	APROBADO
Terma	CMR - T1	23.11	20.07	2.09	13	0	0	0	7.80	27.87	2025 - PAP	20.000	1.82	0.795	20.49
	T1 - Terma	11.11	1.40	1.01	1	0	0	1	1.08	2.48	1216 - PAP	12.000	2.43	0.219	
Caída de Presión Acumulada														1.013	APROBADO

**Tabla 42**  
*Cálculo Dpto. 301 / GLP*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GLP															
Cliente											DNI / RUC				
Dirección											N° Suministro				
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	20.07	0.88	13	0	0	0	7.80	27.87	2025 - PAP	20.000	0.77	0.434	24.21
	T1 - Cocina	12.00	11.98	0.46	9	0	1	0	3.48	15.46	1216 - PAP	12.000	1.11	0.857	
Caída de Presión Acumulada														1.290	APROBADO
Terma	CMR - T1	23.11	20.07	0.88	13	0	0	0	7.80	27.87	2025 - PAP	20.000	0.77	0.434	24.95
	T1 - Terma	11.11	1.40	0.42	1	0	0	1	1.08	2.48	1216 - PAP	12.000	1.02	0.119	
Caída de Presión Acumulada														0.553	APROBADO

**Tabla 43**  
*Cálculo Dpto. 03 / GN*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GAS NATURAL															
Cliente											DNI / RUC				
Dirección											04		N° Suministro		
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	21.33	2.09	10	0	0	0	6.00	27.33	2025 - PAP	20.000	1.82	0.779	20.06
	T1 - Cocina	12.00	4.45	1.09	5	0	1	0	2.04	6.49	1216 - PAP	12.000	2.63	0.658	
Caída de Presión Acumulada													1.438	APROBADO	
Terma	CMR - T1	23.11	21.33	2.09	10	0	0	0	6.00	27.33	2025 - PAP	20.000	1.82	0.779	20.40
	T1 - Terma	11.11	1.80	1.01	3	0	0	1	1.80	3.60	1216 - PAP	12.000	2.43	0.317	
Caída de Presión Acumulada													1.097	APROBADO	

**Tabla 44**  
*Cálculo Dpto. 03 / GLP*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GLP															
Cliente											DNI / RUC				
Dirección											03		N° Suministro		
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	21.33	0.88	10	0	0	0	6.00	27.33	2025 - PAP	20.000	0.77	0.399	24.76
	T1 - Cocina	12.00	4.45	0.46	5	0	1	0	2.04	6.49	1216 - PAP	12.000	1.11	0.337	
Caída de Presión Acumulada													0.736	APROBADO	
Terma	CMR - T1	23.11	21.33	0.88	10	0	0	0	6.00	27.33	2025 - PAP	20.000	0.77	0.399	24.94
	T1 - Terma	11.11	1.80	0.42	3	0	0	1	1.80	3.60	1216 - PAP	12.000	1.02	0.163	
Caída de Presión Acumulada													0.561	APROBADO	

**Tabla 45**  
*Cálculo Dpto. 104 / GN*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GN															
Cliente											DNI / RUC				
Dirección											104		N° Suministro		
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	17.16	2.09	10	0	0	0	6.00	23.16	2025 - PAP	20.000	1.82	0.660	19.85
	T1 - Cocina	12.00	7.36	1.09	6	0	1	0	2.40	9.76	1216 - PAP	12.000	2.63	0.990	
Caída de Presión Acumulada													1.650	APROBADO	
Terma	CMR - T1	23.11	17.16	2.09	10	0	0	0	6.00	23.16	2025 - PAP	20.000	1.82	0.660	20.07
	T1 - Terma	11.11	1.80	1.85	1	0	0	1	1.08	2.88	1216 - PAP	12.000	4.48	0.770	
Caída de Presión Acumulada													1.430	APROBADO	

**Tabla 46**  
*Cálculo Dpto. 104 / GLP*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GLP															
Cliente												DNI / RUC			
Dirección												N° Suministro			
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	17.16	0.88	10	0	0	0	6.00	23.16	2025 - PAP	20.000	0.77	0.338	25.66
	T1 - Cocina	12.00	7.36	0.46	6	0	1	0	2.40	9.76	1216 - PAP	12.000	1.10	0.507	
Caída de Presión Acumulada														0.845	APROBADO
Terma	CMR - T1	23.11	17.16	0.88	10	0	0	0	6.00	23.16	2025 - PAP	20.000	0.77	0.338	24.27
	T1 - Terma	11.11	1.80	1.85	1	0	0	1	1.08	2.88	1216 - PAP	12.000	4.46	1.893	
Caída de Presión Acumulada														2.231	APROBADO

**Tabla 47**  
*Cálculo Dpto. 204 / GLP*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GLP															
Cliente												DNI / RUC			
Dirección												N° Suministro			
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	14.76	0.88	10	0	0	0	6.00	20.76	2025 - PAP	20.000	0.77	0.303	25.69
	T1 - Cocina	12.00	7.36	0.46	6	0	1	0	2.40	9.76	1216 - PAP	12.000	1.10	0.507	
Caída de Presión Acumulada														0.810	APROBADO
Terma	CMR - T1	23.11	14.76	0.88	10	0	0	0	6.00	20.76	2025 - PAP	20.000	0.77	0.303	24.30
	T1 - Terma	11.11	1.80	1.85	1	0	0	1	1.08	2.88	1216 - PAP	12.000	4.46	1.893	
Caída de Presión Acumulada														2.196	APROBADO

**Tabla 48**  
*Cálculo Dpto. 204 / GN*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GN															
Cliente												DNI / RUC			
Dirección												N° Suministro			
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	14.76	2.09	10	0	0	0	6.00	20.76	2025 - PAP	20.000	1.82	0.592	19.92
	T1 - Cocina	12.00	7.36	1.09	6	0	1	0	2.40	9.76	1216 - PAP	12.000	2.63	0.990	
Caída de Presión Acumulada														1.582	APROBADO
Terma	CMR - T1	23.11	14.76	2.09	10	0	0	0	6.00	20.76	2025 - PAP	20.000	1.82	0.592	20.14
	T1 - Terma	11.11	1.80	1.85	1	0	0	1	1.08	2.88	1216 - PAP	12.000	4.48	0.770	
Caída de Presión Acumulada														1.362	APROBADO

**Tabla 49**  
*Cálculo Dpto. 304 / GN*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GN															
Cliente												DNI / RUC			
Dirección	304											N° Suministro			
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	15.44	2.09	10	0	0	0	6.00	21.44	2025 - PAP	20.000	1.82	0.611	20.29
	T1 - Cocina	12.00	3.90	1.09	5	0	1	0	2.04	5.94	1216 - PAP	12.000	2.63	0.602	
Caída de Presión Acumulada														1.213	APROBADO
Terma	CMR - T1	23.11	15.44	2.09	10	0	0	0	6.00	21.44	2025 - PAP	20.000	1.82	0.611	19.01
	T1 - Terma	11.11	5.21	1.85	3	0	0	1	1.80	7.01	1216 - PAP	12.000	4.48	1.874	
Caída de Presión Acumulada														2.485	APROBADO

**Tabla 50**  
*Cálculo Dpto. 304 / GLP*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GLP															
Cliente												DNI / RUC			
Dirección	304											N° Suministro			
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	15.44	0.88	10	0	0	0	6.00	21.44	2025 - PAP	20.000	0.77	0.313	25.88
	T1 - Cocina	12.00	3.90	0.46	5	0	1	0	2.04	5.94	1216 - PAP	12.000	1.10	0.308	
Caída de Presión Acumulada														0.621	APROBADO
Terma	CMR - T1	23.11	15.44	0.88	10	0	0	0	6.00	21.44	2025 - PAP	20.000	0.77	0.313	21.58
	T1 - Terma	11.11	5.21	1.85	3	0	0	1	1.80	7.01	1216 - PAP	12.000	4.47	4.609	
Caída de Presión Acumulada														4.921	APROBADO

**Tabla 51**  
*Cálculo Dpto. 04 / GN*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GAS NATURAL															
Cliente												DNI / RUC			
Dirección	04											N° Suministro			
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	21.33	2.09	10	0	0	0	6.00	27.33	2025 - PAP	20.000	1.82	0.779	20.06
	T1 - Cocina	12.00	4.45	1.09	5	0	1	0	2.04	6.49	1216 - PAP	12.000	2.63	0.658	
Caída de Presión Acumulada														1.438	APROBADO
Terma	CMR - T1	23.11	21.33	2.09	10	0	0	0	6.00	27.33	2025 - PAP	20.000	1.82	0.779	20.40
	T1 - Terma	11.11	1.80	1.01	3	0	0	1	1.80	3.80	1216 - PAP	12.000	2.43	0.317	
Caída de Presión Acumulada														1.097	APROBADO

**Tabla 52**  
*Cálculo Dpto. 04 / GLP*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GLP															
Cliente											DNI / RUC				
Dirección											03		N° Suministro		
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENUARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	21.33	0.88	10	0	0	0	6.00	27.33	2025 - PAP	20.000	0.77	0.399	24.78
	T1 - Cocina	12.00	4.45	0.46	5	0	1	0	2.04	6.49	1216 - PAP	12.000	1.11	0.337	
Caída de Presión Acumulada														0.736	APROBADO
Terma	CMR - T1	23.11	21.33	0.88	10	0	0	0	6.00	27.33	2025 - PAP	20.000	0.77	0.399	24.94
	T1 - Terma	11.11	1.80	0.42	3	0	0	1	1.80	3.80	1216 - PAP	12.000	1.02	0.163	
Caída de Presión Acumulada														0.561	APROBADO

**Tabla 53**  
*Cálculo Dpto. 102 / GN*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GN															
Cliente											DNI / RUC				
Dirección											102		N° Suministro		
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENUARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	23.99	2.09	10	0	0	0	6.00	29.99	2025 - PAP	20.000	1.82	0.855	19.52
	T1 - Cocina	12.00	8.36	1.09	7	0	1	0	2.76	11.12	1216 - PAP	12.000	2.63	1.128	
Caída de Presión Acumulada														1.983	APROBADO
Terma	CMR - T1	23.11	23.99	2.09	10	0	0	0	6.00	29.99	2025 - PAP	20.000	1.82	0.855	18.87
	T1 - Terma	11.11	5.20	1.85	2	0	0	1	1.44	6.64	1216 - PAP	12.000	4.48	1.775	
Caída de Presión Acumulada														2.630	APROBADO

**Tabla 54**  
*Cálculo Dpto. 102 / GLP*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GLP															
Cliente											DNI / RUC				
Dirección											102		N° Suministro		
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENUARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	23.99	0.88	10	0	0	0	6.00	29.99	2025 - PAP	20.000	0.77	0.438	25.48
	T1 - Cocina	12.00	8.36	0.46	7	0	1	0	2.76	11.12	1216 - PAP	12.000	1.10	0.578	
Caída de Presión Acumulada														1.015	APROBADO
Terma	CMR - T1	23.11	23.99	0.88	10	0	0	0	6.00	29.99	2025 - PAP	20.000	0.77	0.438	21.70
	T1 - Terma	11.11	5.20	1.85	2	0	0	1	1.44	6.64	1216 - PAP	12.000	4.47	4.365	
Caída de Presión Acumulada														4.803	APROBADO

**Tabla 55**  
**Cálculo Dpto. 202 / GN**

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GN															
Cliente														DNI / RUC	
Dirección														N° Suministro	
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	21.29	2.09	10	0	0	0	6.00	27.29	2025 - PAP	20.000	1.82	0.778	19.59
	T1 - Cocina	12.00	8.36	1.09	7	0	1	0	2.76	11.12	1216 - PAP	12.000	2.63	1.128	
Caída de Presión Acumulada														1.906	APROBADO
Terma	CMR - T1	23.11	21.29	2.09	10	0	0	0	6.00	27.29	2025 - PAP	20.000	1.82	0.778	18.95
	T1 - Terma	11.11	5.20	1.85	2	0	0	1	1.44	6.64	1216 - PAP	12.000	4.48	1.775	
Caída de Presión Acumulada														2.553	APROBADO

**Tabla 56**  
**Cálculo Dpto. 202 / GLP**

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GLP															
Cliente														DNI / RUC	
Dirección														N° Suministro	
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	21.29	0.88	10	0	0	0	6.00	27.29	2025 - PAP	20.000	0.77	0.398	25.52
	T1 - Cocina	12.00	8.36	0.46	7	0	1	0	2.76	11.12	1216 - PAP	12.000	1.10	0.578	
Caída de Presión Acumulada														0.976	APROBADO
Terma	CMR - T1	23.11	21.29	0.88	10	0	0	0	6.00	27.29	2025 - PAP	20.000	0.77	0.398	21.74
	T1 - Terma	11.11	5.20	1.85	2	0	0	1	1.44	6.64	1216 - PAP	12.000	4.47	4.365	
Caída de Presión Acumulada														4.764	APROBADO

**Tabla 57**  
**Cálculo Dpto. 302 / GN**

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GN															
Cliente														DNI / RUC	
Dirección														N° Suministro	
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	21.29	2.09	10	0	0	0	6.00	27.29	2025 - PAP	20.000	1.82	0.778	19.56
	T1 - Cocina	12.00	7.90	1.09	8	0	0	1	3.60	11.50	1216 - PAP	12.000	2.63	1.167	
Caída de Presión Acumulada														1.945	APROBADO
Terma	CMR - T1	23.11	21.29	2.09	10	0	0	0	6.00	27.29	2025 - PAP	20.000	1.82	0.778	20.55
	T1 - Red1	11.11	5.43	1.85	3	0	1	0	2.20	7.63	2025 - PAP	20.000	1.61	0.174	
	Red1 - Terma	11.11	15.90	1.85	4	0	0	0	1.44	17.34	1216 - PAP	12.000	4.49	4.636	
Caída de Presión Acumulada														0.952	APROBADO

**Tabla 58**  
*Cálculo Dpto. 302 / GLP*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GLP															
Cliente										DNI / RUC					
Dirección										N° Suministro					
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	23.11	21.29	0.88	10	0	0	0	6.00	27.29	2025 - PAP	20.000	0.77	0.398	25.50
	T1 - Cocina	12.00	7.90	0.46	8	0	0	1	3.60	11.50	1216 - PAP	12.000	1.10	0.597	
Caída de Presión Acumulada														<b>0.996</b>	APROBADO
Terma	CMR - T1	23.11	21.29	0.88	10	0	0	0	6.00	27.29	2025 - PAP	20.000	0.77	0.398	25.67
	T1 - Redf1	11.11	5.43	1.85	3	0	1	0	2.20	7.63	2025 - PAP	20.000	1.60	0.428	
	Redf1 - Terma	11.11	15.90	1.85	4	0	0	0	1.44	17.34	1216 - PAP	12.000	4.50	11.400	
Caída de Presión Acumulada														<b>0.826</b>	APROBADO

**Tabla 59**  
*Cálculo Dpto. 02 / GN*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GN															
Cliente										DNI / RUC					
Dirección										N° Suministro					
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	12.00	29.26	1.09	10	0	0	0	6.00	35.26	2025 - PAP	20.000	0.95	0.305	20.14
	T1 - Cocina	12.00	8.68	1.09	4	0	1	0	1.68	10.36	1216 - PAP	12.000	2.63	1.051	
Caída de Presión Acumulada														<b>1.356</b>	APROBADO
Terma	CMR - T1	12.00	29.26	1.09	10	0	0	0	6.00	35.26	2025 - PAP	20.000	0.95	0.305	21.20
	T1 - Terma	11.11	1.60	1.85	3	0	0	1	1.80	3.40	1216 - PAP	12.000	4.48	0.909	
Caída de Presión Acumulada														<b>0.305</b>	APROBADO

**Tabla 60**  
*Cálculo Dpto. 02 / GLP*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GLP															
Cliente										DNI / RUC					
Dirección										N° Suministro					
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	12.00	29.26	0.46	10	0	0	0	6.00	35.26	2025 - PAP	20.000	0.40	0.156	24.81
	T1 - Cocina	12.00	8.68	0.46	4	0	1	0	1.68	10.36	1216 - PAP	12.000	1.11	0.538	
Caída de Presión Acumulada														<b>0.694</b>	APROBADO
Terma	CMR - T1	12.00	29.26	0.46	10	0	0	0	6.00	35.26	2025 - PAP	20.000	0.40	0.156	25.34
	T1 - Terma	11.11	1.60	1.85	3	0	0	1	1.80	3.40	1216 - PAP	12.000	4.47	2.235	
Caída de Presión Acumulada														<b>0.156</b>	APROBADO

**Tabla 61**  
*Cálculo Dpto. 103 / GN*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GN															
Cliente											DNI / RUC				
Dirección											103		N° Suministro		
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENUARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	12.00	33.05	1.09	14	0	0	0	8.40	41.45	2025 - PAP	20.000	0.95	0.358	19.73
	T1 - Cocina	12.00	10.29	1.09	8	0	0	1	3.60	13.89	1216 - PAP	12.000	2.63	1.409	
Caída de Presión Acumulada														<b>1.768</b>	APROBADO
Terma	CMR - T1	12.00	33.05	1.09	14	0	0	0	8.40	41.45	2025 - PAP	20.000	0.95	0.358	21.14
	T1 - Terma	11.11	3.30	1.85	2	0	1	0	0.96	4.26	1216 - PAP	12.000	4.48	1.139	
Caída de Presión Acumulada														<b>0.358</b>	APROBADO

**Tabla 62**  
*Cálculo Dpto. 103 / GLP*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GLP															
Cliente											DNI / RUC				
Dirección											103		N° Suministro		
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENUARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	12.00	33.05	0.46	14	0	0	0	8.40	41.45	2025 - PAP	20.000	0.40	0.184	24.59
	T1 - Cocina	12.00	10.29	0.46	8	0	0	1	3.60	13.89	1216 - PAP	12.000	1.11	0.721	
Caída de Presión Acumulada														<b>0.905</b>	APROBADO
Terma	CMR - T1	12.00	33.05	0.46	14	0	0	0	8.40	41.45	2025 - PAP	20.000	0.40	0.184	25.32
	T1 - Terma	11.11	3.30	1.85	2	0	1	0	0.96	4.26	1216 - PAP	12.000	4.47	2.801	
Caída de Presión Acumulada														<b>0.184</b>	APROBADO

**Tabla 63**  
*Cálculo Dpto. 203 / GLP*

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GLP															
Cliente											DNI / RUC				
Dirección											203		N° Suministro		
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENUARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	12.00	30.35	0.46	14	0	0	0	8.40	38.75	2025 - PAP	20.000	0.40	0.172	24.61
	T1 - Cocina	12.00	10.29	0.46	8	0	0	1	3.60	13.89	1216 - PAP	12.000	1.11	0.721	
Caída de Presión Acumulada														<b>0.893</b>	APROBADO
Terma	CMR - T1	12.00	30.35	0.46	14	0	0	0	8.40	38.75	2025 - PAP	20.000	0.40	0.172	25.33
	T1 - Terma	11.11	3.30	1.85	2	0	1	0	0.96	4.26	1216 - PAP	12.000	4.47	2.801	
Caída de Presión Acumulada														<b>0.172</b>	APROBADO

**Tabla 64**  
**Cálculo Dpto. 203 / GN**

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GN															
Cliente											DNI / RUC				
Dirección	203										N° Suministro				
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	12.00	30.35	1.09	14	0	0	0	8.40	38.75	2025 - PAP	20.000	0.95	0.335	19.76
	T1 - Cocina	12.00	10.29	1.09	8	0	0	1	3.60	13.89	1216 - PAP	12.000	2.63	1.409	
Caída de Presión Acumulada														1.744	APROBADO
Terma	CMR - T1	12.00	30.35	1.09	14	0	0	0	8.40	38.75	2025 - PAP	20.000	0.95	0.335	21.16
	T1 - Terma	11.11	3.30	1.85	2	0	1	0	0.96	4.26	1216 - PAP	12.000	4.48	1.139	
Caída de Presión Acumulada														0.335	APROBADO

**Tabla 65**  
**Cálculo Dpto. 303 / GN**

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GN															
Cliente											DNI / RUC				
Dirección	303										N° Suministro				
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	12.00	28.26	1.09	14	0	0	0	8.40	36.66	2025 - PAP	20.000	0.95	0.317	20.56
	T1 - Cocina	12.00	3.64	1.09	5	0	0	1	2.52	6.16	1216 - PAP	12.000	2.63	0.625	
Caída de Presión Acumulada														0.942	APROBADO
Terma	CMR - T1	12.00	28.26	1.09	14	0	0	0	8.40	36.66	2025 - PAP	20.000	0.95	0.317	21.18
	T1 - Terma	11.11	4.79	1.85	3	0	1	0	1.32	6.11	1216 - PAP	12.000	4.48	1.634	
Caída de Presión Acumulada														0.317	APROBADO

**Tabla 66**  
**Cálculo Dpto. 303 / GLP**

TABLA DE CÁLCULO DE INSTALACIONES INTERNAS - BAJA PRESIÓN GLP															
Cliente											DNI / RUC				
Dirección	303										N° Suministro				
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN INTERNA - RENOARD LINEAL - BAJA PRESIÓN															
EQUIPO	Tramo	Pot (kW)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee a 180°	Tee a 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (mm)	Velocidad (m/s)	ΔP (mbar)	Presión Final (mbar)
Cocina	CMR - T1	12.00	28.26	0.46	14	0	0	0	8.40	36.66	2025 - PAP	20.000	0.40	0.162	24.52
	T1 - Cocina	12.00	3.64	0.46	5	0	0	1	2.52	6.16	1216 - PAP	12.000	1.11	0.320	
Caída de Presión Acumulada														0.482	APROBADO
Terma	CMR - T1	12.00	28.26	0.46	14	0	0	0	8.40	36.66	2025 - PAP	20.000	0.40	0.162	24.84
	T1 - Terma	11.11	4.79	1.85	3	0	1	0	1.32	6.11	1216 - PAP	12.000	4.48	0.4017	
Caída de Presión Acumulada														0.162	APROBADO