



**UNIVERSIDAD PRIVADA TELESUP**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**DISEÑO DE INSTALACIONES DE GAS NATURAL DEL  
EDIFICIO MULTIFAMILIAR GALLESE CON EL USO DE  
LAS NORMAS COMPLEMENTADAS NORMA TÉCNICA  
E.M. 040 INSTALACIONES DE GAS Y NORMA TÉCNICA  
PERUANA (111.011-2014).2016.**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO CIVIL.**

**AUTOR:**

**Bach. Flores Vega, Freddy Ramiro.**

**ASESOR:**

**Dra. Grisi Bernardo Santiago.**

**LIMA – PERÚ.**

**2017**

**ASESOR DE TESIS.**

Dra. Grisi Bernardo Santiago.

**JURADO EXAMINADOR.**

---

Dr. Edmundo José Barranté Ríos.  
Presidente.

---

Dra. Madelaine Bernardo Santiago.  
Secretario.

---

Dr. Braulio Julio Jacinto Villegas.  
Vocal.

## **DEDICATORIA.**

Quiero dedicar esta tesis a mis padres Ramiro Flores y Roció Vega, por sus consejos, por su apoyo incondicional.

A mi hermano Diego y mis amigos por sus consejos y ayuda brindada.

## **AGRADECIMIENTO.**

Agradezco a la Universidad Privada Telesup por brindar la oportunidad de ser parte de ella y formarme en sus aulas.

Mi agradecimiento a todo mis profesores por brindarme sus conocimientos.

## RESUMEN.

La investigación surge debido a que en la actualidad las instalaciones de gas se están implementando de las edificaciones multifamiliares por lo que es necesidad de consultar manejar y utilizar normas que apoyen en el diseño de instalaciones de gas natural para edificios multifamiliares

El nivel de investigación es el experimental, se realizó el diseño de las instalaciones de gas en el edificio multifamiliar Gállese utilizando las normas, E.M.040 Instalaciones de gas y la Norma Técnica Peruana 111.011, con el objetivo explicar de qué manera 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 del edificio multifamiliar Gallese.

La tesis permitió llegar a las conclusiones que se reportan indicando que el desarrollo de los planteamientos teóricos llevados a los valores prácticos permitió el valor agregado de la metodología de cálculo para cada tipo de diseño por lo que se indican; que 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  $2.87 \text{ m}^3/\text{h}$ ; con reguladores de la primera etapa de  $22.96 \text{ m}^3/\text{h}$  y en la segunda etapa el valor del gabinete doble fue de  $5.76 \text{ m}^3/\text{h}$ , gabinete triple de  $5.16 \text{ m}^3/\text{h}$  para una lográndose un confinamiento menor a  $4.8 \text{ m}^3/\text{kW}$  lo que se logró con unas rejillas de ventilación inferior  $20 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$  con una área de  $500 \text{ cm}^2$ , por lo que dichas normas en el plano empírico se complementan.

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 desarrollado del proyecto teórico en el aspecto práctico se ha obteniendo un diámetro de 25 mm para el diseño de instalaciones de gas.

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.

También se concluyó que 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 logró el desarrollado del proyecto, cumpliendo con los diámetros y características de las tuberías establecidas por la norma ya que favorece el diseño de instalaciones de gas natural del edificio manteniendo los caudales y velocidad del flujo de gas establecido por la norma con valores de la presión total óptima de 277.045 mm bar que se encuentra en la norma.

Los resultados obtenidos cumplieron con los requisitos en el diámetro de tuberías, el caudal y el flujo del gas y obteniendo la presión establecida por las normas.

Se realizó el análisis estadístico con los resultados de los indicadores de las variables dependientes e independientes y se interpretaron las figuras y cuadros obtenidos.

Finalmente se desarrolló las conclusiones, donde la principal conclusión fue que la el uso de Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas y la Norma Técnica Peruana NTP111.011-2014 se complementan para favorecer el diseño de instalaciones de gas.

**Palabras claves: Multifamiliar, gas, norma.**

## **ABSTRACT.**

The research arises because at present the gas installations are being implemented of the multifamily buildings so it is necessary to consult handle and use standards that support the design of natural gas installations for multifamily buildings

The research level is the experimental one, the design of the gas installations in the multi-family building Gallese was done using the standards, EM040 gas installations and Peruvian Technical Standard 111.011, with the objective of explaining how the Technical Building Standard MS 040 Gas Facilities is complemented by Peruvian Technical Standard NTP111.011-2014 to favor the design of natural gas facilities in the multi-family building Gallese.

The thesis allowed to reach the conclusions that are reported indicating that the development of the theoretical approaches taken to the practical values allowed the added value of the calculation methodology for each type of design for what they are indicated; That the use of the E.M. 040 Gas Facilities is complemented by Peruvian Technical Standard NTP111.011-2014 to favor the design of natural gas facilities because the project has been developed under the requirements, conditions of the same and thus improve the conditions of the multi-family building Gallese , Considering the values of the department flow  $2.87 \text{ m}^3 / \text{h}$ ; With first stage regulators of  $22.96 \text{ m}^3 / \text{h}$  and in the second stage the value of the double cabinet was  $5.76 \text{ m}^3 / \text{h}$ , a triple cabinet of  $5.16 \text{ m}^3 / \text{h}$  for one achieving a confinement of less than  $4.8 \text{ m}^3 / \text{kW}$  which was achieved with A ventilation vents inferior  $20 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$  with an area of  $500 \text{ cm}^2$ , so that these standards in the empirical plane are complemented.

The use of E.M. 040 Gas installations favors the design of natural gas installations in the building because the development of the theoretical project has been achieved. In practical terms, a diameter of 25 mm has been obtained for the design of gas installations.

The use of the Peruvian Technical Standard NTP111.011-2014 favors in the design of natural gas installations of the building obtaining results in the velocity of gas flow less than 40 m / s and pressure lower than 340 mbar as the standards so require.

It was also concluded that the use of E.M. 040 Gas Installations favors the design of natural gas installations in the building because the project was developed, complying with the diameters and characteristics of the pipes established by the standard since it favors the design of natural gas installations of the building, maintaining the flow rates And velocity of the gas flow established by the norm with values of the total optimum pressure of 277.045 mm bar that is in the norm.

The obtained results met the requirements in the pipe diameter, the flow rate and the gas flow and obtaining the pressure established by the standards.

Statistical analysis was performed with the results of the indicators of dependent and independent variables and the figures and tables obtained were interpreted.

Finally the conclusions were developed, where the main conclusion was that the use of E.M. 040 Gas installations and the Peruvian Technical Standard NTP111.011-2014 are complemented to favor the design of gas installations.

**Keywords: Multifamily, gas, standard.**

## INDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA.....	i
Asesor de Tesis.....	ii
Jurado Examinador.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	viii
Índice de contenido.....	x
Índice de figuras.....	xiv
Índice de cuadros.....	xvi
INTRODUCCION.....	xviii
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.	
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Formulación del problema.....	6
a. Problema General.....	6
b. Problemas Específicos.....	6
1.3 Justificación e importancia.....	6
1.4 Objetivos.....	8
a. Objetivo General.....	8
b. Objetivos específicos.....	8
II. MARCO TEÓRICO.	
2.1 Antecedentes del problema.....	9
2.1.1 Antecedentes Nacionales.....	9
2.1.2 Antecedentes Internacionales.....	18
2.2 Bases teóricas.....	22
2.2.1 Norma EM040 y NTP 111.011-2014.....	22
2.2.1.1 Norma EM040.....	22

2.2.1.2 NTP 111.011-2014.....	23
2.2.2 Tipos de instalaciones de gas natural.....	23
2.2.2.1 Instalación de única etapa.....	23
2.2.2.2 Instalación en dos etapas.....	24
2.2.3 Tuberías de Gas Natural.....	26
2.2.3.1 Línea montante.....	26
2.2.3.2 Línea individual.....	26
2.2.3.3 Tipos de Tuberías.....	26
2.2.3.4 Diseño, dimensionamiento del sistema de tuberías y velocidad.....	28
2.2.3.5 Consideraciones generales en la construcción .....	29
2.2.4 Gabinetes, Reguladores y Medidores.....	31
2.2.4.1 Recomendaciones para la instalación.....	34
2.2.5 Rejillas de Ventilación.....	34
2.2.6 Ducto de evacuación del producto de la combustión.....	36
2.3 Definición de términos básicos.....	37

### III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Hipótesis.....	41
3.1.1 Hipótesis General.....	41
3.1.2 Hipótesis Especificas.....	41
3.2 Variables de estudio .....	41
3.2.1 Definición conceptual.....	42
3.2.1.1 Las normas E.M.040 y NTP111.011.....	42
3.2.1.2 Diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar.....	43
3.2.2 Definición operacional.....	44
3.3 Tipo de estudio y nivel investigación.....	44
3.3.1 Tipo de estudio.....	44
3.3.2 Nivel de investigación.....	45
3.4 Diseño de la investigación.....	45
3.5 Población y Muestra.....	46
3.5.1 Población.....	46

3.5.2 Muestra.....	46
3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	46
3.6.1 Técnicas de recolección de datos.....	46
3.6.2 Instrumentos de recolección de datos.....	48
3.7 Métodos de análisis de datos.....	49
3.8 Aspectos Técnicos.....	50
IV. RESULTADOS	
4.1. Resultados de diseño de instalaciones de gas.....	51
4.1.1. Cálculo del caudal por departamento.....	51
4.1.2. Cálculo del regulador de primera y segunda etapa.....	52
4.1.3. Cálculo de confinamiento.....	54
4.1.4. Cálculo de rejillas de ventilación.....	56
4.1.5. Cálculo del ducto de evacuación de terma.....	57
4.1.6. Cálculo del diámetro de tubería montante e interna.....	59
4.1.7. Resultados de las variables independientes y dependiente.....	68
4.2. Resultados de comparación de variables independiente sobre variable dependiente con su influencia en la presión.....	69
4.2.1. Resumen estadístico de la comparación de varias muestras respecto a su influencia en la presión.....	71
4.3 Optimización de la estabilidad de la variable independiente presión final en mbar en el diseño e instalación de gas del edificio multifamiliar Gállese.....	84
V. DISCUSION.....	97
VI. CONCLUSIONES.....	99
VII RECOMENDACIONES.....	100
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	101

ANEXOS I: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	104
ANEXOS II: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION.....	105
ANEXOS III: INSTRUMENTOS.....	106
ANEXOS IV: VALIDACION DE INSTRUMENTOS.....	108
ANEXOS V: MATRIZ DE DATOS.....	109
ANEXOS VI: EVIDENCIAS.....	110

## INDICE DE FIGURAS

Figura 01 Actualizaciones de normas de gas.....	05
Figura 02 Instalación de única etapa.....	23
Figura 03: Instalación de dos etapas, tipo1.....	24
Figura 04: Instalación de dos etapas, tipo 2.....	25
Figura 05: Tubo de Pealpe.....	27
Figura 06: Tubos de cobre. ....	27
Figura 07: Cruce con otros servicios.....	30
Figura 08: Profundidad de tubería empotrada.....	31
Figura 09: Vista interna de gabinete triple.....	32
Figura 10: Foto de Regulador de Presión de gas.....	33
Figura 11: Rejilla de ventilación de 25cm x 20 cm.....	35
Figura 12: Rejilla de ventilación al exterior.....	36
Figura 13: Terma Tipo B2 con ducto de evacuación.....	37
Figura 14: Norma técnica peruana 111.011-2014.....	47
Figura 15: Norma técnica em040 instalaciones de gas.....	47
Figura 16: Hoja de cálculo.....	48
Figura 17: Rejillas de ventilación a utilizar.....	56
Figura 18: Puntos unitarios de accesorios para ducto de evacuación.....	57
Figura 19: Ducto de evacuación de terma.....	58
Figura 20: Isométrico general de la montante.....	60
Figura 21: Isométrico dpto. 101.....	65
Figura 22: Isométrico típico del dpto. 201-501.....	65
Figura 23: Dispersión según muestra.....	71
Figura 24: Anova Grafico para diámetro.....	73
Figura 25: Dispersión según muestra - Media.....	74
Figura 26: Caja y Bigote.....	76
Figura 27: Residuos-Muestra.....	78
Figura 28: ANOM con 95% Limite de decisión.....	80
Figura 29: Medianas con Intervalo del 95% de confianza.....	82
Figura 30: Cuantiles - Proporción.....	83
Figura 31: Diagrama de Pareto Estandarizada para presión.....	87

Figura 32: Efectos principales para presión.....	88
Figura 33: Interacción para presión.....	90
Figura 34. Probabilidad normal para presión.....	91
Figura 35: Superficie de Respuesta Estimada.....	93
Figura 36: Contorno de la superficie de Respuesta estimada.....	95
Figura 37: Residuos para presión.....	96

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 01: Normas de Países con uso de gas natural.....	04
Cuadro 02: Aplicación de presiones en Perú, México y Argentina.....	13
Cuadro 03: Diámetro de tubería Pealpe y Cobre.....	28
Cuadro 04: Presión en líneas internas de suministro.....	29
Cuadro 05: Distancias mínimas entre tuberías que conducen gas.....	30
Cuadro 06: Medidas de Gabinetes.....	32
Cuadro 07: Tipos de Reguladores.....	33
Cuadro 08: Tipos de Rejillas de Ventilación.....	35
Cuadro 09: Variable independiente y dependiente.....	42
Cuadro 10: Definición operacional de las variables.....	44
Cuadro 11: Consumo de gasodomesticos.....	51
Cuadro 12: Factor de simultaneidad.....	52
Cuadro 13: Numero de reguladores y gabinetes.....	53
Cuadro 14. Calculo de áreas confinadas de cocina.....	54
Cuadro 15. Calculo de áreas confinadas de lavanderías.....	55
Cuadro 16. Calculo de ducto de evacuación de termas.....	58
Cuadro 17. Calculo de la montante de centros de medición 4-7.....	61
Cuadro 18. Calculo de montante de centros de medición 1-2-5.....	62
Cuadro 19. Calculo de montante de centros de medición 3-6-8.....	63
Cuadro 20. Cuadro de fricción.....	64
Cuadro 21. Calculo de red de departamento 101.....	66
Cuadro 22. Calculo de red de departamento 201 a 501.....	67
Cuadro 23. Resultados de variables independientes y dependiente.....	68
Cuadro 24. Resumen estadístico.....	71
Cuadro 25. Sesgo estandarizado - Curtosis estandarizada.....	72
Cuadro 26. Tabla ANOVA.....	74
Cuadro 27. Medias con intervalos de confianza del 95 %.....	75
Cuadro 28. Preuebas de Múltiples Rangos.....	77
Cuadro 29. Contraste.....	78
Cuadro 30. Verificación de varianza-Valor P.....	79
Cuadro 31. Verificación de varianza.....	79

Cuadro 32.Prueba de Kruskal Wallis.....	81
Cuadro 33. Prueba de la mediana de Mood.....	83
Cuadro 34.Factores.....	85
Cuadro 35. Unidad de la Respuesta.....	85
Cuadro 36.Efectos estimados para presión (mbar).....	86
Cuadro 37.Análisis de varianza para presión.....	87
Cuadro 38.Coeficiente de regresión para presión.....	89
Cuadro 39.Matriz de correlación para los efectos estimados.....	90
Cuadro 40.Resultados Estimados para Presión.....	92
Cuadro 41.Camino de máximo Ascenso para Presión.....	94
Cuadro 42.Valores Bajos-Altos y Óptimos.....	96

## INTRODUCCIÓN.

El desarrollo inmobiliario de la última época desarrolla e incorpora los aspectos modernos y de mucha funcionalidad para los edificios y mucho más si estos aspectos van acompañado de atributos funcionales prácticos y sobretodo económicos como son los edificios multifuncionales.

Una de las formas que en la actualidad se está desarrollando es el uso de gas natural que es económico y ecológico y su empleo debe estar acompañado del diseño en las instalaciones de gas natural con el uso de normas que se complementen entre sí; como son la norma técnica E.M. 040 de instalaciones de gas y la norma técnica peruana 111.011-2014.

La presente tesis tiene este enfoque y se plantea explicar de qué manera la Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas favorece el diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar Gállese, así como explicar de qué manera la Norma Técnica Peruana NTP111.011-2014 favorece en el diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar Gállese, donde se pueda empíricamente plantear las demostraciones prácticas que los sistemas de normatividad se complementen tomando como una variable fundamental la presión del sistema de distribución mediante las variaciones del diámetro, la velocidad y el caudal de los sistemas de distribución en edificios multifamiliares como es el Gallese.

La presente investigación se encuentra estructurada de la siguiente manera en el capítulo I se presenta el problema de investigación en donde de modo preliminar se representa las referencias de la investigación antecedentes nacionales e internacionales, el objetivo de la tesis, la justificación. Capítulo II se presenta el Marco teórico en donde ubicamos la los antecedentes de los investigadores, en donde enmarcamos la investigación; Capítulo III describe el Marco Metodológico el cual se ubica la investigación y el tratamiento de los datos la descripción de la hipótesis, variables, población u muestra, las técnicas de recolección de datos, y los métodos de análisis entre otros; Capítulo IV se

muestran los Resultados de la implementación del sistema de gestión de incidencias, capítulo V encontramos la discusión de los datos de investigación, Capítulo VI Conclusiones y por último el Capítulo VII se brinda las Recomendaciones. Para concluir se muestra la bibliografía y los anexos.

## I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Planteamiento del problema.

En México unos de los primeros países en la implementación de gas natural en edificaciones, elaboro la norma oficial mexicana de gas natural NOM-002-SECRE.que proporcionaba especificaciones técnicas para el trabajo de instalaciones. En el proceso de instalaciones ocurrió distintos accidentes en las edificaciones debido a la mala práctica y poca información de la norma, y no existiendo una norma complementaria a que se pueda consultar.

En Lima en la actualidad se está implementando instalaciones de gas en las edificaciones unifamiliares y multifamiliares, esto significa que se deben cumplir ciertas normas para sus instalaciones, que proporcionen seguridad y economía.

En la actualidad existe el reglamento nacional de edificaciones, que está conformado por capítulos que ayudan al diseño y construcción de edificios en muchos aspectos. Él capitulo E.M040 es una norma que nos menciona especificaciones para la implementación de instalaciones de gas natural y G.L.P. en edificios en general como edificios comerciales, hoteles, etc. , pero la norma no ha sido actualizado, ni revisado ya que no existía muchas instalaciones de gas en edificio multifamiliares.

También adicionando al problema es que las normas en forma independiente a pesar de tener conceptos claros tienen vacíos y no satisfacen con todas las dudas o particularidades que suceden al realizar el diseño y/o instalaciones en obra, esto lleva no solo revisar una sola norma, si no también consultar una segunda norma que pueda complementar.

En el reglamento nacional de edificaciones, la norma E.M.040 Instalaciones de gas nos menciona los requerimientos que se debe incluir en el diseño de una edificación en la que se desee instalar redes de gas, sea instalaciones de gas natural o instalaciones de gas licuado de petróleo. La norma nos explica que los espacios internos de los edificios deben tener un área específica (cocina, lavanderías) para implementar artefactos de gas, que son cocina, horno, terma y secadora. También nos menciona que estos artefactos a gas son de tipo A, que no tienen ductos de evacuación y artefactos tipo B que si tienen ducto de evacuación. (Norma E.M.040 Instalaciones de gas)

En la actualidad las construcciones de los edificios multifamiliares, los departamentos cada día son más pequeños, tales son el caso que las cocinas y salas son un solo ambientes, otro caso es que las cocinas y lavanderías también son un solo ambiente, para esto la norma E.M.040 lo que explica diferentes tipos de cálculos de ventilación para elaborar el diseño de las rejillas de ventilación que se instalan en las paredes de los ambientes con el fin de tener una comunicación y garantizar la circulación de aire. Queda a tarea del diseñador escoger y realizar los cálculos específicos para luego realizar el diseño de las rejillas de ventilación.

Por otra parte los artefactos tipo B (que necesitan ductos de evacuación), es el caso de las termas, al funcionar con gas natural crea una combustión, expulsando gases, para esto deben tener un ducto de evacuación que debe diseñar, para esto la norma E.M.040 nos explica diferentes cálculos de los ductos de evacuación, quedando a tarea del diseñador el tipo de ducto de evacuación que se adapte al edificio, también contando con la opinión del propietario y el presupuesto que se dispone. (Norma E.M.040 Instalaciones de gas)

La Norma Técnica Peruana 111.011-2014 Gas Natural Seco; en los sistemas de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales establece especificaciones técnicas, especificaciones de los materiales,

fórmulas para el diseño de las instalaciones de redes de gas como son la fórmula de Pole para redes internas y la formula Renourard para la tubería montante. La norma es producto de una serie de norma técnica internacionales como son las normas de Estados Unidos y normas técnicas nacionales sobre tuberías de material de cobre y Pealpe. (Norma Técnica Peruana 111.011-2014)

La Norma Técnica Peruana 111.011-2014 nos menciona las consideraciones en la construcción del sistema de tuberías, sobre tuberías empotradas, las distancias mínimas que se deben cumplir con otras tuberías, recomendaciones para la instalación de los gabinetes, las distancias mínimas entre acometidas, las medidas recomendadas para la ubicación de las rejillas, los sistemas de regulaciones, todas estas recomendaciones o especificaciones técnicas deben ser de conocimiento del diseñador y tener en cuenta al realizar los planos de instalaciones de gas, al ubicar el regulador de primera etapa, el recorrido de las tuberías de gas, la ubicación de los gabinetes para los reguladores de segunda etapa. A esto se incluye los pedidos de los clientes, además se incluye la forma y los ambientes de los edificios que no ayudan a que sea sencillo la ubicación de los accesorios. (Norma Técnica Peruana 111.011-2014)

Estas consideraciones permiten el estudio para diseñar; teniendo en cuenta varias condiciones, esto se observa en los distintos distritos con edificaciones que se construyen sin condiciones óptimas para las instalaciones de gas; también existen edificaciones ya construidas que tampoco tienen las condiciones para las instalaciones de gas. A esto se suma el poco conocimiento de profesionales de ingeniería civil y arquitectura ya que existen pocos documentos y porque las instalaciones de gas son un recurso nuevo que se está implementando en los edificios. Las normas mencionadas no contienen información, ni recomendaciones en casos particulares como son estas edificaciones ya construidas, lo hacen en una forma general, pero al consultar otra norma se pueden resolver incógnitas en el diseño e instalaciones.

Por otro lado en el distrito de San Miguel existen edificaciones multifamiliares ya construidas que cuentan con cierta cantidad de años de antigüedad que fueron diseñados y construidos sin ninguna consideración, que no cuentan con espacios o ambientes ventilados, sin un ducto destinado para las instalaciones de gas, en algunos casos ya no cuentan con planos, siendo de vital importancia los planos de arquitectura u otras instalaciones para elaborar el diseño de instalaciones de gas.

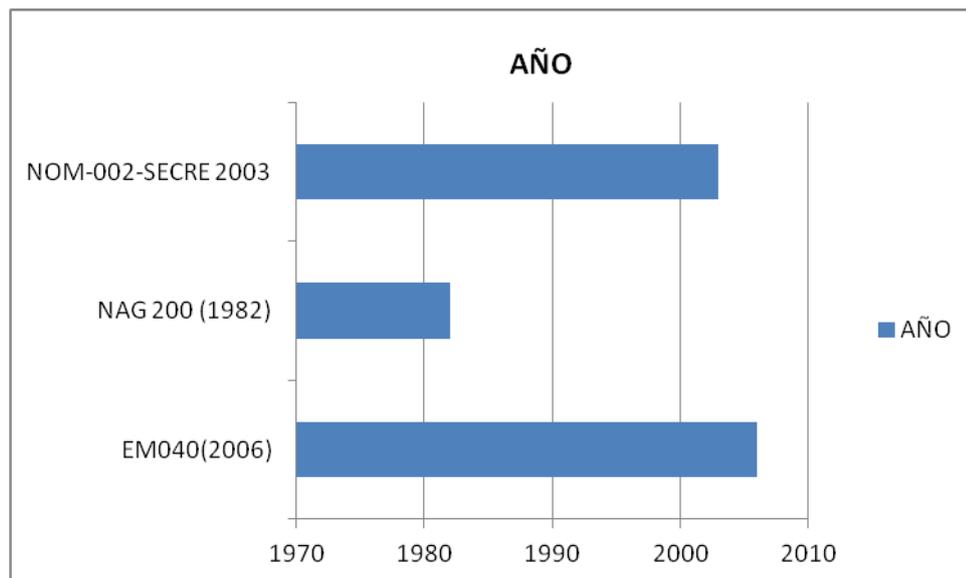
El edificio Gállese es un edificio multifamiliar de 5 pisos que cuenta con 20 departamentos que fue diseñado y construido sin visión a futuro de implementar instalaciones de gas, esto significa que el edificio Gállese no cuenta con los requisitos mencionados en la norma E040 Instalaciones de gas.

Todo esto lleva a la necesidad de consultar las normas EM040 Instalaciones de Gas y la Norma Técnica Peruana 111.011 para la elaboración del diseño de instalaciones de gas natural en el edificio multifamiliar Gállese.

**Cuadro 01: Normas de Países con uso de gas natural.**

	NORMA	AÑO
PERU	EM040(2006)	2006
ARGENTINA	NAG 200 (1982)	1982
MEXICO	NOM-002-SECRE 2003	2003

*Fuente:* Wong (2007)



**Figura 01. Actualizaciones de Normas de Gas.**

*Fuente: Wong (2007)*

Como se observa en el cuadro y figura anterior las normas usadas en los países de Argentina, México y Perú son normas que no han sido actualizadas.

En Perú debido al desarrollo inmobiliario que está pasando en la actualidad, ha llevado a utilizar las norma existente, la norma e.m040 Instalaciones de gas, pero complementándola con la N.T.P 111.01.

El uso de las normas técnicas nos favorece:

A trabajar en el diseño e instalación bajo las normas establecidas por especialistas y aprobadas por el estado.

Utilizar las formulas y recomendaciones indicadas para realizar los cálculos referente al diámetro de tuberías, accesorios de las instalaciones.

## **1.2 Formulación del problema**

### **a. Problema General.**

¿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?

### **b. Problemas Específicos.**

¿De qué manera la norma técnica e.m. 040 Instalaciones de Gas favorece el diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar Gállese?

¿De qué manera la norma técnica peruana N.T.P.111.011-2014 favorece en el diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar Gállese?

## **1.3 Justificación e Importancia.**

El presente trabajo de investigación permite obtener información sobre los pasos a seguir para realizar el diseño de instalaciones de gas natural en el edificio multifamiliar consultando las normas para lograr cumplir las especificaciones de instalación para la seguridad en la construcción, y el manejo de los usuarios que habitaran los edificios.

En el edificio multifamiliar Gallese se elaboró un diseño de instalaciones de gas natural para todos los departamentos con el uso de las normas em040 y ntp111.011-2014 para proceder a realizar las instalaciones, a su vez obtener el recorrido de las redes. El diseño se desarrolló cumpliendo con las especificaciones de las normas y utilizando las fórmulas de Renould y formula de Pole que se desarrolló en hojas de cálculo, en el cual con ayuda

de isométricos de la red de gas natural se obtuvieron longitudes y datos para posteriormente obtener el caudal, velocidad y presión final del diseño de instalaciones de gas natural.

La elaboración del diseño de instalaciones de gas natural es importante porque ayudara a anticipar la cantidad de accesorios que se utilizaran por ejemplo obtendremos la presión del gas natural, esto ayudara a elegir los tipos de reguladores, también obtendremos el área de aberturas de ventilación y elegir el tipo de rejillas, etc., todo esto llevara a realizar un presupuesto y saber cuál es el monto que costara la ejecución de la instalación de las redes externas y redes internas en cada departamento del edificio.

El diseño nos ayudara a plantear un recorrido de la tubería externa e interna en el edificio, esto ayudara a plantearse que modificaciones se debe realizar en los ambientes del edificio multifamiliar, sin dañar las estructuras, ni causar molestia en los habitantes del edificio multifamiliar, todo esto cumpliendo las especificaciones técnicas de brindan las normas E.M.040 y N.T.P.111.011.

Los resultados obtenidos en el presente proyecto servirán a la empresa instaladora para proceder a la instalación de gas natural en el Edificio Gállese ubicado en Av. Federico Gállese, San Miguel, ya que se podrá determinar la cantidad de materiales y la elaboración de una programación de las actividades.

El uso de las normas es importante porque ayuda a cumplir con las especificaciones técnicas y consultar dudas que se presentan al realizar las instalaciones de gas.

## **1.4 Objetivos.**

### **a. Objetivo General.**

Determinar 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 Gallese.

### **b. Objetivos Específicos.**

Establecer de qué manera la norma técnica e.m. 040 Instalaciones de Gas favorece el diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar Gallese.

Establecer de qué manera la norma técnica peruana N.T.P.111.011-2014 favorece en el diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar Gallese.

## II. MARCO TEÓRICO.

### 2.1 Antecedentes del problema.

#### 2.1.1 Antecedentes Nacionales.

Quispe (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.

La tesis reporta entre sus objetivos la implementación de 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. Utilizando el método inductivo, pues a partir de la observación de los hechos particulares obtenemos proposiciones generales, pues este método es aquél que establece un principio general una vez realizado el estudio y análisis de hechos. Donde arribo a las siguientes conclusiones:

Diseño del modelo de comprobación Evidentemente que el sistema de contratación de hipótesis se debe efectuar mediante la comparación indicadores entre el método propuesto.

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.

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.

El objetivo de este trabajo es 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. Llegando a las siguientes conclusiones:

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.

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.

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).

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.

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.

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

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 Diesel 2, Gasolina de bajo octanaje, Diesel 1 (Kerosene), ceras, lubricantes entre otros; GNL: Gas.

Natural Licuado (compuesto básicamente de gas metano, el cual es sometido a un proceso criogénico), GNC: Gas Natural Comprimido (utilizado para el transporte de vehículos).

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

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

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

Una cocina a gas natural genera un ahorro del 36% respecto a una cocina de GLP, e igual porcentaje de ahorro respecto a una termo de gas natural respecto a una de GLP.

El mercado posee 2 sistemas de suministro de agua indirecto con una cisterna única de 168 m<sup>3</sup> y 2 tanques elevados de 28.50 m<sup>3</sup> cada una.

La instalación contra incendio toma el agua de la cisterna hacia los gabinetes contra incendio en los tres niveles y una válvula siamesa tipo poste a la salida del sótano. La instalación de desagüe está dividida en 2 sistemas en concordancia con los sistemas de agua. La instalación de gas ubicada en el primer piso consta de 3 centrales de medidores que abastecen a 8, 2 y 4 puesto respectivos; las tuberías interiores son de cobre colocadas a la vista, excepto las tuberías abastecedoras a las centrales de medidores que van empotradas al piso en camisas protectoras.

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

La instalación de las tuberías de cobre son de tipo L, otro aporte a la ingeniería es la secuencia operacional de la soldadura fuerte, y es como sigue: 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 y Limpieza.

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.

Cuadro 02: Aplicación de presiones en Perú, México y Argentina

	PERU	ARGENTINA	MEXICO
Calculo 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)

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

Hermogenes (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.

El objetivo de este trabajo es identificar el impacto ambiental de la instalación de la planta envasadora de gas licuado de petróleo y proponer las medidas de mitigación, control y seguimiento en sus etapas de pre-construcción, construcción, operación y abandono. Llegando a las conclusiones siguientes:

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

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

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

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

Santana (2009), en su Tesis titulada: *“Diseño de sistema de cogeneración para un centro comercial utilizando gas natural”*. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Ese trabajo de investigación tiene como objetivo 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.

Para diseñar la Instalación de Cogeneración, primero se evaluó la situación actual energética del Centro Comercial basado en información técnica y estadística de los últimos años. Se logró establecer que la demanda de potencia máxima de electricidad requerido para cubrir cargas de iluminación y fuerza motriz durante todo el año es de 7,7 MW, mientras la carga térmica máxima para climatización a cubrir en los meses de altas temperaturas (estación de verano) es de 6,6 MW. Definido los requerimientos energéticos se realizó un estudio comparativo entre motores de combustión interna y turbinas a gas natural con el objetivo de seleccionar la mejor tecnología que se adapte a los requerimientos técnicos y económicos del Centro Comercial.

La selección de la tecnología adecuada se realizó mediante una simulación de la instalación operando con ambas tecnologías, realizando una evaluación basado en criterios técnicos, económicos y ambientales, se optó por seleccionar a los motores de combustión interna que presentan mejor comportamiento frente a las turbinas a gas natural. Para cubrir la demanda térmica por climatización elegimos máquinas de absorción, de ciclo de doble efecto a vapor, que permiten aprovechar las energías residuales de forma más eficiente que el ciclo de simple efecto. La recuperación de energías residuales de los motores se logra con intercambiadores de calor y calderas de recuperación, esta última cada una con su respectivo economizador que van conectadas a un motor de combustión. 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.

A efectos de realizar el estudio económico se realizó la evaluación que involucra la inversión inicial y costo de operación de la planta durante todo el año, que engloba los costos por combustible, mantenimientos de equipos e instalaciones, costo de personal encargado de la operación de la instalación. La inversión inicial requerida para la instalación de cogeneración asciende a la suma de US\$ 10, 384,871. Diseñada la instalación de Cogeneración se

realizó la identificación y evaluación de los potenciales impactos positivos y negativos del proyecto sobre el medio ambiente, utilizando la técnica de encadenamiento secuencial o diagrama de redes. Se desarrolló programas para prevenir, mitigar y/o eliminar los impactos negativos, y maximizar los positivos, en las etapas de construcción operación y cierre. Por último, se realizó la evaluación económica del proyecto, mediante el análisis de viabilidad económica de la Instalación de Cogeneración en las condiciones actuales que operaría para cubrir los requerimientos del Centro Comercial. Los resultados de los indicadores de rentabilidad económica muestran un VAN negativo, y un TIR muy inferior al valor de la tasa de descuento considerada. Estos resultados muestran que en condiciones actuales no es viable económicamente el proyecto de instalación de cogeneración.

Realizando un análisis de sensibilidad el proyecto es viable económicamente si los requerimientos térmicos del Centro Comercial aumentan de tal manera que se pueda aprovechar al máximo las energías residuales mediante la venta de energía en forma de vapor y agua caliente, se accedan a precios más competitivos de gas natural como el caso de generadores eléctricos y el precio del gas natural no sufra incrementos por encima del 4% anual.

Castillo, Malca (2013), en su Tesis titulada: *“Análisis y propuesta para el diseño de un sistema de supervisión y control para un centro operacional de distribución de gas natural en la región Ica”*. Universidad Privada Antenor Orrego.

Nos menciona En el presente trabajo se presenta se tuvo como objetivo identificar el sistema de Supervisión y Control que mejor se adecue para un Centro Operacional de distribución de Gas Natural en la región ICA; con la finalidad de poder desarrollar un sistema adecuado dado que en el Perú este tipos de sistemas para la distribución de gas natural no se tienen implementados.

Mediante el estudio de los diferentes sistemas de control y supervisión, se pudo elaborar un cuadro comparativo en el cual podemos ver claramente las ventajas y desventajas de los diferentes sistemas, de esta manera se pudo elegir el mejor sistema que se adecuado de acuerdo a los requerimientos del proceso de distribución de gas natural. La elección del sistema de supervisión fue el de un Sistema SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos). Se propuso el diseño del sistema SCADA cumpliendo las normas internacionales, estándares y recomendaciones que debe cumplir debido a la criticidad del proceso, en este se especifica el diseño del HMI, lógica de control, las comunicaciones y seguridad en el SCADA.

Finalmente se elaboró una cotización para la implementación del sistema SCADA para la distribución de gas natural

Gas Natural de Lima y Callao S.R.L. (2004), en su Estudio titulado: *“Estudio de diseño de redes”*. En Lima y Callao.

En resumen nos menciona que el presente documento tiene como objeto presentar, en cumplimiento con los Términos de Referencia de los estudios a realizar para la primera revisión de las tarifas de las Otras Redes del Concesionario de la Distribución de gas natural en Lima y Callao, las consideraciones de ingeniería básica y conceptual que se tendrán en cuenta para realizar el diseño de las Otras Redes, así como las características e indicadores de los anteproyectos de Distribución considerados en el plan de desarrollo definido por el Concesionario.

### **2.1.2 Antecedentes Internacionales.**

Arroyo (2015), en su Tesis titulada: *“Proyecto de construcción y distribución de gas natural en la vía pública para la colonia del Carmen en la delegación Coyoacán”*, Universidad Autónoma de México.

El trabajo de tesis nos menciona en resumen que el Gas Natural es un combustible, compuesto en su mayor parte de metano, que a través del tiempo se ha consolidado como el combustible más ocupado a nivel industrial, vehicular y para el hogar, en este trabajo se presenta la historia del gas natural como se ha venido desarrollando hasta la actualidad, se enuncia también las características físico-químicas del gas desde la exploración, los procesos a los que son tratados y transportados hasta su consumidor final, adicionalmente se describen las características de los gases como su límite de inflamabilidad, densidad, caudal volumétrico, poder calorífico, deflagración y unidades de medida.

Las redes de transporte y distribución de gas natural están consolidadas por una serie de elementos como polietileno, acero y cobre, acometidas, accesorios de polietileno, conceptos como canalización, soldadura, tipos de presión que existen en la tubería, procedimientos constructivos en una red de polietileno, obra civil, obra mecánica y señalización que debe de llevar una red de transporte de polietileno, reposición de asfaltos, banquetas y guarniciones, más adelante se describe el sistema constructivo, planeación y desarrollo de un proyecto elaborado en la delegación Coyoacán, se enuncia brevemente las especificaciones y reglamentaciones gubernamentales (NOM-003-SECRE-2002)<sup>1</sup> que existen en el Distrito Federal. Los mexicanos queremos una ciudad moderna libre de cables, tuberías y postes innecesarios, por lo que debemos recurrir al subsuelo para tener una mejor perspectiva de la ciudad y mejor vista.

Rocca (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 siguiente trabajo se presenta el dimensionamiento de una red de gas natural para uso doméstico, mediante la implementación de los modelos matemáticos de las ecuaciones de Weymouth, Panhandle y el método de Hardy Cross, así como también la utilización del simulador Stoner SynerGEE Gas 4.3.2 para la comprobación y optimización de los resultados recogidos con los modelos antes mencionados. Para ello, se describirá la ruta de suministro de gas natural que entra a la ciudad de Maturín y el recorrido de la misma hasta llegar al punto de distribución más cercano de la localidad a gasificar.

Se levantará un plano digital con la información del censo catastral de la zona, donde se ubicaran los usuarios residenciales, comerciales, entre otros, con la finalidad de calcular la cantidad de gas requerida para satisfacer la demanda del sector, obteniéndose un valor de la misma de 109232 PCND (de acuerdo con las normas COVENIN), el cual, según las ecuaciones planteadas, podrá ser transportado por una tubería PEAD de 63 mm de diámetros, con caídas de presión y valores de velocidad permisibles. Luego con los perfiles de presión y velocidad aportados por simulador, se procederá al análisis de los escenarios de trabajo más críticos de la red, concretándose el diseño más adecuado para el abastecimiento de la comunidad, lográndose optimizar las cargas en el suministro de gas en un 60% y valores de presión y velocidad, totalmente aceptables con las premisas planteadas en éste proyecto.

Ramírez (2013), en su Tesis titulada: *“Diseño y Análisis de la red interna de construcción y distribución de gas natural hacia los centro de consumo de la planta metal-mecánica, bajo normas de uso y manejo de gas natural”*, Instituto Politécnico Nacional, México.

Nos menciona en su resumen La ingeniería es una ciencia en constante desarrollo. A medida que la investigación y la experiencia amplían nuestros conocimientos, se requieren cambios en el uso de los energéticos y materiales en medida de la aplicación de estas en obra y procesos Residenciales, Comerciales e Industriales. Así pues, aunque hay características que se puede predecir por la experiencia, es importante comprobarlo y sustentar estas decisiones con bases técnicas y experimentales, en este trabajo se ha esforzado por asegurar la calidad en los sistemas de consumo de Gas Natural, siempre en mejora a la atención, cumplimiento de las necesidades del cliente y normas que regulan a este energético (Gas Natural).

Tavares (2013), en su Tesis titulada: *“Instalación de línea de gas”*, Universidad Tecnológico de Querétaro.

En el trabajo de tesis nos menciona que la producción y comercialización de energía es una de las actividades económicas más importantes del país y la principal fuente de ingreso público. La energía, es parte fundamental del desarrollo económico de México y, por supuesto, la base de la vida moderna. Pero no siempre fue así; la Revolución Industrial cambió las cosas, por ejemplo posicionó al carbón como la fuente de energía dominante que se empleaba para propulsar las máquinas de vapor. Después de la Segunda Guerra Mundial, el petróleo se convirtió en la principal fuente energética.

De la mano de éste apareció el gas que, hoy en día, es absolutamente indispensable: para la operación de sistemas de calefacción y de aire acondicionado, en viviendas y en diversas actividades industriales.

En la actualidad, en muchas de las ciudades del mundo, estas necesidades se satisfacen a través de dos alternativas: Gas Natural y LP. Esta memoria integra el procedimiento para una instalación de línea de gas natural para un horno, parámetros que se tiene que aplicar de acuerdo a las normas mexicanas, así como las recomendaciones para un mejor funcionamiento de la instalación.

André (2005), en su Tesis titulada: *“diseño y análisis económico de una instalación de gas licuado de petróleo aplicado al edificio Mileniun de la ciudad de Loja”*, Escuela Superior Politécnica del Litoral.

El trabajo de tesis nos menciona que el uso de equipos domésticos que funcionan con gas licuado de petróleo (GLP) como combustible (cocinas, calentadores de agua, secadoras, etc.), el precio actual del gas licuado de petróleo y sobre todo la comodidad que representa al usuario contar en el hogar con el combustible por medio de una instalación centralizada, aplicado tanto a viviendas unifamiliares como plurifamiliares, a diferencia de otros países principalmente europeos en Ecuador constituye un mercado relativamente nuevo. Por ser el gas licuado de petróleo una sustancia que se encuentra en recipientes bajo presión, que al contacto con el calor de la atmosfera se vuelve gaseoso y altamente inflamable, se hace indispensable que las instalaciones domiciliarias que transporten gas licuado de petróleo para su uso, se lleven a cabo cumpliendo estrictas normas y para metros de control.

Así se evitarán desde riesgos menores como congelamiento de tuberías o accesorios que repercuten en la ineficiencia de los equipos, hasta riesgos mayores como explosiones y/o incendios.

En el desarrollo de esta tesis, se expondrán las propiedades tanto físicas como químicas del gas licuado de petróleo, sus aplicaciones y un análisis del futuro de las instalaciones domiciliarias en el país.

Se incluirán las normas legales que existen en el país, así como las normas más importantes en el ámbito internacional que se aplican en el desarrollo de una instalación domiciliaria de gas licuado de petróleo.

Se realizará una breve exposición de las características del edificio Mileniun, que se requieren conocer para la instalación centralizada de GLP. Posteriormente, se realizará el cálculo en sí de la instalación centralizada que comprende: determinar el consumo requerido de GLP, las dimensiones y ubicación del tanque de almacenamiento, se seleccionará el tipo adecuado de tuberías a emplearse en el proyecto. Se realizará el cálculo de presiones, diámetros y velocidades del GLP en las tuberías. Se determinarán los accesorios, reguladores y contadores de la instalación. Se expondrán las pruebas que deben realizarse una vez culminada la instalación domiciliaria, con la finalidad de comprobar su seguridad y funcionalidad. Para completar este estudio con un análisis de costos que presenta dicha instalación centralizada.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Norma EM040 y NTP 111.011-2014**

#### **2.2.1.1 Norma Especialidades Mecánicas 040 - Instalaciones de Gas**

Quispe (2015), menciona que “la presente norma establece los mínimos requisitos técnicos que se deben 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”

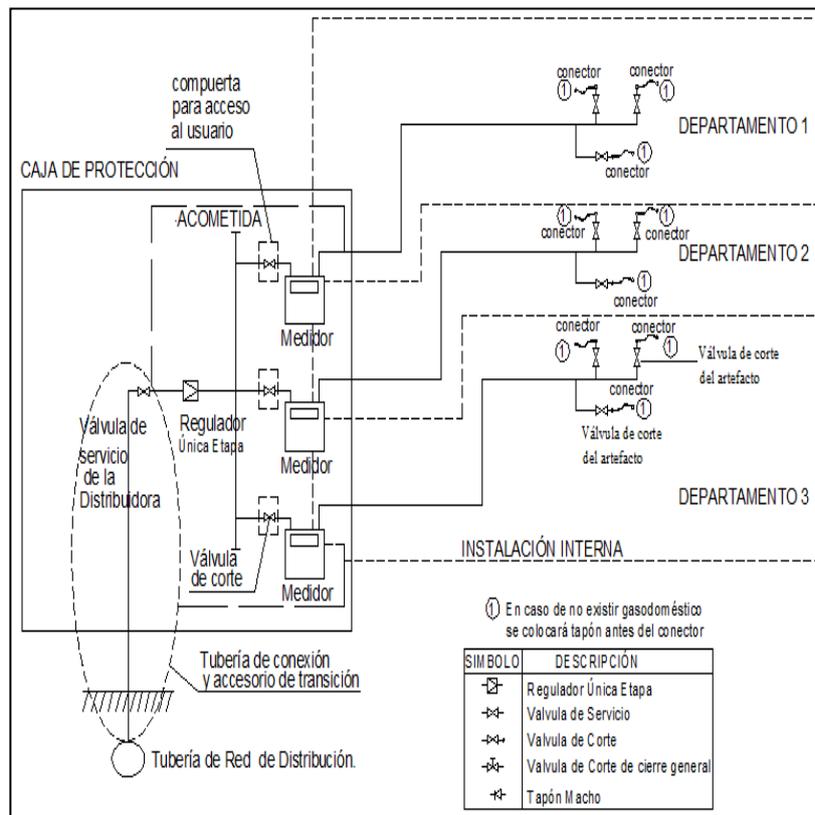
## 2.2.1.2 Norma Técnica Peruana 111.011-2014

Quispe (2015), nos dice “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.”

## 2.2.2 Tipos de instalaciones de gas natural.

### 2.2.2.1 Instalación de única etapa.

Osinermin (2014), nos menciona 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.”



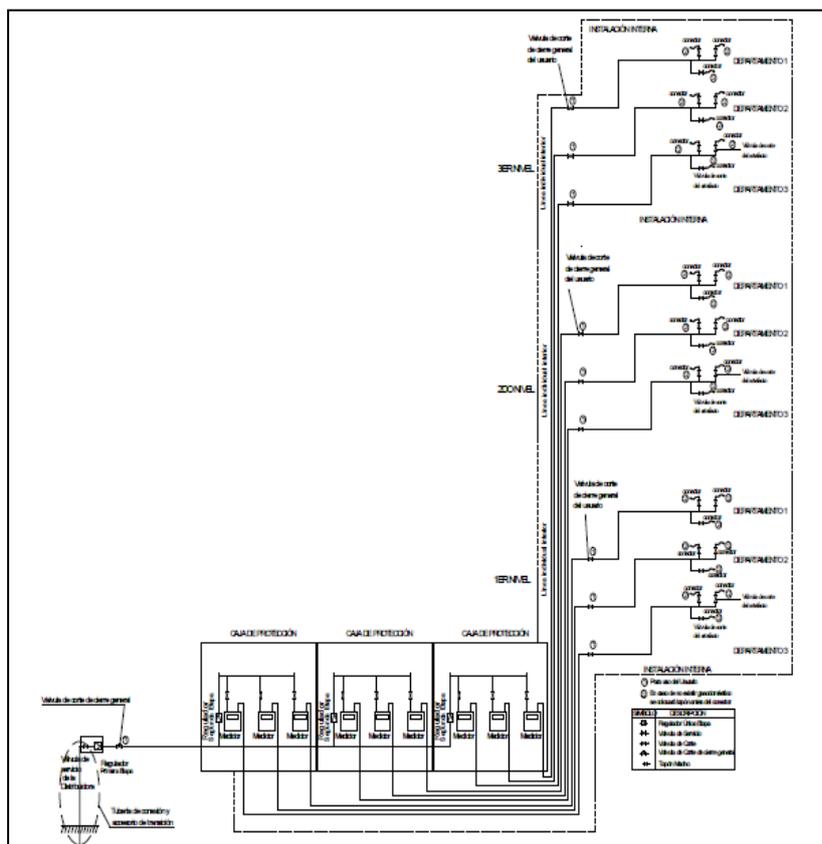
**Figura 02. Instalación de única etapa.**

Fuente: Osinermin (2014)

### 2.2.2.2 Instalación en dos etapas.

Osinergmin (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 03. Instalación de dos etapas, tipo 1**

*Fuente:* Osinergmin (2014)

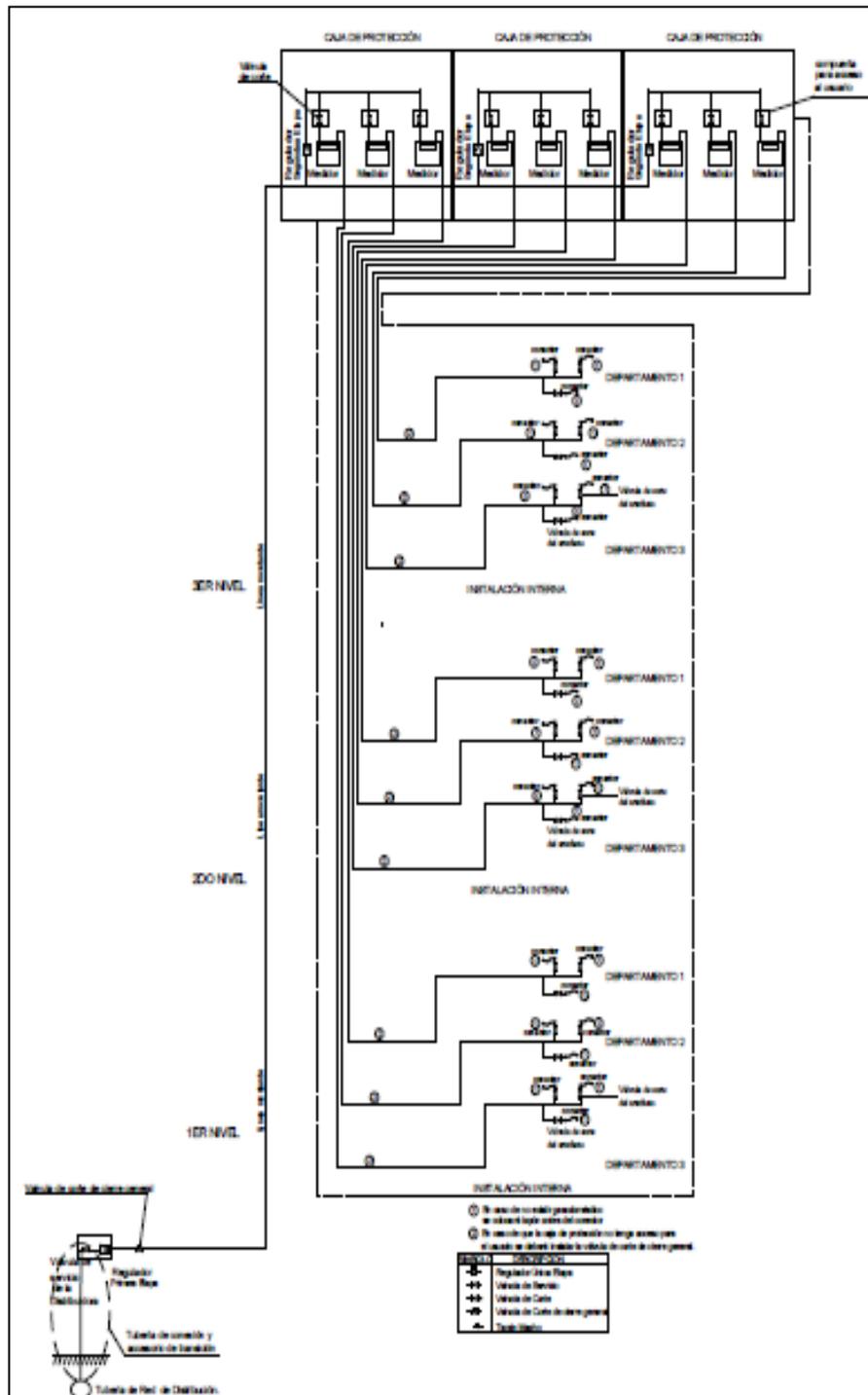


Figura 04: Instalación de dos etapas, tipo 2

Fuente: Osinergmin (2014)

## **2.2.3 Tuberías de Gas Natural.**

### **2.2.3.1 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 la edificaciones que permita la conducción del gas hacia los departamentos de los edificios con un una presión máxima regulada a 340 mbar.”

### **2.2.3.2 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.

### **2.2.3.3 Tipos de Tuberías.**

Para el presente proyecto hay dos tipos de tuberías: Pe.al.Pe 2025 y Pe.al.Pe 1216 para líneas internas y Cobre para la línea montante.

Coval (2006) nos explica "La 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 05. Tubo de Pealpe.**

*Fuente:* Coval (2006).

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."



**Figura 06. Tubos de cobre.**

*Fuente:* CEDIC (2014)

**Cuadro 03: Diámetro de tubería Pealpe y Cobre.**

Tipo de Tubería	Diámetros ( $\emptyset$ ) 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)

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

Osinermin (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 18mbar máxima de 23mbar.

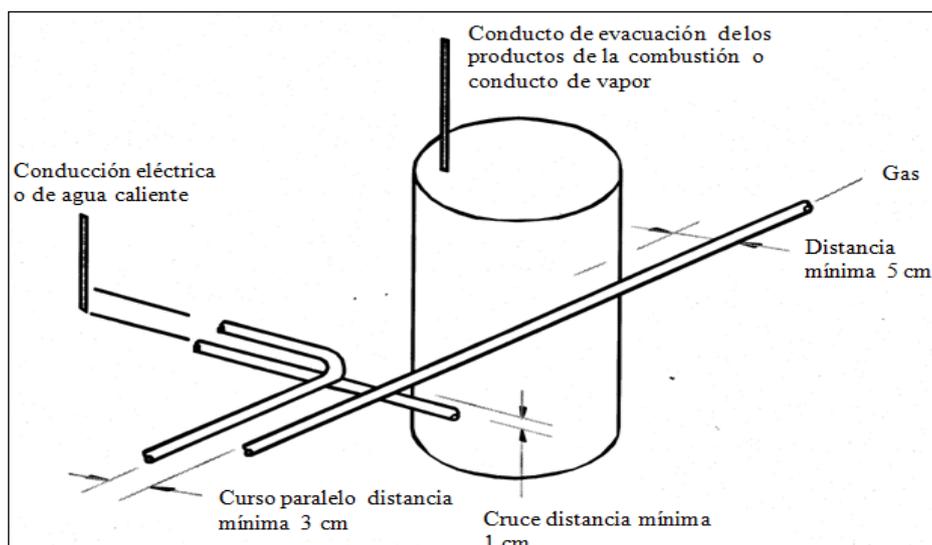
**Cuadro 04: Presión en líneas internas de suministro.**

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

*Fuente:* Osinergmin (2014)

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

Osinergmin (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 a los cálculos de diseño.



**Figura 07. Cruce con otros servicios.**

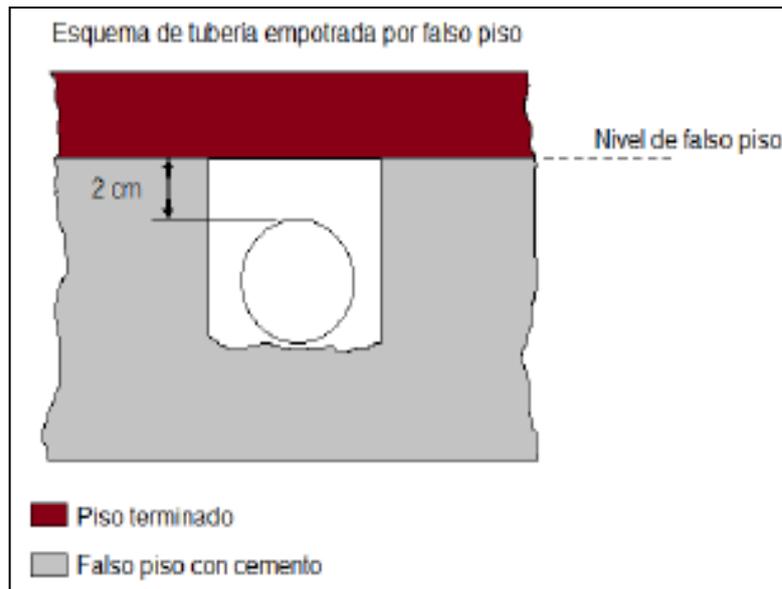
*Fuente:* Osinergmin (2014)

**Cuadro 05: Distancias mínimas entre tuberías que conducen gas.**

Tubería de otros servicios	Curso paralelo	Cruce
Conducción de 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 08. 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 adecuados, los cuales deberán ser aprobados por la entidad competente."

#### **2.2.4 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."

### Cuadro 06: Medidas de Gabinetes.

Nombre de Gabinetes	Medidas
Gabinetes s22	0.24m x 0.34m x 0.17m
Gabinete Simple	0.37m x 0.49m 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	1.13m x 0.49m x 0.19m

Fuente: Calidda (2009)

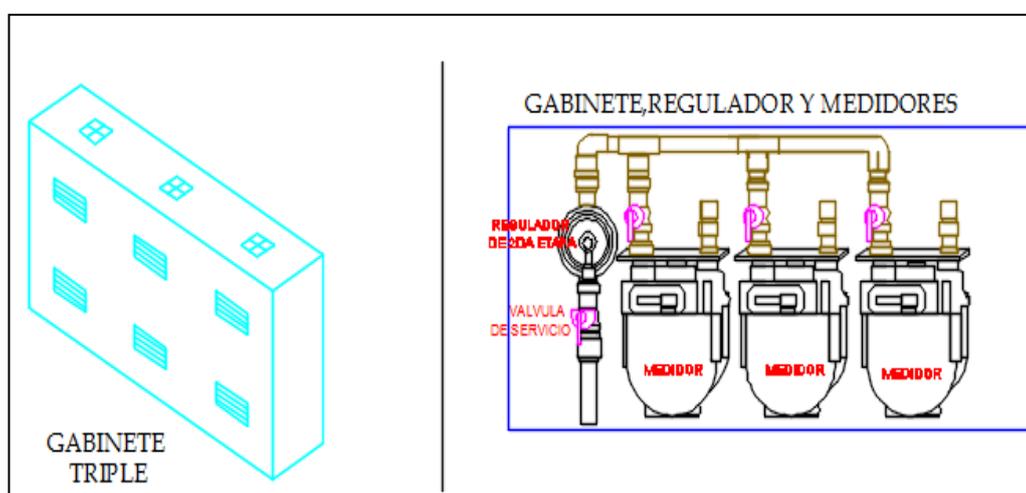


Figura 09. Vista interna de gabinete triple.

Fuente: Calidda (2009)

Osinermin (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"

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

### Cuadro 07. 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:* Calidda (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."

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

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

#### **2.2.5 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.”

### Cuadro 08. Tipos de Rejillas de Ventilación

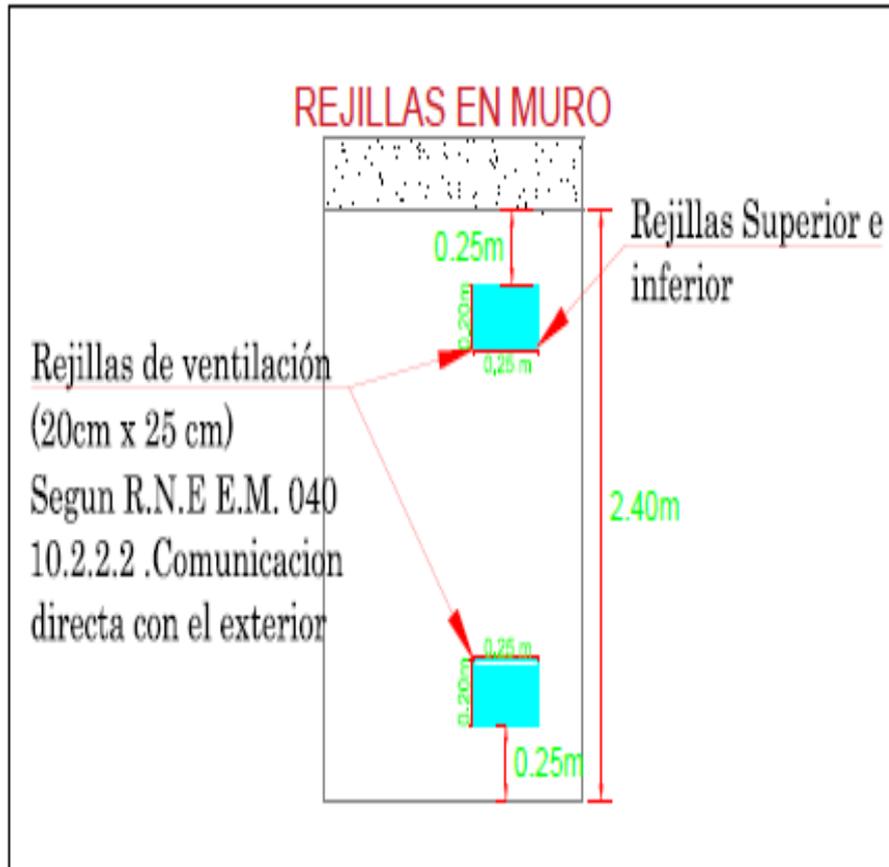
Tipos de Rejilla	Medida
Rejilla de 500cm <sup>2</sup>	25cm 20cm
Rejilla de 1215 cm <sup>2</sup>	45cm x 27cm

*Fuente:* Calidda (2009)



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

*Fuente:* Ministerio de Viviendas (2013)

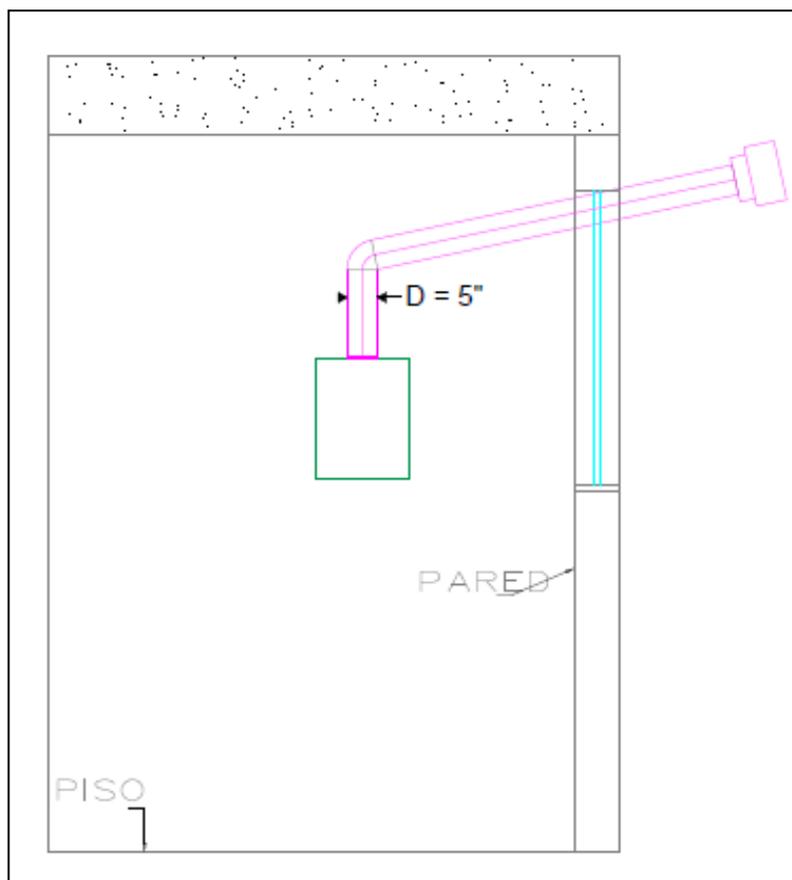


**Figura 12. Rejilla de ventilación al exterior.**

*Fuente:* Ministerio de Viviendas (2013)

### **2.2.6 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**

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

Osinerghmin (2014). 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.

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

Osinerghmin (2014). 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.

### **2.3.3 Acometida:**

Quispe (2015). 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.

### **2.3.4 Artefactos a gas:**

Calidda (2009). Es aquel que convierte el gas natural seco en energía e incluye a todos sus componentes; puede ser una cocina, una terma, un calefactor, entre otros.

### **2.3.5 Caja de Protección:**

Quispe (2015). 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.

### **2.3.6 Conductos:**

Calidda (2009). Espacio destinado para alojar una o varias tuberías para conducción de gas natural (GN) o gas licuado de petróleo (GLP).

### **2.3.7 Conector:**

Osinermin (2014). 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.

### **2.3.8 Instalación Interna:**

Coval (2008). 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.

### **2.3.9 Línea individual interior:**

Coval (2008). 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.

### **2.3.10 Línea montante:**

Coval (2008). 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.

### **2.3.11 Medidor:**

Osinergmin (2014). Instrumento utilizado para cuantificar el volumen de gas natural seco que fluirá a través de un sistema de tuberías.

### **2.3.12 Presión de distribución:**

Osinergmin (2014). Presión a la cual se distribuye el gas natural seco en una red de distribución, de acuerdo a la reglamentación nacional técnica vigente

### **2.3.13 Presión de uso del artefacto gas:**

Calidda (2009). 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.

### **2.3.14 Regulador de presión:**

Osinergmin (2014). 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.

### **2.3.15 Sistema de Regulación:**

Osinergmin (2014). 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 al diseño de la instalación.

### **2.3.16 Válvula de corte a artefacto:**

Wong (2007). 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 debe encontrarse dentro del ambiente del artefacto.

### **III. MARCO METODOLÓGICO.**

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

##### **3.1.1 Hipótesis General.**

**H<sub>i</sub>:** La Norma Técnica e.m. 040 Instalaciones de Gas se complementa con la norma técnica peruana N.T.P.111.011-2014 para favorecer en el diseño de instalaciones de gas del edificio multifamiliar Gallese.

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

**H<sub>1</sub>:** La norma técnica e.m. 040 Instalaciones de Gas favorece en el diseño de instalaciones de gas del edificio multifamiliar Gallese.

**H<sub>2</sub>:** La norma técnica peruana 111.011-2014 favorece en el diseño de instalaciones de gas del edificio multifamiliar Gallese.

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

Variable Independiente (X)

X= Las normas e.m.040 y N.T.P.111.011

Variable Dependiente (Y)

Y= Diseño de Instalaciones de gas del edificio multifamiliar.

### Cuadro 09: Variable Independiente y Dependiente

Variable Independiente (X)	Las normas e.m.040 y N.T.P.111.011
Variable Dependiente (Y)	Diseño de Instalaciones de gas del edificio multifamiliar

#### 3.2.1 Definición conceptual.

3.2.1.1 **Variable Independiente:** Las normas Especialidades Mecánicas 040 Instalaciones de Gas y Norma Técnica Peruana 111.011-2014.

Quispe (2015) nos menciona que la norma E.M.040 que “establece los mínimos requisitos técnicos que se deben 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 dice que La norma NTP111.011“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.”

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”

Wong (2007) nos explica “La normas para la instalaciones de gas en edificaciones son esenciales porque nos brindan reglas, especificaciones y fórmulas que apoyaran a la elaboración del proyecto”.

### 3.2.1.2 **Variable Dependiente:** Diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar.

Calidda (2009) nos explica que “El diseño son un conjunto de procedimiento que están basados en especificaciones técnicas y aplicaciones de formulas 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.”

Castillo, Malca (2013) nos explican “que el diseño se debe realizar cumpliendo las normas nacionales e internacionales debido a la complejidad del proceso.”

André (2005) nos menciona que “el diseño de instalaciones de gas se realiza los cálculos necesarios donde seleccionara el tipo adecuado de tuberías a emplearse en el proyecto, presiones, diámetro y velocidad de GLP.”

Osinerming (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”

Osinerming (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 de la 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.”

Hermogenes (2009) nos menciona que el diseño de instalaciones de gas “comienza con el cálculo del caudal que es la base de la elaboración y poder obtener el diámetro y accesorios de la planta de gas de petróleo”.

### 3.2.2 Definición operacional.

**Cuadro 10: Definición Operacional de las Variables.**

DEFINICIÓN DE VARIABLES		
<b>Variables Independientes</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidades</b>
Las normas E.M.040 y NTP111.011	Diámetro de tubería	mm
	Caudal de los reguladores	m <sup>3</sup> /h.
	Velocidad	m/s.
<b>Variables Dependientes</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidades</b>
Diseño de Instalaciones de gas del edificio multifamiliar	Presión Final del diseño de instalación de gas	mBar

### 3.3 Tipo de estudio y nivel investigación.

#### 3.3.1 Tipo de estudio.

Pertenece al tipo de estudio Aplicada, porque se utilizó y se aplicó las normas E.M. 040 y la norma N.T.P. 111.011 para elaborar el diseño de instalaciones de gas en un edificio multifamiliar.

Hernández (2001), nos menciona: “Es la utilización de los conocimientos en la práctica, para aplicarlos y poder obtener nuevos conocimientos.”

### **3.3.2 Nivel de investigación.**

Pertenece al nivel de investigación Explicativa, porque permitió explicar y establecer la relación de la variable independiente (Las normas E.M. 040 y N.T.P. 111011) y la variable dependiente (Diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar).

Pertenece al nivel de investigación Explicativa, porque permitió explicar cómo favoreció el uso de las normas y realizar el diseño de las instalaciones de gas en el edificio multifamiliar mediante la elaboración de la misma donde se obtuvo los resultados (diámetro de tuberías, caudales y velocidad).

Según Hernández (2001), “son más estructuradas que los 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”.

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

Pertenece al diseño no experimental porque se obtuvo los valores de diámetro, caudal, velocidad y presión. Se observó y examinó tales valores para luego analizarlos estadísticamente.

Según Hernández (2001), “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”.

Los resultados del diámetro de tuberías, caudal de los reguladores y velocidad interactúan con los resultados de la presión final del diseño de instalación de gas. Se utilizó un total de 20 datos donde se realizó un análisis de varias muestras.

### **3.5 Población y Muestra de estudio.**

#### **3.5.1 Población.**

En esta investigación la población objeto de estudio está conformado por 20 departamentos del edificio multifamiliar Gállese ubicado en la ciudad de Lima en el distrito de San Miguel, el cual se realizó el diseño de las instalaciones de redes de gas.

Como explica Hernández citado en Castro (2003), expresa que "si la población es menor a cincuenta (50) individuos, la población es igual a la muestra".

#### **3.5.2 Muestra.**

Como explica Hayes (1999) citado en Fernández (2003), sobre muestra censal, nos menciona: "la muestra es toda la población, este tipo de método se utiliza cuando es necesario saber las opiniones de todos los clientes o cuando se cuenta con una base de datos de fácil acceso".

En esta investigación la muestra del estudio está conformado por 20 departamentos el edificio multifamiliar Gállese ubicado en la ciudad de Lima en el distrito de San Miguel, el cual se realizó el diseño de las instalaciones de redes de gas.

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

#### **3.6.1 Técnica de recolección de datos.**

Para la recolección de datos durante el proceso de investigación se han elaborado las siguientes técnicas.

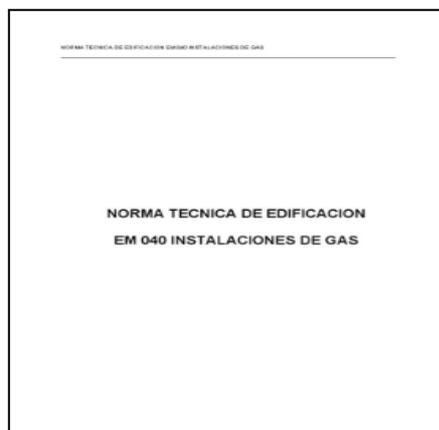
La observación. Orientada a la obtención de información para el diseño de la instalación de las redes de gas reportadas en las hojas de cálculo.

El análisis de documentos porque se consultó las normas e.m. 040 y n.t.p. 111.011 para la elaboración del proyecto de instalaciones de gas en el edificio multifamiliar para la obtención de los diámetros, caudales y velocidad de la instalación de gas en el edificio multifamiliar generada en las hojas de cálculo.



**Figura 14. Norma técnica peruana 111.011-2014**

*Fuente:* Osinergmin. (2014)



**Figura 15. Norma técnica de edificaciones e.m.40 instalaciones de gas.**

*Fuente:* Ministerio de Viviendas. (2013)

### 3.6.2 Instrumentos de recolección de datos.

Los instrumentos para la recolección de datos durante la investigación fueron las siguientes.

Planos de arquitectura. Se realiza el trazado de la red montante, así como la red interna, lo que permitió el desarrollo de los isométricos para el desarrollo de los cálculos y obtener el caudal, velocidad y a su vez obtener la presión final del diseño de instalaciones de gas.

Hoja de cálculo de montante, donde se utiliza la fórmula de Renould y así obtener el diámetro de las tuberías, el caudal y la velocidad del flujo del gas natural.

Hoja de cálculo de la red interna, donde se utiliza la fórmula de Pole y así obtener el diámetro de las tuberías, el caudal y la velocidad del flujo del gas natural.

CÁLCULOS DE MONTANTE DEL EDIFICIO GALLESE														
Potencia por departamento (kw)												Presión regulador	340	mbar
DEPARTAMENTOS		c/u	Kw											
20		31.69	633.80											
TOTAL		.	633.80											
EDIFICIO GALLESE												Cáida medidor	15	mbar
												Presión Inicial:	338.5	mbar
N° viviendas	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	Modelo de Regulador
20	32.39	22.9	5	0	0	0	5.50	37.89	20.000	PAP2025	15.83	68.768	261.02	B25
15	1.00	17.2	0	0	1	0	0.75	1.75	20.000	PAP2025	11.28	1.835		
10	4.79	12.9	1	0	0	1	2.55	7.34	20.000	PAP2025	8.48	4.564		
5	6.70	7.2	1	0	0	1	2.55	9.25	20.000	PAP2025	4.70	1.971		
2	0.90	4.0	2	0	0	1	3.65	4.55	20.000	PAP2025	2.63	0.337		
Cáida de presión acumulada												77.475	APROBADO	
20	32.39	22.9	5	0	0	0	5.50	37.89	20.000	PAP2025	15.83	68.768	261.39	B50
15	1.00	17.2	0	0	1	0	0.75	1.75	20.000	PAP2025	11.28	1.835		
10	4.79	12.9	1	0	0	1	2.55	7.34	20.000	PAP2025	8.48	4.564		
5	6.77	7.2	0	0	1	0	0.75	7.52	20.000	PAP2025	4.70	1.602		
2	1.62	4.0	2	0	1	0	2.95	4.57	20.000	PAP2025	2.63	0.339		
Cáida de presión acumulada												77.108	APROBADO	

Figura 16. Hoja de cálculo para obtener los resultados mediante la formulas (Renould, Pole) planteadas en las normas.

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

Se realizará un análisis estadístico con el apoyo del software STATGRAPHICS v.16.1 con el cual se realizará el procesamiento y análisis de datos para su evaluación de comportamiento de las medidas de tendencia central como son la media, la mediana y la desviación estándar a por lo que permitió la contrastación de las hipótesis.

En la investigación se realizaron los procesamientos de los datos y sus síntesis mediante los programas estadísticos: SPSS Statistics V.17, y STATGRAPHICS Centurión X V. II en el marco de la estadística descriptiva y la estadística inferencial 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

permitió entender o identificar una región de una superficie de respuesta mediante las ecuaciones de superficie de respuesta que modelaron la manera en que los cambios en las variables afectan una respuesta de interés.

### **3.8. Aspectos éticos.**

Los trabajos de investigación de diseño, desarrollo y ejecución se ejercerá teniendo presente que deberá servir primordialmente a la sociedad. Pondrá todo su esfuerzo para lograr el mejoramiento del nivel de vida de las mayorías, por lo que deberá estar enterado de las características de nuestro país y los aspectos de la vida nacional y deberá estar dispuesto a cumplir las misiones que se le asignen en el medio rural.

La investigación en ingeniería civil le debe respeto a la persona y al trabajo de sus compañeros, consecuentemente, evitará lesionar el buen nombre y el prestigio profesional de sus colegas, ante clientes, patronos y trabajadores.

La investigación reconocerá que debe a la empresa y edificio multifamiliar en donde realizó sus estudios, su prestigio profesional y su lugar en la sociedad; prestará toda la colaboración necesaria para el fortalecimiento de las organizaciones profesionales y de su ámbito de interés.

## IV. RESULTADOS.

### 4.1. Resultados de diseño de instalaciones de gas con el uso de las normas complementadas.

#### 4.1.1. Cálculo del caudal por departamento.

Se realiza a calcular el caudal por departamento. Debido a que todos los departamentos se instalaran cocina y terma, se realiza el siguiente cálculo correspondiente a los 20 departamentos.

**Cuadro 11. Consumo de gasodomeísticos.**

GASODOMÉSTICO	TIPO	POTENCIA (kW)	CONSUMO (m <sup>3</sup> /h)
Terma de Paso (a)	B	24.00	2.17
Cocina (b)	A	7.69	0.70
TOTAL		31.69	2.87

FACTOR DE SIMULTANIEDAD.

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

$Q = 2.17 + 0.70$

$Q = 2.87 \text{ m}^3/\text{h}.$

#### 4.1.2. Cálculo del regulador de primera y segunda etapa.

**Cuadro12. Factor de simultaneidad.**

FACTOR DE SIMULTANEIDAD		
NRO		
DPTO	S1	S2
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:* Calidda (2009)

Se procede a realizar el cálculo de los reguladores de primera etapa y de 2da etapa.

Para calcular el regulador de PRIMERA ETAPA realizamos el siguiente cálculo.

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

$Q = (Q \text{ departamento} * N \text{ departamentos por piso} * N \text{ pisos}) * \text{Factor de simultaneidad}$

$$Q = 2.87 \times 20 \text{ dpto.} \times 0.40 = 22.96 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para calcular el regulador de SEGUNDA ETAPA realizamos el siguiente cálculo.

**GABIENTE DOBLE.**

$Q = \sum Q$  de un departamento x N° departamentos por piso x Factor de simultaneidad.

Para el Centro de medición se debe colocar un regulador B6 (6m<sup>3</sup>/h).

$$Q = \sum 2.87 \text{ m}^3 \times 2 \text{ dpto.} \times 0.60 = 5.76 \text{ m}^3/\text{h}$$

**GABIENTE TRIPLE.**

$Q = \sum Q$  de un departamento x N° departamentos por piso x Factor de simultaneidad.

Para el Centro de medición se debe colocar un regulador B6 (6m<sup>3</sup>/h).

$$Q = \sum 2.87 \text{ m}^3 \times 3 \text{ dpto.} \times 0.60 = 5.16 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se utilizarían 4 gabinetes triples y 4 gabinetes dobles.

**Cuadro13. Numero de Gabinetes y Reguladores.**

NRO DE DEPARTAMENTOS.	20
GABIENTES	4 Triples, 4 Dobles
NRO DE REGULADORES	
1era y 2da ETAPA	8 B6 Y 1 B25

### 4.1.3. Cálculo de confinamiento de las áreas de los departamentos.

Se procede a realizar el cálculo de confinamiento de todos los ambientes (cocinas y lavanderías), se calcula el volumen de cada ambiente y se divide con la potencia de los gasodomeísticos ubicados en cada ambiente. (Cocina o termo). Se toma en cuenta que los volúmenes de los ambientes, contienen muebles, lo que ocasiona que el volumen disminuya en 30% aproximadamente.

**Cuadro 14. Cálculo de áreas confinadas de Cocina.**

DPTO	AREA: COCINA		ARTEFACTOS: Cocina 7.69 KW				
	AREA (m <sup>2</sup> )	ALT. (m)	VOL. (m <sup>3</sup> )	-30% VOL	POT. (KW)	CONF.	REJILLA
101	8,20	2,40	19,68	13,78	7,69	1,79	SI
102	10,13	2,40	24,30	17,01	7,69	2,21	SI
103	9,53	2,40	22,87	16,01	7,69	2,08	SI
104	12,43	2,40	29,83	20,88	7,69	2,72	SI
201al							
501	8,20	2,40	19,68	13,78	7,69	1,79	SI
202al							
502	10,13	2,40	24,30	17,01	7,69	2,21	SI
203 al							
503	12,43	2,40	29,83	20,88	7,69	2,72	SI
204 al							
504	12,43	2,40	29,83	20,88	7,69	2,72	SI
confinado (m <sup>3</sup> /kw) < 4.8							

**Cuadro 15. Calculo de áreas confinadas de Lavanderías.**

<b>AREA: LAVANDERIA</b>		<b>ARTEFACTOS: Terma = 24,00 kw</b>						
<b>DPTO</b>	<b>AREA (m2)</b>	<b>ALT. (m)</b>	<b>VOL. (m3)</b>	<b>-30% VOL</b>	<b>POT. (KW)</b>	<b>CONF.</b>	<b>REJILLA</b>	<b>OBS.</b>
								SIN
101	3,90	2,40	9,36	6,55	31,32	0,21	NO	TECHO
102	4,48	2,40	10,75	7,53	31,32	0,24	SI	-
								SIN
103	3,65	2,40	8,76	6,13	31,32	0,20	NO	TECHO
								SIN
104	2,36	2,40	5,67	3,97	31,32	0,13	NO	TECHO
201al								
501	4,54	2,40	10,89	7,62	31,32	0,24	SI	-
202al								
502	3,71	2,40	8,91	6,24	31,32	0,20	SI	-
203 al								
503	2,38	2,40	5,70	3,99	31,32	0,13	SI	-
204 al								
504	4,34	2,40	10,42	7,29	31,32	0,23	SI	-
confinado (m3/kw) < 4.8								

En los cuadros anteriores se observa que todos los ambientes necesitan rejillas de ventilación debido a que los espacios son muy reducidos, por lo tanto el confinamiento resulta menor a 4.8 m3/kW, como se observa en la columna de CONFINAMIENTO (CONF.)

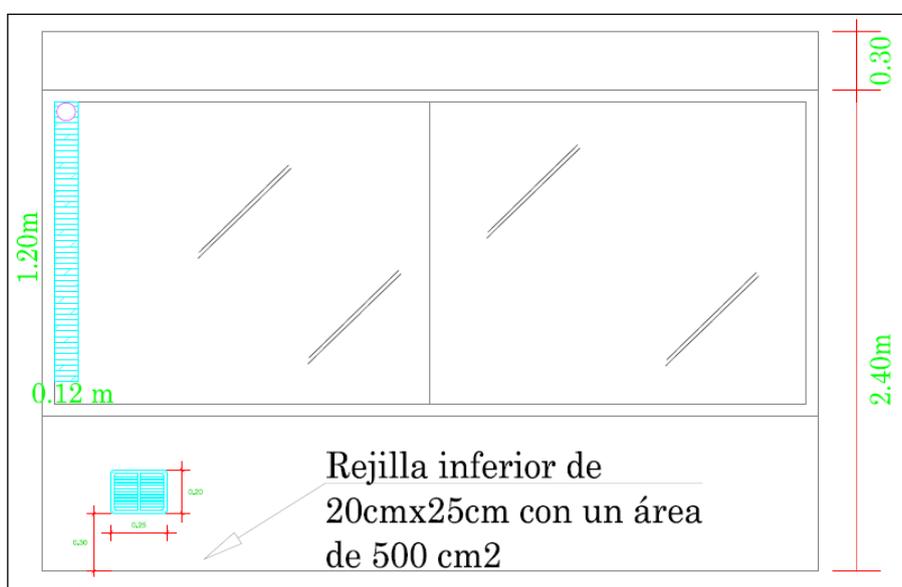
En los ambientes de las lavanderías no necesitan rejillas de ventilación debido a que estos ambientes, no cuentan con techo, así que tienen comunicación con el exterior.

#### 4.1.4. Cálculo de rejillas de ventilación.

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

##### Ambiente Cocina- Lavandería:

Confinado Dpto.: 201 al 501; 102 al 502; 203 al 503; 204 al 504. Según EM.040-10.2.2.2. La ventilación de un ambiente al exterior. (Ventilación de Cocina – Lavandería a Ducto). Las dimensiones mínimas de la ventilación con dos aberturas se calcularán multiplicando el factor de  $6 \text{ cm}^2$  por cada KW de potencia nominal agregada de los artefactos (31.69 KW), lo que proporciona un resultado de  $190.14 \text{ cm}^2$  de área libre. Tomando como mínimo un área libre de  $280 \text{ cm}^2$ . Asumiendo que el área libre representa el 60% del área de la rejilla, esta deberá ser de  $467 \text{ cm}^2$  como mínimo, con el menor de sus lados mayores a  $8 \text{ cm}$ . Rejilla a utilizar de  $500 \text{ cm}^2$  ( $20 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$ ) instaladas en la parte superior e inferior de las ventanas de la lavanderías.



**Figura 17: Rejillas de Ventilación a utilizar.**

## Lavandería:

Dpto.: 101,103, 104. Según EM.040-10.2.1 .Métodos para la Ventilación de espacios No confinados. Para el caso de los artefactos a gas instalados en ambientes no confinados, solo se debe verificar la condición de no confinamiento de ambiente, en este proyecto el ambientes de la lavandería se encuentra sin techo.

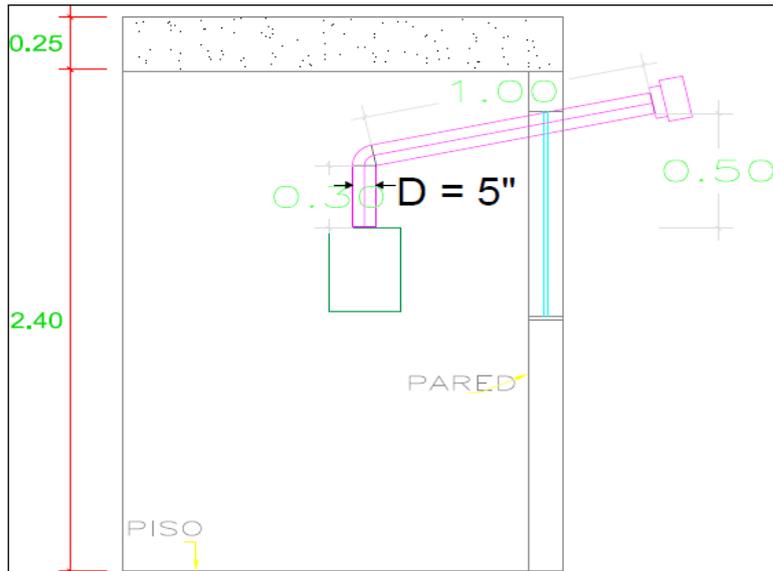
### 4.1.5. Cálculo del ducto de evacuación de terma tipo B.

Se procede a realizar el cálculo del ducto de evacuación de la terma tipo B de 24 kilowatts. Las terma se instalan cerca a las ventana o en un ambiente exterior, para que la combustión se expulse al exterior. El cálculo debe ser aprobado con un valor de +1. Para que se garantice el uso del ducto de evacuación.

ASPECTOS		PUNTOS UNITARIOS
GANANCIA DE COTAS		+1
	CODO MAYOR QUE 45* Y NO SUPERIOR A 90* (VERTICAL-HORIZONTAL)	-2
	CODO NO SUPERIOR A 45* (VERTICAL ASCENDENTE)	-1
	CODO MAYOR QUE 45* Y NO SUPERIOR A 90* (NO VERTICAL-NO ASCENDENTE)	-2
	CODO NO SUPERIOR A 45* (NO VERTICAL NO ASCENDENTE)	-1
	CODO MAYOR QUE 45* Y NO SUPERIOR A 90* (HORIZONTAL-VERTICAL)	-0.3
	CODO NO SUPERIOR A 45* (HORIZONTAL-ASCENDENTE)	-0.1
	POR CADA METRO DE LONGITUD DE LOS TRAMOS RECTOS VERTICALES U HORIZONTALES DEL CONDUCTO	-0.5
	DEFLECTOR DEL MODO ACEPTADO	-0.3

**Figura 18. Puntos unitarios de accesorios para ducto de evacuación.**

*Fuente:* Ministerio de Viviendas (2013).



**Figura 19. Ducto de Evacuación de Tarma.**

DISTRITO: San Miguel.

0.85 x (P2 / P1)

P2: Del Distrito (unidad: mbar)

0.85 x (982.25/ 1013.25)

0.82

**Cuadro16. Calculo de Ducto de Evacuación de Tarma.**

	PUNTO	PUNTOS	VALORIZACION
	-	+	GLOBAL(+1)
GANANCIA DE COTA: 50 CM	-	+4.10	
50CM x (0.82 x c/10cm)= +4.10			
COMPONENTE DEL CONDUCTO:	-0.3	-	
DEFLECTOR			
CODO: VERTICAL HORIZONTAL	-2	-	
LONGITUD TRAMOS RECTOS		-	
DEL CONDUCTO:	-0.65		
30 cm+100cm =130cm			
1.3m x (-0.5 x c/100cm) = -0.65			
	-2.95	+4.10	+1.15
Aprobado			

#### 4.1.6. Cálculo del diámetro de tubería montante e interna.

Se procede a realizar el cálculo de la MONTANTE con la fórmula de Renouard según NTP111.01.

- **Fórmula de Renouard: (Montante)**

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

Dónde:

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

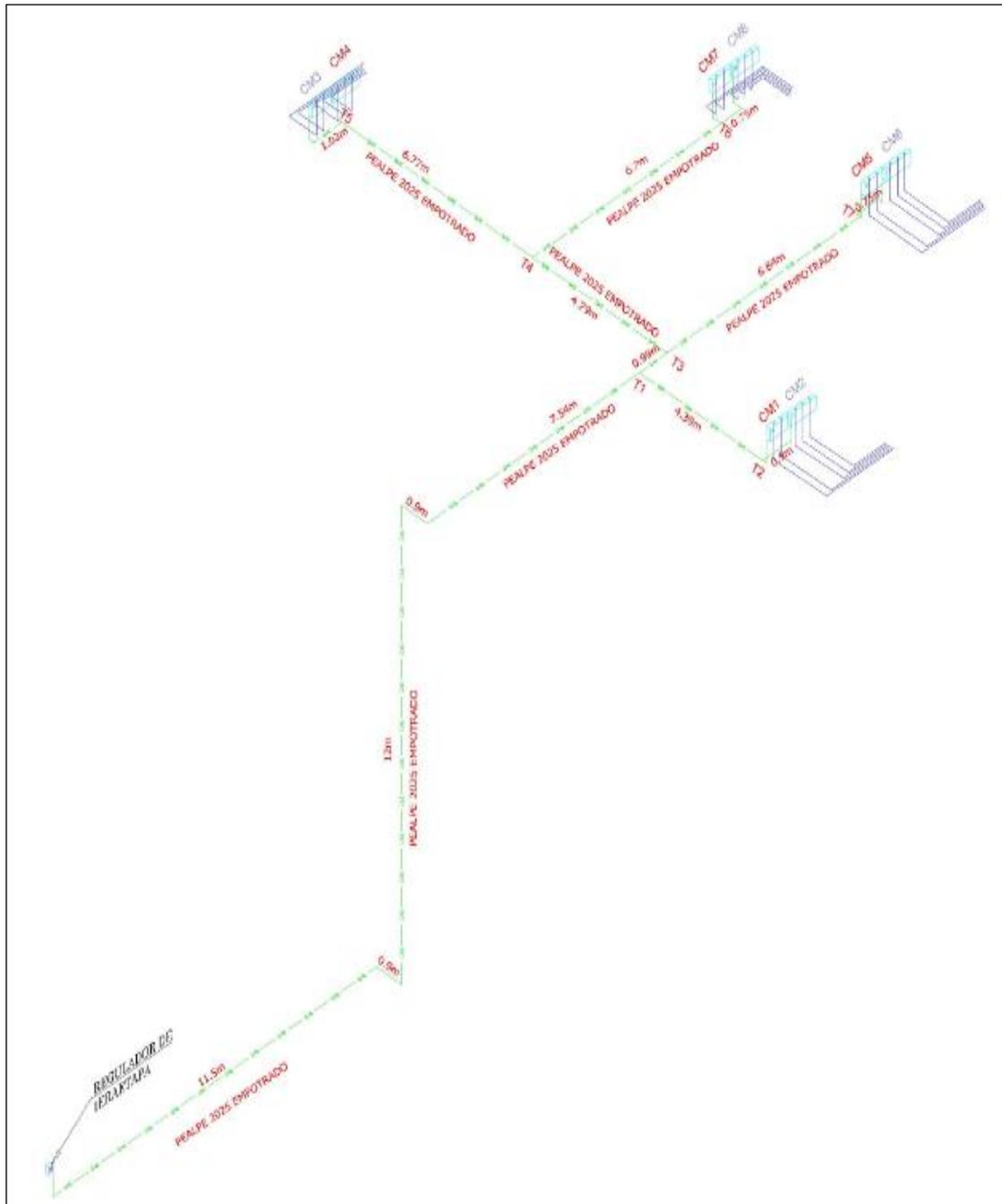


Figura 20. Isométrico general de la montante.

### Cuadro17. Calculo de Montante.

CÁLCULOS DE MONTANTE DEL EDIFICIO GALLESE																					
															Potencia por departamento (kw)	Presión regulador	340	mbar			
															DEPARTAMENTOS	c/u	Kw				
															20	31.69	633.80				
															TOTAL			633.80			
																		Caída medidor	1.5	mbar	
																		Presión Inicial:	338.5	mbar	
EDIFICIO GALLESE																					
Dirección:																					
Centro de Medición	Tramo	N° viviendas	LR (m)	Q (M3/h)	Codos 90	Codos 45	Tesa 180	Tesa 90	L(Equi)(m)	L total (m)	D (mm)	D (plg)	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final	Modelo de Regulador					
CM7	REG1-T1	20	32.39	22.9	5	0	0	0	5.50	37.89	20.000	PAP2025	15.83	68.768							
	T1-T3	15	1.00	17.2	0	0	1	0	0.75	1.75	20.000	PAP2025	11.28	1.835							
	T3-T4	10	4.79	12.9	1	0	0	1	2.55	7.34	20.000	PAP2025	8.48	4.564	261.02	B25					
	T4-T6	5	6.70	7.2	1	0	0	1	2.55	9.25	20.000	PAP2025	4.70	1.971							
	T6-CM7	2	0.90	4.0	2	0	0	1	3.65	4.55	20.000	PAP2025	2.63	0.337							
														Caída de presión acumulada		77.475	APROBADO				
CM4	REG1-T1	20	32.39	22.9	5	0	0	0	5.50	37.89	20.000	PAP2025	15.83	68.768							
	T1-T3	15	1.00	17.2	0	0	1	0	0.75	1.75	20.000	PAP2025	11.28	1.835							
	T3-T4	10	4.79	12.9	1	0	0	1	2.55	7.34	20.000	PAP2025	8.48	4.564	261.39	B25					
	T4-T5	5	6.77	7.2	0	0	1	0	0.75	7.52	20.000	PAP2025	4.70	1.602							
	T5-CM4	2	1.62	4.0	2	0	1	0	2.95	4.57	20.000	PAP2025	2.63	0.339							
														Caída de presión acumulada		77.108	APROBADO				

**Cuadro18. Calculo de Montante centros de medición 1-2-5.**

Centro de Medición	Tramo	N° viviendas	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	Modelo de Regulador
CM2	REG1-T1	20	32.39	22.9	5	0	0	0	5.50	37.89	20.000	PAP2025	15.83	68.768		
	T1-T2	5	4.39	7.2	1	0	0	1	2.55	6.94	20.000	PAP2025	4.70	1.479	267.72	B25
	T2-CM1	3	1.60	5.2	2	0	1	0	2.95	4.55	20.000	PAP2025	3.38	0.533		
Caída de presión acumulada														70.780	APROBADO	
CM1	REG1-T1	20	32.39	22.9	5	0	0	0	5.50	37.89	20.000	PAP2025	15.83	68.768		
	T1-T2	5	4.39	7.2	1	0	0	1	2.55	6.94	20.000	PAP2025	4.70	1.479	267.97	B25
	T2-CM1	2	0.90	4.0	2	0	1	0	2.95	3.85	20.000	PAP2025	2.63	0.285		
Caída de presión acumulada														70.532	APROBADO	
CM5	REG1-T1	20	32.39	22.9	5	0	0	0	5.50	37.89	20.000	PAP2025	15.83	68.768		
	T1-T3	15	1.00	17.2	0	0	1	0	0.75	1.75	20.000	PAP2025	11.28	1.835	265.87	B25
	T3-T7	5	6.84	7.2	0	0	1	0	0.75	7.59	20.000	PAP2025	4.70	1.617		
	T7-CM5	2	0.80	4.0	3	0	0	1	4.75	5.55	20.000	PAP2025	2.63	0.411		
Caída de presión acumulada														72.632	APROBADO	

**Cuadro19. Calculo de Montante centros de medición 3-6-8.**

Centro de Medición	Tramo	N° viviendas	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	Modelo de Regulador
CM8	REG1-T1	20	32.39	22.9	5	0	0	0	5.50	37.89	20.000	PAP2025	15.83	68.768	260.86	B25
	T1-T3	15	1.00	17.2	0	0	1	0	0.75	1.75	20.000	PAP2025	11.28	1.835		
	T3-T4	10	4.79	12.9	1	0	0	1	2.55	7.34	20.000	PAP2025	8.48	4.564		
	T4-T6	5	6.70	7.2	1	0	0	1	2.55	9.25	20.000	PAP2025	4.70	1.971		
	T6-CM8	3	1.35	5.2	2	0	1	0	2.95	4.30	20.000	PAP2025	3.38	0.504		
Caída de presión acumulada														77.642	APROBADO	
CM3	REG1-T1	20	32.39	22.9	5	0	0	0	5.50	37.89	20.000	PAP2025	15.83	68.768	261.26	B25
	T1-T3	15	1.00	17.2	0	0	1	0	0.75	1.75	20.000	PAP2025	11.28	1.835		
	T3-T4	10	4.79	12.9	1	0	0	1	2.55	7.34	20.000	PAP2025	8.48	4.564		
	T4-T5	5	6.77	7.2	0	0	1	0	0.75	7.52	20.000	PAP2025	4.70	1.602		
	T5-CM3	2	1.62	4.0	3	0	0	1	4.75	6.37	20.000	PAP2025	2.63	0.472		
Caída de presión acumulada														77.241	APROBADO	
CM6	REG1-T1	20	32.39	22.9	5	0	0	0	5.50	37.89	20.000	PAP2025	15.83	68.768	265.44	B25
	T1-T3	15	1.00	17.2	0	0	1	0	0.75	1.75	20.000	PAP2025	11.28	1.835		
	T3-T7	5	6.84	7.2	0	0	1	0	0.75	7.59	20.000	PAP2025	4.70	1.617		
	T7-CM6	3	1.35	5.2	4	0	0	1	5.85	7.20	20.000	PAP2025	3.38	0.844		
Caída de presión acumulada														73.064	APROBADO	

Se procede a realizar el cálculo de la red interna con la formula de Pole según NTP111.01

- **Fórmula de Pole: (Red Interna)**

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

Donde:

- $\Phi$  : Diámetro interior real en centímetros (cm)
- $L$  : Longitud en metros (m)
- $\Delta p$  : Pérdida de presión en Pascal (Pa)
- $PCT$  : Potencia de cálculo total (Mcal/hora)
- $K$  : Factor de fricción según diámetro  $\Phi$
- $Coef$  : Para gas natural: 0,0011916

- **Factor de Fricción:**

**Cuadro 20: Factor de fricción**

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

Fuente: Osinergmin (2014)

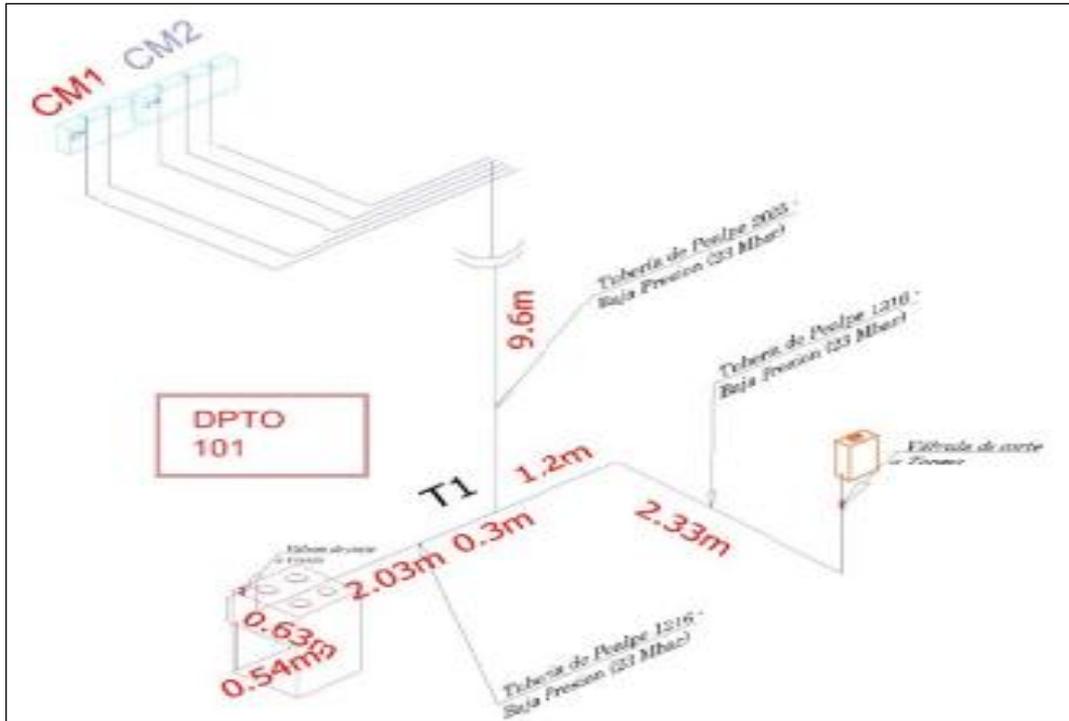


Figura 21. Isométrico típico de los dpto.101

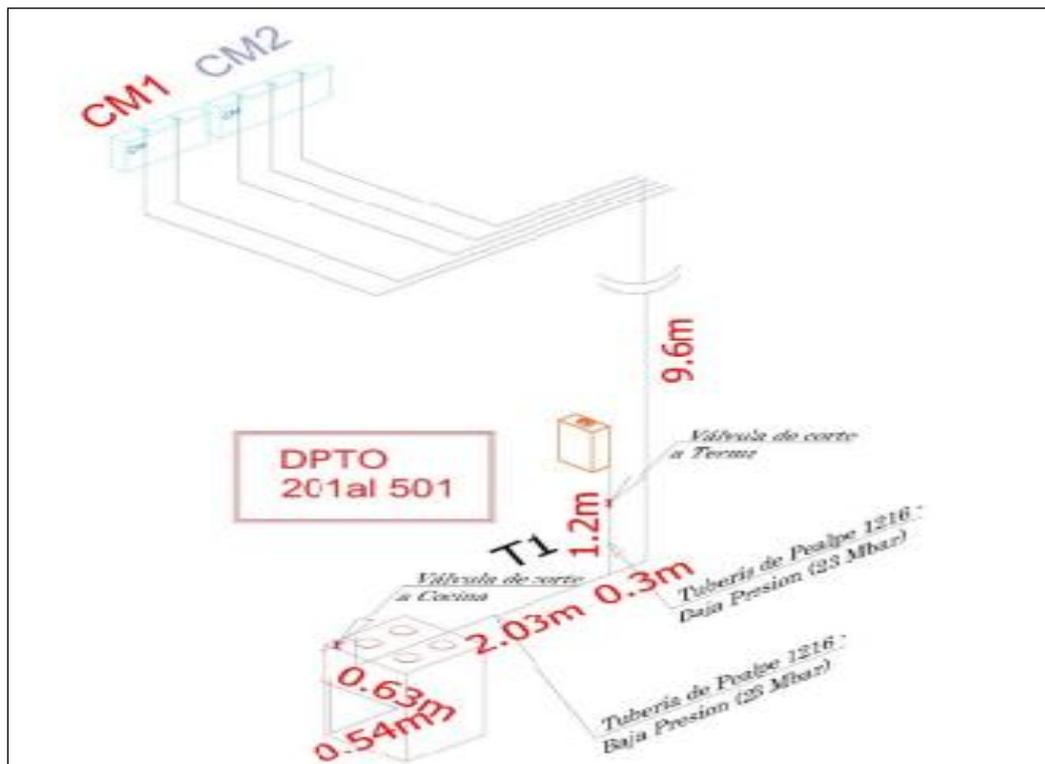


Figura 22. Isométrico típico de los dpto. 201-501

### Cuadro 21. Calculo de la Red Interna dpto. 101

CALCULOS DE LA LINEA INTERNA INDIVIDUAL DE GAS NATURAL DPTO TIPICO (101)																		
Dirección:		EDIFICIO GALLESE														Presión regulador	23.0	mbar
																Caída medidor	1.50	mbar
																Presión Inicial:	21.5	mbar
Artefacto	Tramo	Pot. (Kw)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee 180°	Tee 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (cm)	Factor de fricción	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final		
TERMA	CM-T1	31.69	12.00	2.87	4	0	0	0	4.40	16.40	PAP 2025	2.000	1800	2.49	0.827	20.44		
	T1-TERMA	24.00	4.33	2.17	2	0	0	1	3.65	7.98	PAP 2025	2.000	1800	1.88	0.231			
																Caída de presión acumulada	1.058	APROBADO
COCINA	CM-T1	31.69	12.00	2.87	4	0	0	0	4.40	16.40	PAP 2025	2.000	1800	2.49	0.827	20.13		
	T1-COCINA	7.69	5.00	0.70	5	0	0	1	9.10	14.10	PAP 1216	1.200	1800	1.68	0.539			
																Caída de presión acumulada	1.366	APROBADO
NTP 111.011:2014 - FORMULA DE POLE											MEDIDOR		G4					
											REGULADOR		HUMCAR R7 UPSO Pe: 5 bar; Ps: 23 mbar; Q: 6m3/h					

**Cuadro 22. Calculo de la Red Interna de dpto. Típico 201 a 501**

CALCULOS DE LA LINEA INTERNA INDIVIDUAL DE GAS NATURAL DEL DPTO 201 AL 501																
Dirección:		EDIFICIO GALLESE										Presión regulador	23.0	mbar		
												Caída medidor	1.50	mbar		
												Presión Inicial:	21.5	mbar		
Artefacto	Tramo	Pot. (Kw)	L Real (m)	Q (m3/h)	Codo 90°	Codo 45°	Tee 180°	Tee 90°	L Equiv. (m)	L Total (m)	Ø Nominal Material	Ø Real (cm)	Factor de fricción	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final
TERMA	CM-T1	31.69	9.60	2.87	4	0	0	0	4.40	14.00	PAP 2025	2.000	1800	2.49	0.706	19.75
	T1-TERMA	24.00	1.20	2.17	0	0	0	1	1.60	2.80	PAP 1216	1.200	1800	5.24	1.042	
Caída de presión acumulada															1.748	APROBADO
COCINA	CM-T1	31.69	9.60	2.87	4	0	0	0	4.40	14.00	PAP 2025	2.000	1800	2.49	0.706	20.27
	T1-COCINA	7.69	5.00	0.70	5	0	1	0	8.80	13.80	PAP 1216	1.200	1800	1.68	0.527	
Caída de presión acumulada															1.233	APROBADO

#### 4.1.7. Resultados de las variables independientes y dependiente

**Cuadro23. Calculo de Resultados**

	Diámetro (mm)	Caudal (m3/h)	Velocidad(m/s)	Presión(mbar)
CM1	25	4	2.63	267.97
	25	7.2	4.7	267.97
	25	22.9	15.83	267.97
CM2	25	5.2	3.38	267.72
	25	7.2	4.7	267.72
	25	22.9	15.83	267.72
CM3	25	4	2.63	261.26
	25	7.2	4.7	261.26
	25	12.9	8.48	261.26
	25	17.2	11.28	261.26
	25	22.9	15.83	261.26
CM6	25	5.2	3.38	265.44
	25	7.2	4.7	265.44
	25	17.2	11.28	265.44
	25	22.9	15.83	265.44
CM7	25	4	2.63	261.02
	25	7.2	4.7	261.02
	25	12.9	8.48	261.02
	25	17.2	11.28	261.02
	25	22.9	15.83	261.02

## **4.2 Resultados comparación de variables independiente sobre la variable dependiente con su influencia en la Presión.**

Muestra 1: DIAMETRO (mm)

Muestra 2: CAUDAL (m<sup>3</sup>/h)

Muestra 3: VELOCIDAD (m/s)

Muestra 4: PRESION (mbar)

Selección de la Variable: PRESION

Muestra 1: 20 valores en el rango de 25.0 a 25.0

Muestra 2: 20 valores en el rango de 4.0 a 22.9

Muestra 3: 20 valores en el rango de 2.63 a 15.83

Muestra 4: 20 valores en el rango de 261.02 a 267.97

### **❖ Contratación de las hipótesis estadísticamente**

#### **○ Hipótesis general.**

$H_0$ : La Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas no se complementa con la Norma Técnica Peruana NTP111.011-2014 para favorecer en el diseño de instalaciones de gas del edificio multifamiliar Gállese.

$H_1$ : La Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas se complementa con la Norma Técnica Peruana NTP111.011-2014 para favorecer en el diseño de instalaciones de gas del edificio multifamiliar Gállese.

- **Hipótesis específicas.**

$H_0$ : La Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas no favorece en el diseño de instalaciones de gas del edificio multifamiliar Gallese.

$H_1$ : La Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas favorece en el diseño de instalaciones de gas del edificio multifamiliar Gallese.

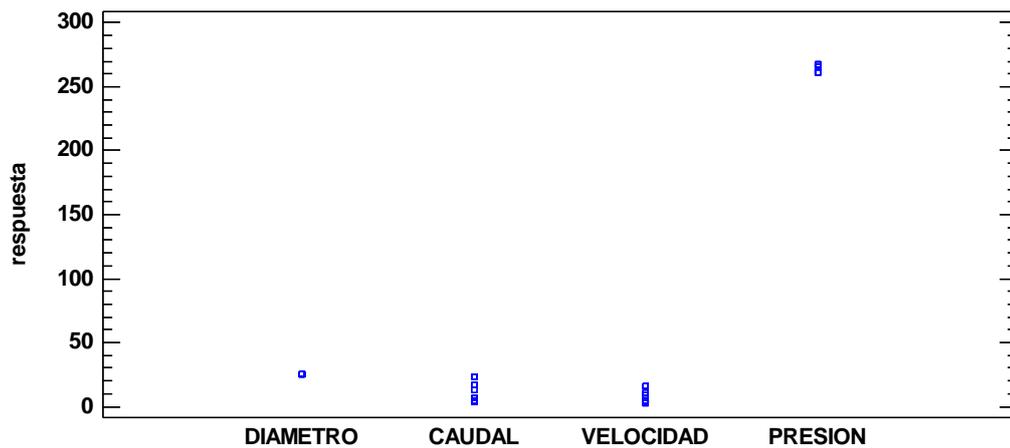
$H_0$ : La Norma Técnica Peruana 111.011-2014 no favorece en el diseño de instalaciones de gas del edificio multifamiliar Gállese.

$H_2$ : La Norma Técnica Peruana 111.011-2014 favorece en el diseño de instalaciones de gas del edificio multifamiliar Gállese.

En el proceso estadístico se compara los datos en 4 columnas del archivo de datos actual para realizar las pruebas estadísticas y gráficas para comparar las muestras. Esto permite usar la prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias, como indica Calzada (1970) y Tamayo (2003).

Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples se pudo decir cuáles medias son significativamente diferentes de otras esto permite la verificación de los valores atípicos, por lo que la Prueba de Kruskal-Wallis permite compara las medianas en lugar de las medias como lo indica Tamayo (2003)

Las gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles supuestos subyacentes en el análisis de varianza.



**Figura 23. Dispersión según muestra.**

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

**Cuadro 24. Resumen Estadístico**

	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
DIAMETRO	20	25.0	0	0%	25.0	25.0
CAUDAL	20	12.515	7.50847	59.9958%	4.0	22.9
VELOCIDAD	20	8.405	5.22972	62.2215%	2.63	15.83
PRESION	20	264.012	3.06963	1.16269%	261.02	267.97
Total	80	77.4829	108.649	140.224%	2.63	267.97

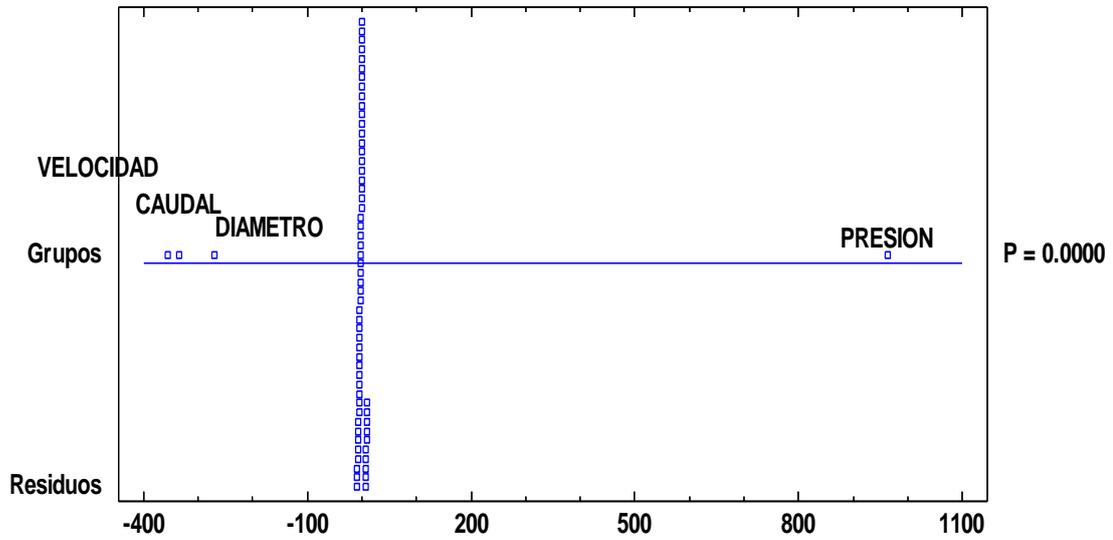
**Cuadro 25. Sesgo Estandarizado – Curtosis Estandarizada**

	<i>Rango</i>	<i>Sesgo</i> <i>Estandarizado</i>	<i>Curtosis</i> <i>Estandarizada</i>
DIAMETRO	0		
CAUDAL	18.9	0.636345	-1.46541
VELOCIDAD	13.2	0.770465	-1.38337
PRESION	6.95	0.416179	-1.73962
Total	265.34	4.23648	-1.1729

El cuadro anterior muestra los estadísticos para cada una de las 4 columnas de datos. 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 lo indica Calzada (1970).

Hay una diferencia de más de 3 a 1 entre la desviación estándar más pequeña y la más grande lo que indica que el análisis de varianza asume que las desviaciones estándar de todos los niveles es igual. La Verificación de Varianza de la lista de Opciones Tabulares permite ejecutar una prueba estadística formal para la diferencia entre las sigmas para cualquier dependencia de la desviación estándar sobre la media.

### ANOVA Gráfico para DIAMETRO



**Figura 24: ANOVA Gráfico para Diámetro.**

La figura 24 permite ver claramente el comportamiento de los grupos de las variables independientes como son el diámetro de la tubería (mm). El caudal de los registros ( $m^3/h$ ) su velocidad (m/s) sobre la presión final (mbar), se mantiene en sus valores establecidos por la Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas por que se evalúa sus valores y se complementa con la Norma Técnica Peruana NTP111.011-2014 y favorece en el diseño de instalaciones de gas del edificio multifamiliar Gállese lo que se respalda con los valores que la realidad del sistema que en su instalación lo indica.

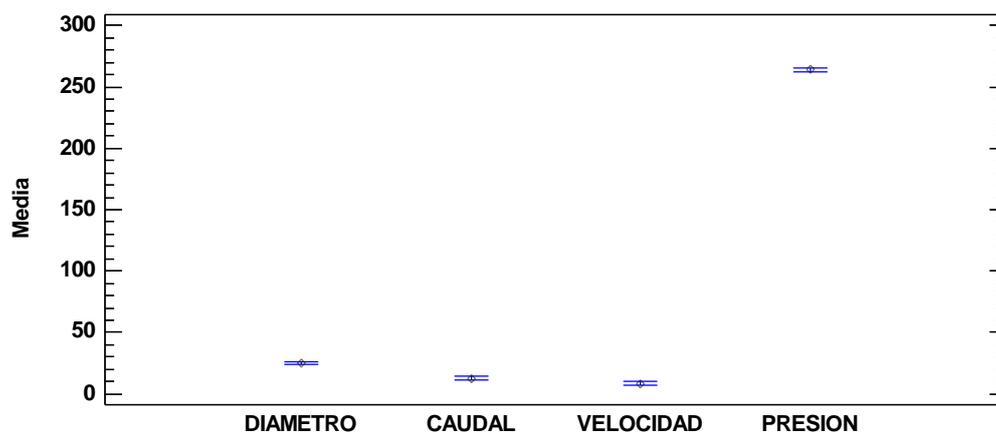
**Cuadro26. Tabla ANOVA**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	930799.	3	310266.	13323.34	0.0000
Intra grupos	1769.84	76	23.2874		
Total (Corr.)	932569.	79			

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 13323.3, 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 indica Tamayo (2003).

**Medias y 95.0% de Fisher LSD**



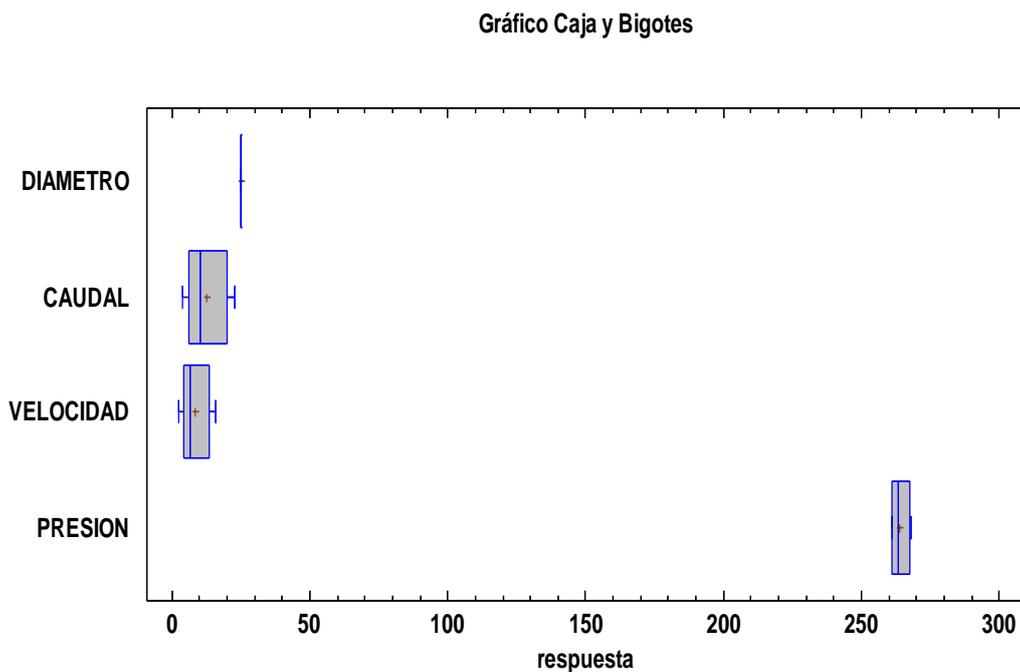
**Figura 25. Dispersión según muestra.**

La figura 25 permite ver claramente el comportamiento de las variables independientes sobre la variable dependiente respecto al valor de la mediana y permite el rechazo de la hipótesis nula por lo que se acepta la hipótesis de la investigación si se evalúa estas variables como son el diámetro de la tubería (mm), El caudal de los registros (m<sup>3</sup>/h) su velocidad (m/s) sobre la presión final (mbar), se mantiene en sus valores establecidos por la Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas por que se evalúa sus valores y se complementa con la Norma Técnica Peruana NTP111.011-2014 para favorecer en el diseño de instalaciones de gas del edificio multifamiliar Gállese lo que se respalda con los valores que la realidad del sistema en su instalación lo indica, respaldando la validación por lo que se acepta de la hipótesis general: La Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas se complementa con la Norma Técnica Peruana NTP111.011-2014 para favorecer en el diseño de instalaciones de gas del edificio multifamiliar Gállese.

**Cuadro 27. Medias con intervalos de confianza del 95.0%**

	<i>Caso</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>		
			<i>(s</i>	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>
	<i>s</i>		<i>agrupada)</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
DIAMETRO	20	25.0	1.07906	23.4803	26.5197
CAUDAL	20	12.515	1.07906	10.9953	14.0347
VELOCIDA D	20	8.405	1.07906	6.88533	9.92467
PRESION	20	264.01	1.07906	262.492	265.531
		2			
Total	80	77.482			
		9			

El cuadro 27 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 26. Caja y Bigote.**

La figura 26 permite ver claramente el comportamiento de las variables independientes sobre la variable dependiente respecto al valor de la Caja y Bigote de sus respuesta en la realidad física; donde se mantiene estable el

valor de la presión y permite el rechazo de la hipótesis nula por lo que se acepta la hipótesis de la investigación si se evalúa estas variables como son el diámetro de la tubería (mm), El caudal de los registros (m<sup>3</sup>/h) su velocidad (m/s) sobre la presión final (mbar), se mantiene en sus valores establecidos por la Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas por que se evalúa sus valores y se complementa con la Norma Técnica Peruana NTP111.011-2014 y así favorecer en el diseño de instalaciones de gas del edificio multifamiliar Gállese lo que se respalda con los valores que la realidad del sistema en su instalación lo indica respaldando la validación por lo que se acepta la hipótesis general : La Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas se complementa con la Norma Técnica Peruana NTP111.011-2014 para favorecer en el diseño de instalaciones de gas del edificio multifamiliar Gállese.

**Cuadro28. Pruebas de Múltiple Rangos  
Método: 95.0 porcentaje LSD**

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos</i>
			<i>Homogéneos</i>
VELOCIDAD	20	8.405	X
CAUDAL	20	12.515	X
DIAMETRO	20	25.0	X
PRESION	20	264.012	X

### Cuadro29. Contraste

Contraste	Sig.	Diferencia +/-	Límites
DIAMETRO - CAUDAL	*	12.485	3.03934
DIAMETRO - VELOCIDAD	*	16.595	3.03934
DIAMETRO - PRESION	*	-239.012	3.03934
CAUDAL - VELOCIDAD	*	4.11	3.03934
CAUDAL - PRESION	*	-251.497	3.03934
VELOCIDAD - PRESION	*	-255.607	3.03934

\* indica una diferencia significativa.

El cuadro 29 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. 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

Gráfico de Residuos

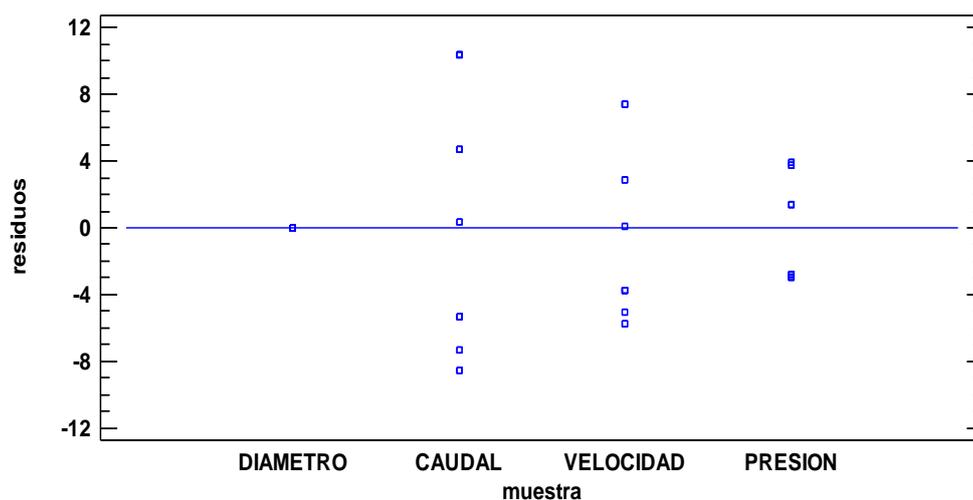


Figura 27. Grafico de Residuos.

La figura 27 permite ver claramente el comportamiento de las variables independientes sobre la variable dependiente en los residuos de las muestras y permite el rechazo de la hipótesis nula por lo que se acepta la hipótesis de la investigación si se evalúa estas variables como son el diámetro de la tubería (mm), El caudal de los registros ( $m^3/h$ ) su velocidad (m/s) sobre la presión final (mbar), se mantiene en sus valores establecidos por la Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas por que se evalúa sus valores y se complementa con la Norma Técnica Peruana NTP111.011-2014 y favorece en el diseño de instalaciones de gas del edificio multifamiliar Gállese lo que se respalda con los valores que la realidad del sistema en su instalación lo indica respaldando la validación por lo que se acepta de la hipótesis general : La Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas se complementa con la Norma Técnica Peruana NTP111.011-2014 para favorecer en el diseño de instalaciones de gas del edificio multifamiliar Gállese lo que se va reafirmo con la verificación de la varianza como se indica en los cuadros 30 y 31.

### Cuadro 30. Verificación de Varianza

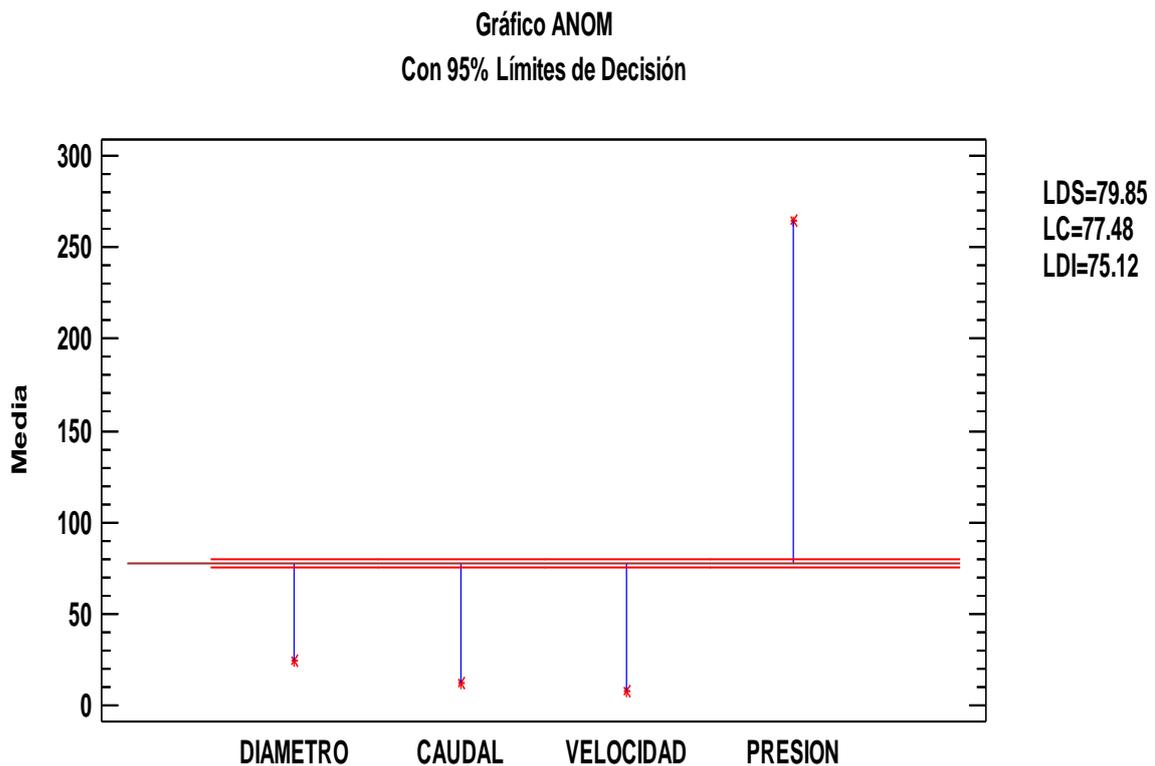
	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	41.4208	0

### Cuadro31. Verificación de Varianza

<i>Comparación</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
DIAMETRO / CAUDAL	0	7.50847	0	0.0000
DIAMETRO / VELOCIDAD	0	5.22972	0	0.0000
DIAMETRO / PRESION	0	3.06963	0	0.0000
CAUDAL / VELOCIDAD	7.50847	5.22972	2.06132	0.1236
CAUDAL / PRESION	7.50847	3.06963	5.98317	0.0003
VELOCIDAD / PRESION	5.22972	3.06963	2.90259	0.0250

Los estadísticos mostrados en los cuadros 30 y 31 evalúan 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 rechaza la hipótesis nula

El cuadro anterior 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 por lo que se rechaza la hipótesis nula.



**Figura 28. ANOM con 95% Limite de Decisión.**

La figura 28 permite ver claramente el comportamiento de las variables independientes sobre la variable dependiente respecto al valor de la media donde se observa claramente que se mantiene los valores de la presión y que permite el rechazo de la hipótesis nula por lo que se acepta la hipótesis de la investigación si se evalúa estas variables como son el diámetro de la tubería (mm), el caudal de los registros (m<sup>3</sup>/h) su velocidad (m/s) sobre la presión final (mbar), y se mantiene en sus valores establecidos por la Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas por que se evalúa sus valores y se complementa con la Norma Técnica Peruana NTP111.011-2014 para favorecer en el diseño de instalaciones de gas del edificio multifamiliar Gállese lo que se respalda con los valores que la realidad del sistema en su instalación lo indica respaldando la validación por lo que se acepta de la hipótesis general : La Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas se complementa con la Norma Técnica Peruana NTP111.011-2014 para favorecer en el diseño de instalaciones de gas del edificio multifamiliar Gállese las que se cumplen en la realidad complementándose la norma técnica peruana con la norma técnica de edificación E M 040.

**Cuadro32. Prueba de Kruskal-Wallis**

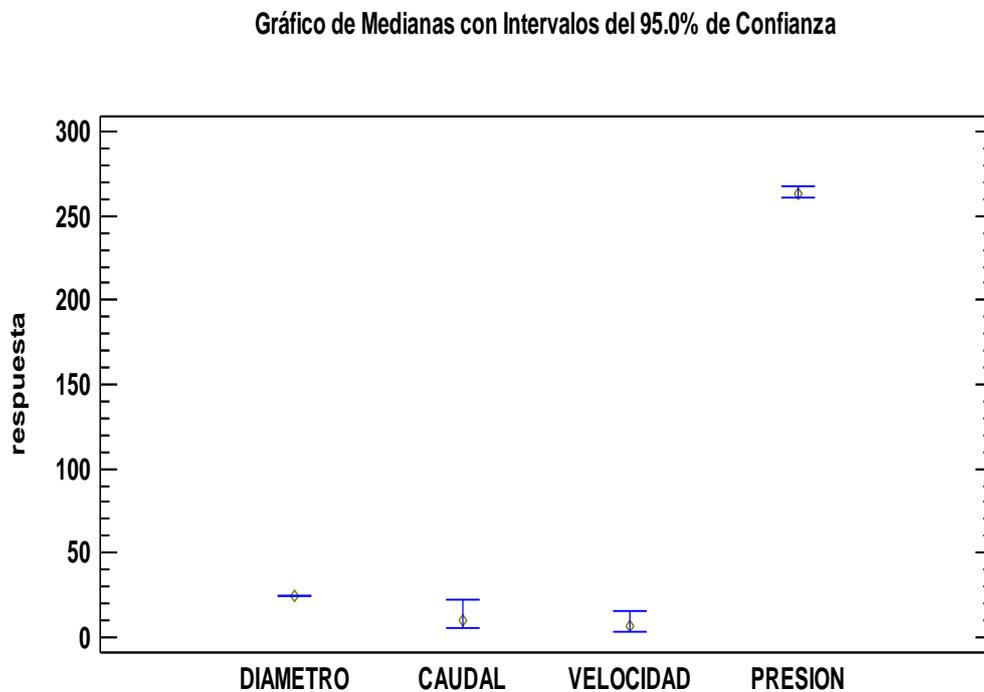
	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
DIAMETRO	20	50.5
CAUDAL	20	24.25
VELOCIDAD	20	16.75
PRESION	20	70.5

Estadístico = 68.9101 Valor-P = 0

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis nula de que las medianas dentro de cada una de las 4 columnas es la misma, pero 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, confirmando el rechazo de la hipótesis nula.

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 muestra de mediana.



**Figura 29. Gráficos de Medianas con Intervalos del 95% de confianza.**

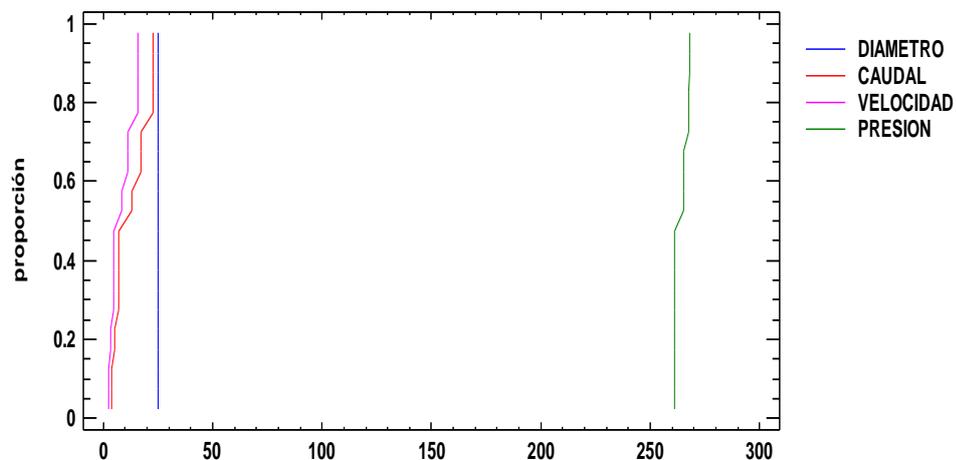
**Cuadro33. Prueba de la Mediana de Mood**  
**Total n = 80**  
**Gran mediana = 23.95**

Muestra	Tamaño de Muestra	n< =	n> na	Media	LC inferior 95.0%	LC superior 95.0%
DIAMETRO	20	0	20	25.0	25.0	25.0
CAUDAL	20	20	0	10.05	5.43294	22.2361
VELOCIDAD	20	20	0	6.59	3.53374	15.3001
PRESIO	20	0	20	263.3	261.048	267.72
N			5			

Estadístico = 80.0 Valor-P = 0

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 23.95. 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.

Gráfico de Cuantiles



**Figura 30. Cuantiles.**

Los cuadros 32, 33 y las figuras 29 y 30 reportan. La prueba de Kruskal-Wallis y la prueba de la Mediana de Mood permite ver claramente el comportamiento de las variables independientes sobre la variable dependiente respecto al valor de la mediana y permite el rechazo de la hipótesis nula de las hipótesis específicas referidas al diseño e instalaciones por lo que se acepta la hipótesis específicas de la investigación ya que las variables como son el diámetro de la tubería (mm), el caudal de los registros ( $m^3/h$ ) su velocidad (m/s) forman parte del diseño e instalación que permite la estabilidad de la presión final (mbar), y esta se mantiene en sus valores establecidos por la Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas por que se evalúa sus valores y se complementa con la Norma Técnica Peruana NTP111.011-2014 para favorecer en el diseño de instalaciones de gas del edificio multifamiliar Gállese lo que se respalda con los valores que la realidad del sistema en su instalación lo indica respaldando la validación por lo que se acepta de la hipótesis general : La Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas se complementa con la Norma Técnica Peruana NTP111.011-2014 para favorecer en el diseño de instalaciones de gas del edificio multifamiliar Gallese.

#### **4.3 Optimización de la estabilidad de la variable independiente presión final en mbar en el diseño e instalación de gas del edificio multifamiliar Gállese.**

##### **Superficie de Respuesta.**

Clase de diseño: Superficie de Respuesta

Nombre del Diseño: Diseño de compuesto central:  $2^2$ +estrell

Características del diseño: Rotable

##### **Diseño Base**

Número de factores experimentales: 3

Número de bloques: 1

Número de respuestas: 1

Número de corridas: 16, incluyendo 2 puntos centrales por bloque

Grados de libertad para el error: 6

Aleatorizar: Sí

**Cuadro 34. Factores**

Factores	Bajo	Alto	Unidades	Continuo
DIAMETRO	16	25	mm	Sí
CAUDAL	4	22.9	m <sup>3</sup> /h	Sí
VELOCIDAD	4.7	15.83	m/s	Sí

**Cuadro 35. Unidad de la Respuesta**

Respuestas	Unidades
PRESION	mbar

Ha creado un diseño de compuesto central:  $2^2$ +est el cual estudiará los efectos de 3 factores en 16 corridas. El diseño deberá ser ejecutado en un solo bloque. El orden de los experimentos ha sido completamente aleatorizado. Esto aportará protección contra el efecto de variables ocultas.

**Cuadro 36. Efectos estimados para PRESION (mbar)**

Efecto	Estimado	Error Estd.	V.I.F.
promedio	263.291	1.56873	
A:DIAMETRO	-2.26852	1.20418	1.0
B:CAUDAL	0.864762	1.20419	1.0
C:VELOCIDAD	-0.909429	1.20419	1.0
AA	2.96744	1.46206	1.33236
AB	2.8175	1.57335	1.0
AC	-1.6775	1.57335	1.0
BB	2.16137	1.46207	1.33236
BC	-1.6775	1.57335	1.0
CC	-1.68882	1.46206	1.33236

Errores estándar basados en el error total con 6 g.l.

El cuadro 36 muestra las estimaciones para cada uno de los efectos y las interacciones, reportando el valor del error estándar de cada uno de estos efectos, el cual mide su error de muestreo en los datos de la realidad es decir en la instalación de gas del edificio multifamiliar Gállese que se puede observar en la ANOVA de las opciones tabulares por lo que es importante realizar el diagrama de Pareto Estandarizada para Presión como se muestra en la figura 31 y permite establecer cuadro 36 para realizar el análisis de la variación de la presión.

Diagrama de Pareto Estandarizada para PRESION

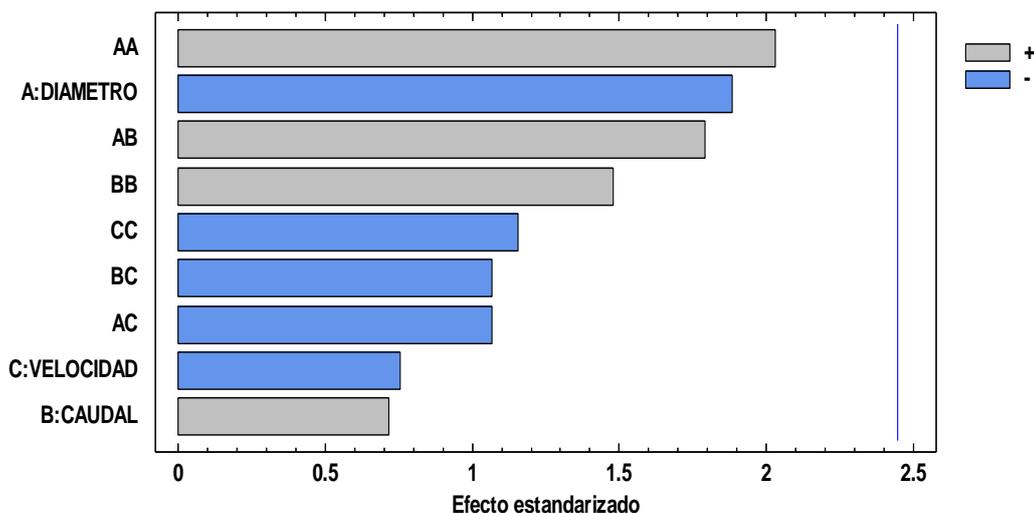


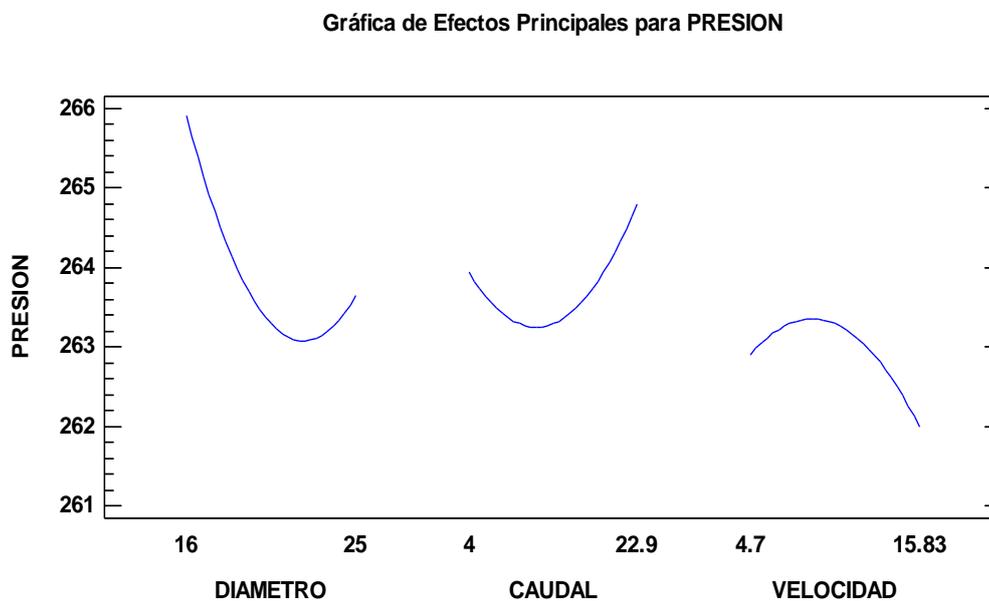
Figura 31. Diagrama de Pareto Estandarizada para Presión.

Cuadro 37. Análisis de Varianza para PRESION

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón- F	Valor- P
A:DIAMETR	17.5702	1	17.5702	3.55	0.1086
O					
B:CAUDAL	2.55319	1	2.55319	0.52	0.4997
C:VELOCID	2.82377	1	2.82377	0.57	0.4787
AD					
AA	20.3946	1	20.3946	4.12	0.0887
AB	15.8766	1	15.8766	3.21	0.1235
AC	5.62801	1	5.62801	1.14	0.3273
BB	10.8193	1	10.8193	2.19	0.1898
BC	5.62801	1	5.62801	1.14	0.3273
CC	6.60565	1	6.60565	1.33	0.2920
Error total	29.705	6	4.95083		
Total (corr.)	134.284	15			

R-cuadrada = 77.879 por ciento  
R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 44.6976 por ciento  
Error estándar del est. = 2.22505  
Error absoluto medio = 1.10646  
Estadístico Durbin-Watson = 2.11289 (P=0.4259)  
Autocorrelación residual de Lag 1 = -0.145638

La tabla ANOVA del cuadro 37 particiona la variabilidad de PRESION en piezas separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 0 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0% lo que indica que la presión está dentro de los valores constante que exige la Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas ya que se complementa con la Norma Técnica Peruana NTP111.011-2014



**Figura 32. Grafica de Efectos Principales para PRESION.**

La figura 32 como es observado en la realidad el valor de la presión va estar influenciada por los valores del diámetro, caudal y velocidad pero de mayor influencia en el valor del diámetro lo que es confirmado por la ecuación de la continuidad en fluidos que se desplazan en ductos de sección circular, estas consideraciones permiten afirmar los valores del cuadro 36 a fin de determinar su coeficiente de valor óptimo para la presión en función de sus variables independientes en la instalación de gas del edificio multifamiliar Gállese.

**Cuadro 38. Coeficientes de regresión para PRESION**

<i>Coeficiente</i>	<i>Estimado</i>
constante	298.674
A:DIAMETRO	-3.3579
B:CAUDAL	-0.795171
C:VELOCIDAD	1.37919
AA	0.0732702
AB	0.0331276
AC	-0.0334931
BB	0.0121014
BC	-0.0159491
CC	-0.0272662

Esta ventana despliega la ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos. La ecuación del modelo ajustado es

$$\begin{aligned}
 \text{PRESION} = & 298.674 - 3.3579 \cdot \text{DIAMETRO} - 0.795171 \cdot \text{CAUDAL} + \\
 & 1.37919 \cdot \text{VELOCIDAD} + 0.0732702 \cdot \text{DIAMETRO}^2 + \\
 & 0.0331276 \cdot \text{DIAMETRO} \cdot \text{CAUDAL} - 0.0334931 \cdot \text{DIAMETRO} \cdot \text{VELOCIDAD} + \\
 & 0.0121014 \cdot \text{CAUDAL}^2 - 0.0159491 \cdot \text{CAUDAL} \cdot \text{VELOCIDAD} - \\
 & 0.0272662 \cdot \text{VELOCIDAD}^2
 \end{aligned}$$

Gráfica de Interacción para PRESION

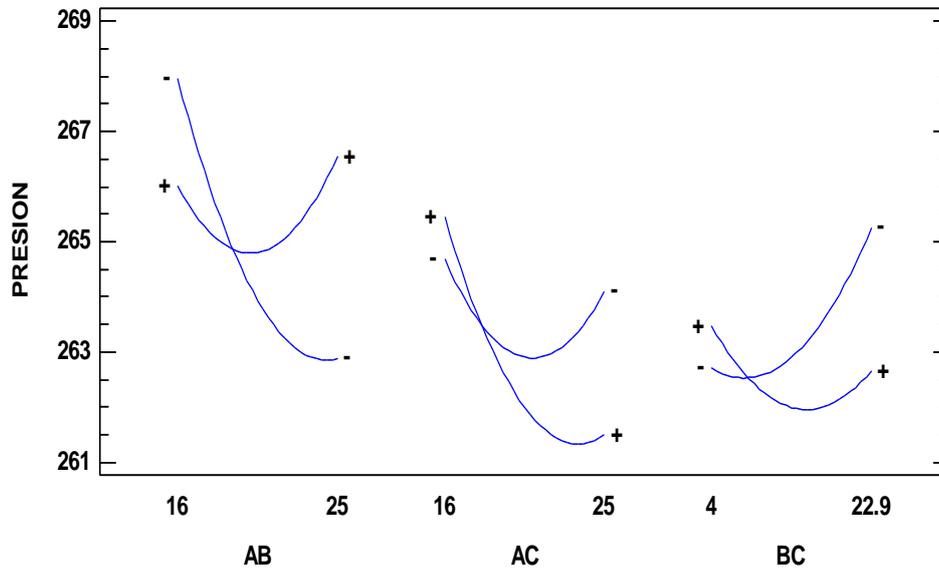


Figura 33. Interacción para presión

Cuadro 39. Matriz de Correlación para los Efectos Estimados

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
(1) promedio	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.7327	0.0000	0.0000	-0.7327	0.0000	-0.7327
(2) A:DIAMETRO	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
(3) B:CAUDAL	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
(4) C:VELOCIDAD	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
(5) AA	-0.7327	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.4210	0.0000	0.4210
(6) AB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
(7) AC	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
(8) BB	-0.7327	0.0000	0.0000	0.0000	0.4210	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.4210
(9) BC	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
(10) CC	-0.7327	0.0000	0.0000	0.0000	0.4210	0.0000	0.0000	0.4210	0.0000	1.0000

La matriz de correlación muestra el grado de confusión entre los efectos. Un diseño perfectamente ortogonal mostrará una matriz diagonal con 1's en la diagonal y 0's fuera de ella. Cualquier término distinto de cero implica que los estimados de los efectos correspondientes a esa fila y columna estarán correlacionados.

En este caso, hay 3 pares de efectos con interacción distinta de cero. No obstante, como ninguna es mayor o igual que 0.5, probablemente será capaz de interpretar los resultados sin mucha dificultad.

Gráfica de Probabilidad Normal para PRESION

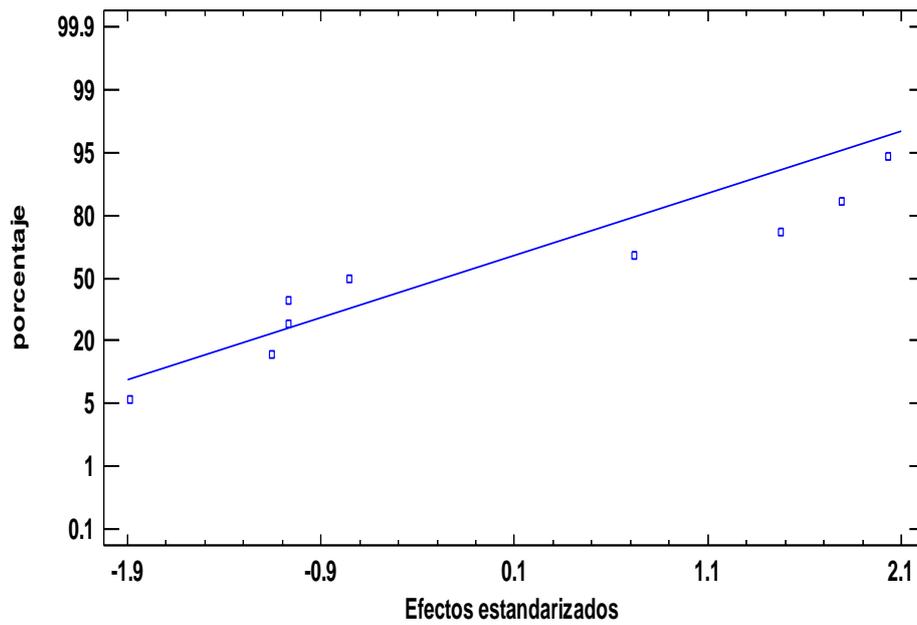


Figura 34. Probabilidad normal para presión.

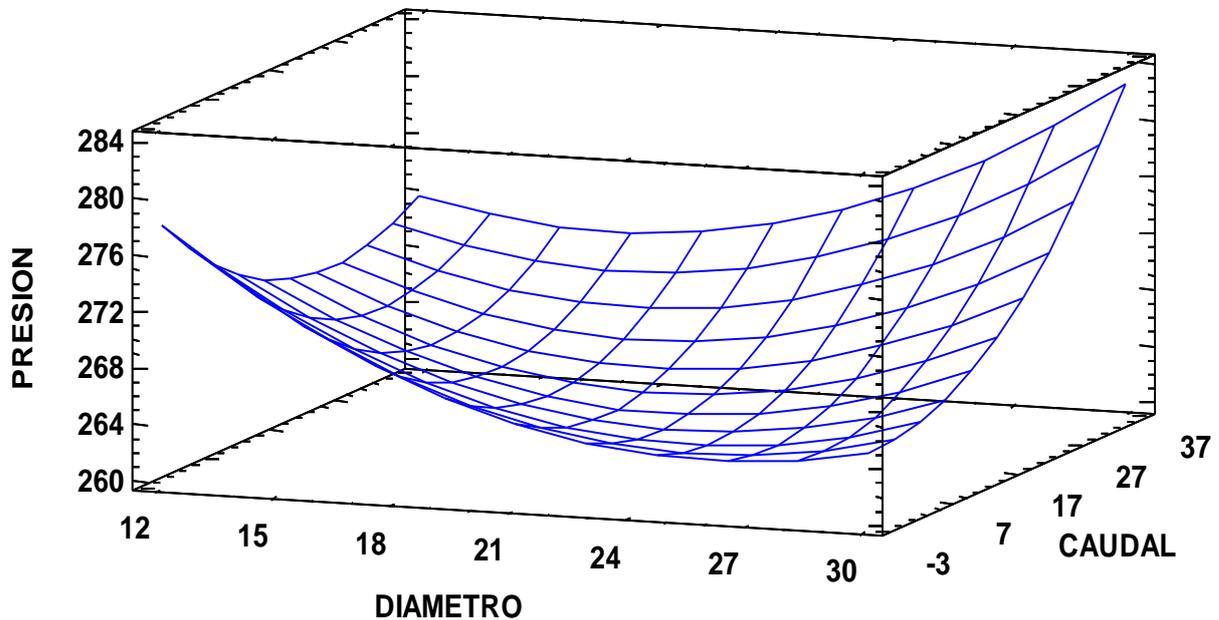
**Cuadro 40. Resultados Estimados para PRESION**

	<i>Observados</i>	<i>Ajustados</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
<i>Fila</i>	<i>Valores</i>	<i>Valores</i>	<i>para Media</i>	<i>para Media</i>
1	267.97	268.345	263.888	272.801
2	267.97	267.075	262.831	271.319
3	267.97	269.395	265.151	273.64
4	267.72	265.899	261.443	270.355
5	267.72	265.58	261.336	269.825
6	267.72	267.85	263.394	272.307
7	261.26	263.586	259.13	268.042
8	261.26	261.581	257.125	266.038
9	261.26	262.491	258.034	266.947
10	261.26	260.138	255.894	264.382
11	261.26	261.668	257.423	265.912
12	265.44	265.624	261.167	270.08
13	265.44	265.621	261.376	269.865
14	265.44	264.714	260.258	269.171
15	265.44	263.291	259.453	267.13
16	261.02	263.291	259.453	267.13

Esta tabla del cuadro 40 contiene información acerca de los valores de PRESION generados usando el modelo ajustado. La tabla incluye:

- (1) los valores observados de PRESION (si alguno)
- (2) el valor predicho de PRESION usando el modelo ajustado
- (3) intervalos de confianza del 95.0% para la respuesta media

Superficie de Respuesta Estimada  
VELOCIDAD=10.265



$$\begin{aligned}
 \text{PRESION} = & 298.674 - 3.3579 \cdot \text{DIAMETRO} - 0.795171 \cdot \text{CAUDAL} + \\
 & 1.37919 \cdot \text{VELOCIDAD} + 0.0732702 \cdot \text{DIAMETRO}^2 + \\
 & 0.0331276 \cdot \text{DIAMETRO} \cdot \text{CAUDAL} - 0.0334931 \cdot \text{DIAMETRO} \cdot \text{VELOCIDAD} + \\
 & 0.0121014 \cdot \text{CAUDAL}^2 - 0.0159491 \cdot \text{CAUDAL} \cdot \text{VELOCIDAD} - \\
 & 0.0272662 \cdot \text{VELOCIDAD}^2
 \end{aligned}$$

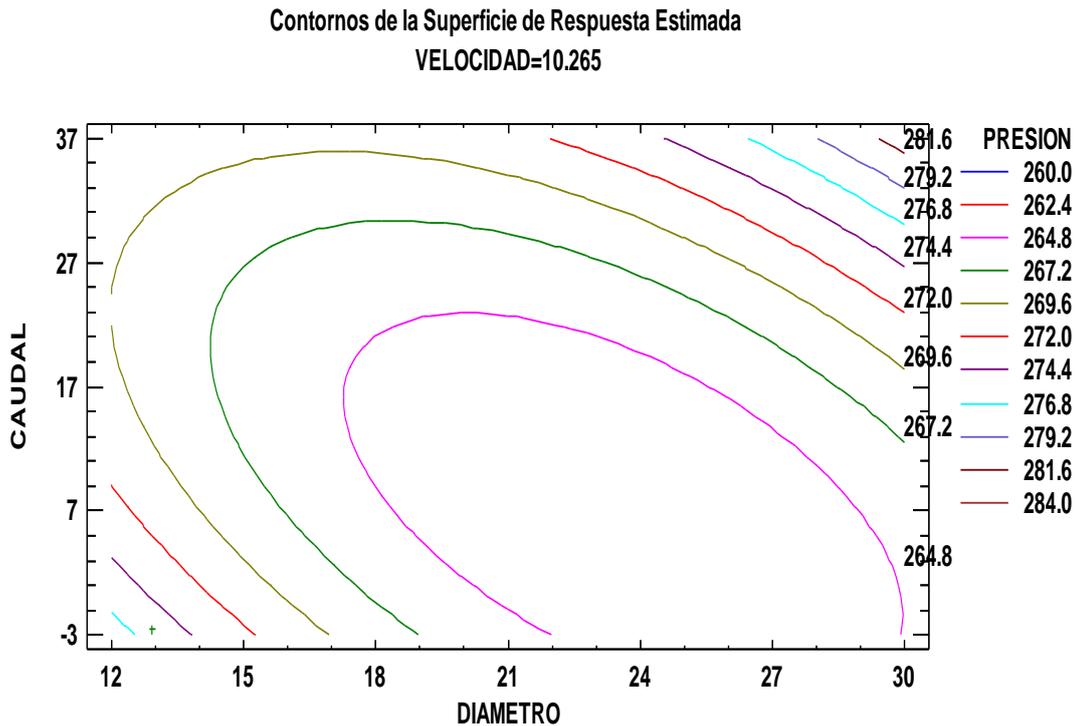
**Figura 35. Superficie de Respuesta Estimada.**

El comportamiento de la superficie estimada para el valor de la presión final del sistema en mbar optimo es de 277.045 m bar que está dentro de las la Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas ya que se complementa con la Norma Técnica Peruana NTP111.011-2014.

#### Cuadro 41. Camino de Máximo Ascenso para PRESION

			Predicción
			para
DIAMETRO	CAUDAL	VELOCIDA	PRESION
		D	
(mm)	(m3/h)	(m/s)	(mbar)
20.5	13.45	10.265	263.291
21.5	12.462	11.1136	262.942
22.5	11.5219	13.3821	262.277
23.5	11.6541	18.3532	259.947
24.5	13.0057	25.7271	253.635
25.5	14.9966	34.2935	241.896

Los valores del rango de variación de las variables independientes se muestran en el cuadro 41 lo que reafirma que estos valores de las variables independientes también caen en lo establecido por la Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas ya que se complementa con la Norma Técnica Peruana NTP111.011-2014, lo que se comprueba en la realidad en las instalaciones de gas del edificio multifamiliar Gallese.



**Figura 36. Contorno de la Superficie de Respuesta Estimada.**

❖ **Optimizar Respuesta**

A partir de las consideraciones planteadas se determinó a partir de la ecuación:

$$\begin{aligned}
 \text{PRESION} = & 298.674 - 3.3579 \cdot \text{DIAMETRO} - 0.795171 \cdot \text{CAUDAL} + \\
 & 1.37919 \cdot \text{VELOCIDAD} + 0.0732702 \cdot \text{DIAMETRO}^2 + \\
 & 0.0331276 \cdot \text{DIAMETRO} \cdot \text{CAUDAL} - 0.0334931 \cdot \text{DIAMETRO} \cdot \text{VELOCIDAD} + \\
 & 0.0121014 \cdot \text{CAUDAL}^2 - 0.0159491 \cdot \text{CAUDAL} \cdot \text{VELOCIDAD} - \\
 & 0.0272662 \cdot \text{VELOCIDAD}^2
 \end{aligned}$$

Encontrar el valor óptimo de estas variables independientes sobre el valor de la presión cuyo valor óptimo de 277,045 mbar que está dentro de las normas la Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas ya que se complementa con la Norma Técnica Peruana NTP111.011-2014 como se confirma en el cuadro 40.

Meta: maximizar PRESION

Valor óptimo = 277.045

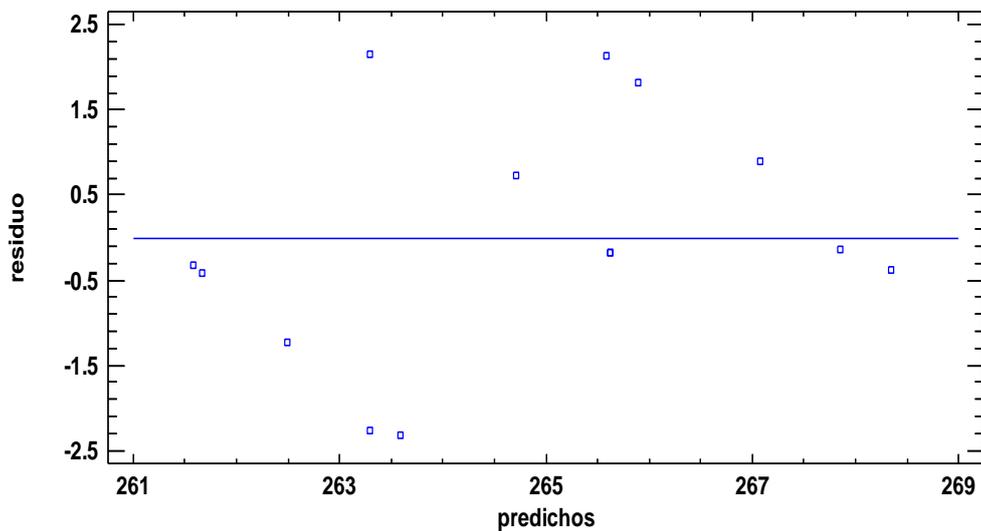
**Cuadro 42. Valores Bajos-Altos y Óptimos**

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
DIAMETRO	12.9319	28.0681	12.9319
CAUDAL	-2.44294	29.3429	-2.4428
VELOCIDAD	0.90582	19.6242	14.6228

3

Esta tabla muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza PRESION sobre la región indicada. Use el cuadro de diálogo de Opciones de Ventana para indicar la región sobre la cual se llevará a cabo la optimización. Puede establecer el valor de uno o más factores a una constante, estableciendo los límites alto y bajo en ese valor.

Gráfica de Residuos para PRESION



**Figura 37: Residuos para Presión.**

## V. DISCUSION.

Los valores que se reportan de las variables corridas en la toma de datos que se indican.

**Variable Independiente (X): Las normas E.M.040 y NTP111.011.**

$X_1$ : Diámetro de tuberías.

$X_2$ : Caudal de los reguladores.

$X_3$ : Velocidad del flujo del gas.

**Variable Dependiente (Y): Diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar.**

$Y_1$ : Presión final del diseño de instalaciones de gas

Fueron procesados y reportados en cuadros del 24 al 33 generando las figuras del 23 al 30 estos resultados coinciden estadísticamente con lo reportado por Tamayo (2003) Calzada (1970).

También 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), Castillo (2013), la norma técnica peruana 111,011-2014 y Ministerio de Vivienda (2013), los valores y el comportamiento de los valores constante del gas siendo un fluido compresible se mantienen dentro de los rangos de las normas como lo indica Quispe (2015).

El rechazo de las hipótesis nulas fueron comprobadas con las pruebas de las medias, medianas, pruebas de múltiple rango, variación de la variancia, la mediana de Mood y comprobadas con la prueba de Kruskal Wallis que establecieron el rechazo de las hipótesis nulas generadas de la hipótesis genera y específicas del estudio como lo recomienda Tamayo (2003) y Calzada (1970).

Los valores físico reportados en el comportamiento de Diámetro de tuberías, Caudal de los reguladores, velocidad del flujo del gas sobre el diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar cuya repuesta fue la presión permitieron el rechazo de la hipótesis nula como también lo sostiene Quispe (2015), castillo (2013) y Osinergmin (2014) norma técnica peruana 111,011- 2014 y Ministerio de Vivienda (2013), norma EM040 lo que demuestra que el rechazo de las hipótesis nulas aceptando las hipótesis de la tesis.

Los reportes de loa cuadros del 32 al 42 y la figuras del 31 al 37 dicen que hay un influencia sobre la presión pero que no sobrepasa el límite establecido por las normas: Osinergmin (2014) norma técnica peruana 111,011- 2014 y Ministerio de Vivienda (2013), norma EM040 como lo refieren Arroyo (2015), Catillo (2013), la norma técnica peruana 111,011- 2014 y Misterio de Vivienda (2013) que luego se comprueba en la superficie de respuesta.

Los cuadros del 32 al 42 y las figuras del 31 al 37 indican la variación en la superficie de respuestas en la optimización del valor de la presión al variar Diámetro de tuberías, Caudal de los reguladores, Velocidad del flujo de gas sobre el diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar cuya repuesta fue la presión encontrándose un valor óptimo de 277.045 m bar que esta entro de lo establecido por la norma técnica peruana 111,011- 2014 y Ministerio de Vivienda (2013) ; esto se puede observar con claridad en el cuadro 40. De valores bajos altos y óptimos, donde la meta es maximizar la Presión en valor óptimo es de 277.045, los resultados concuerdan con la de Osinergmin (2014), Norma Técnica Peruana 111.01 en el cual menciona que la presión máxima es de 340mBar. Observando la presión está en el rango permitido. Como lo indican norma técnica peruana 111,011- 2014 y Ministerio de Vivienda (2013), norma EMO40 como lo refieren Arroyo (2015), Castillo (2013), la norma técnica peruana 111,011- 2014 y Misterio de Vivienda (2013).

## VI. CONCLUSIONES.

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  $2.87 \text{ m}^3/\text{h}$ ; con reguladores de la primera etapa de  $22.96 \text{ m}^3/\text{h}$  y en la segunda etapa el valor del gabinete doble fue de  $5.76 \text{ m}^3/\text{h}$ , gabinete triple de  $5.16 \text{ m}^3/\text{h}$  para una lográndose un confinamiento menor a  $4.8 \text{ m}^3/\text{kW}$  lo que se logró con unas rejillas de ventilación inferior  $20 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$  con una área de  $500 \text{ cm}^2$ , por lo que dichas normas en el plano empírico se complementan.

El uso de la Norma Técnica de Edificación E.M. 040 Instalaciones de Gas proporciono los requisitos y condiciones para obtener el diámetro de tubería de  $25 \text{ mm}$  para la red montante y de la red interna de los departamentos del edificio Gallese, así mismo se observo en el desarrollo estadístico que el diámetro de tubería favorece en el valor de la presión final.

El uso de la Norma Técnica Peruana NTP111.011-2014 favorece en gran medida en el diseño de instalaciones de gas en el edificio multifamiliar ya que permitió el resultado de la presión final mediante sus formulas planteadas, obteniendo un valor optimo de  $277 \text{ mBar}$ , valor que no sobrepasa la norma.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

Aplicar las normas e.m. 040 y n.t.p. 111.011 para la elaboración de un proyecto de instalaciones de redes de gas de mayores cantidades de departamentos y observar sus resultados.

Aplicar la norma e.m. 040 instalaciones de gas con otra norma técnica como la n.t.p. 321.123 a manera de observar si se obtienen valores similares o diferentes para el desarrollo de instalaciones de gas en un edificio multifamiliar y también observar si el diámetro de tubería influye en el resultado de la presión final.

Implementar la elaboración de hojas de cálculos para aplicar las formulas de la n.t.p.111.011-2014 y obtener los resultados como la velocidad y presión final de las instalaciones de redes de gas en edificaciones.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

**André Sarmiento Oscar** (2005), Tesis *“Diseño y análisis económico de una instalación de gas licuado de petróleo aplicado al edificio Mileniun de la ciudad de Loja”*, Escuela Superior Politécnica del Litoral. (Ecuador).

**Arroyo Padilla Salvador** (2015), Tesis: *“Proyecto de construcción y distribución de gas natural en la vía pública para la colonia del Carmen en la delegación Coyoacan”*, Universidad Autónoma de México. (México)

**Castillo Ponce Eric, Malca Reyes Santiago** (2013), Tesis: *“Análisis y propuesta para el diseño de un sistema de supervisión y control para un centro operacional de distribución de gas natural en la región Ica”*. Universidad Privada Antenor Orrego. (Trujillo).

**Castro, Márquez Fernando.** (2003). El proyecto de investigación y su esquema de elaboración. 2da edición. Caracas: Uyapal.

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

**Calzada Benza José** (1970). “Métodos estadísticos” Editorial Jurídica. Lima Perú.

**CEDIC**, 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 Osinergmin.

**Hayes Bob** (1999), Como medir la satisfacción del cliente .Oxford University Press.

**Fernández Beyruti, Ojeda Pons Yebel** (2003), en su tesis “Medición de la satisfacción de los clientes de Gigante las Animas-Puebla” Universidad de las Américas Puebla” (México).

**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 instalación de una planta de gas licuado de petróleo en la ciudad de Tingo María*” Universidad Nacional de Ingeniería. (Lima)

**Osinergmin-Organismo Supervisor de la Inversión en Energía** (2014) Norma Técnica Peruana 111.011-2014.Peru.

**Santana Canchanya Dennys** (2009), en su Tesis titulada: “*Diseño de sistema de cogeneración 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), Tesis: “*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)

**Ramírez Espejel Erick** (2013), Tesis: *“Diseño y análisis de la red interna de construcción y distribución de gas natural hacia los centro de consumo de la planta metal-mecánica, bajo normas de uso y manejo de gas natural”*, Instituto Politécnico Nacional, México. (México).

**Rocca Martínez Geovanny** (2011), Tesis: *“Diseño de una red de distribución de gas natural para uso domestico en el sector las cocuizas del municipio Maturín del estado Monagas”*, Universidad Nacional Autónoma de México. (México)

**Tamayo** (2003) *“El proceso de investigación científica”* Cuarta Edición Limusa S.A. México.

**Tavares Jiménez María** (2013), *“Instalación de línea de gas”*, Universidad Tecnológico de Querétaro. (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 Consistencia.

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOS
<p><b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b></p> <p>Problema General:</p> <p>¿De qué manera las normas E.M. 040 se complementan con NTP111.011 para favorecer el diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar Gállese?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b></p> <p>¿De qué manera la norma E.M. 040 favorece en el diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar Gállese?</p> <p>¿De qué manera la norma NTP 111.011 favorece en el diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar Gállese?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Determinar de qué manera las normas E.M. 040 se complementa con NTP111.011 para favorecer el diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar Gallese</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>Establecer de qué manera favorece la norma E.M. 040 en el diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar Gallese.</p> <p>Establecer de qué manera favorece la norma NTP111.011 en el diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar Gallese.</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL</b></p> <p>Las normas E.M. 040 se complementan con NTP111.011 para favorecer el diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar Gállese</p> <p><b>HIPÓTESIESPECÍFICAS</b></p> <p>Las normas E.M. 040 favorece en el diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar Gállese</p> <p>La NTP111.011 para favorece en el diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar Gállese</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <p>Las normas E.M.040 y NTP111.011</p> <p><i>Indicadores</i></p> <p>Diámetro de tubería Caudal de los reguladores Velocidad del flujo de gas.</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <p>Diseño de Instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar</p> <p><i>Indicadores</i></p> <p>Presión final del diseño de instalaciones de gas.</p>	<p><b>MÉTODO</b> El método es inductivo- deductivo</p> <p><b>TIPO DE ESTUDIO.</b> Aplicada</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b> Explicativa</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b> No experimental</p> <p><b>POBLACIÓN</b> 20 departamentos del edificio multifamiliar Gallese</p> <p><b>MUESTRA</b> 20 departamentos del edificio multifamiliar Gallese</p> <p><b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b></p> <p><b>TECNICA</b> La observación.</p> <p>Análisis de documentos.</p> <p><b>INSTRUMENTO</b> Planos de Arquitectura</p> <p>Hojas cálculo de montante</p> <p>Hoja de cálculo de red interna y confinamiento.</p>

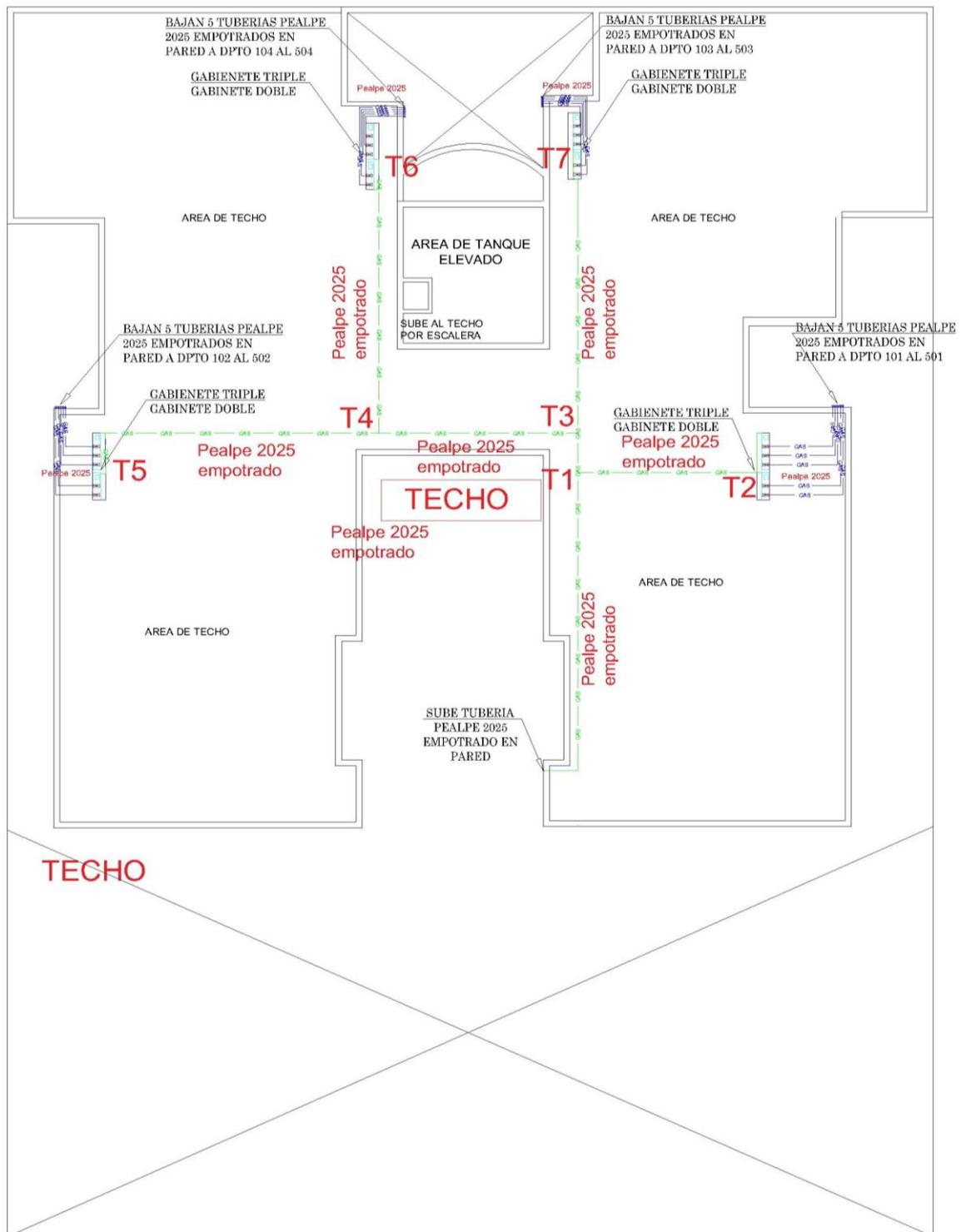
## Anexo 2. Matriz de Operacionalización.

DEFINICIÓN DE VARIABLES		
<b>Variables Independientes</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidades</b>
Las normas E.M.040 y NTP111.011	Diámetro de tubería. Caudal de los reguladores. Velocidad del flujo de gas.	mm m3/h m/s
<b>Variables Dependientes</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidades</b>
Diseño de Instalaciones de gas del edificio multifamiliar	Presión Final del diseño de instalación de gas	mBar

### Anexo 3. Instrumentos

#### CÁLCULOS DE MONTANTE DEL EDIFICIO GALLESE

															Potencia por departamento (kw)									
															c/u	Kw	Presión regulador	340	mbar					
															DEPARTAMENTOS									
															20	31.69	633.80							
															TOTAL		633.80	Caída medidor	1.5	mbar				
																		Presión Inicial:	338.5	mbar				
Dirección:															EDIFICIO GALLESE									
Centro de Medición	Tramo	N° viviendas	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	Modelo de Regulador								
CM7	REG1-T1	20	32.39	22.9	5	0	0	0	5.50	37.89	20.000	PAP2025	15.83	68.768										
	T1-T3	15	1.00	17.2	0	0	1	0	0.75	1.75	20.000	PAP2025	11.28	1.835										
	T3-T4	10	4.79	12.9	1	0	0	1	2.55	7.34	20.000	PAP2025	8.48	4.564	261.02	B25								
	T4-T6	5	6.70	7.2	1	0	0	1	2.55	9.25	20.000	PAP2025	4.70	1.971										
	T6-CM7	2	0.90	4.0	2	0	0	1	3.65	4.55	20.000	PAP2025	2.63	0.337										
														Caída de presión acumulada		77.475	APROBADO							
CM4	REG1-T1	20	32.39	22.9	5	0	0	0	5.50	37.89	20.000	PAP2025	15.83	68.768										
	T1-T3	15	1.00	17.2	0	0	1	0	0.75	1.75	20.000	PAP2025	11.28	1.835										
	T3-T4	10	4.79	12.9	1	0	0	1	2.55	7.34	20.000	PAP2025	8.48	4.564	261.39	B25								
	T4-T5	5	6.77	7.2	0	0	1	0	0.75	7.52	20.000	PAP2025	4.70	1.602										
	T5-CM4	2	1.62	4.0	2	0	1	0	2.95	4.57	20.000	PAP2025	2.63	0.339										
														Caída de presión acumulada		77.108	APROBADO							



**Planos para elaboración del diseño de instalación de gas natural en edificio multifamiliar.**

#### Anexo 4. Validación de Instrumentos.

Se procede a realizar el cálculo de la MONTANTE con la fórmula de Renouard según NTP111.01.

- **Fórmula de Renouard: (Montante)**

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

Dónde:

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

### Anexo 5. Matriz de datos.

	Diámetro (mm)	Caudal (m3/h)	Velocidad(m/s)	Presión(mbar)
CM1	25	4	2.63	267.97
	25	7.2	4.7	267.97
	25	22.9	15.83	267.97
CM2	25	5.2	3.38	267.72
	25	7.2	4.7	267.72
	25	22.9	15.83	267.72
CM3	25	4	2.63	261.26
	25	7.2	4.7	261.26
	25	12.9	8.48	261.26
	25	17.2	11.28	261.26
	25	22.9	15.83	261.26
CM6	25	5.2	3.38	265.44
	25	7.2	4.7	265.44
	25	17.2	11.28	265.44
	25	22.9	15.83	265.44
CM7	25	4	2.63	261.02
	25	7.2	4.7	261.02
	25	12.9	8.48	261.02
	25	17.2	11.28	261.02
	25	22.9	15.83	261.02

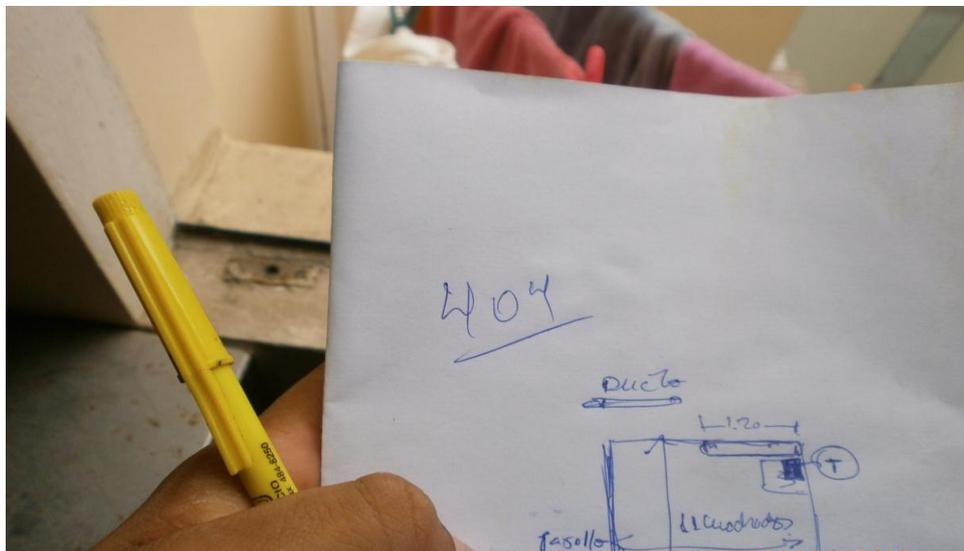
## Anexo 6. Evidencias de la investigación.

Visita del edificio multifamiliar Gállese donde se realizó la parte empírica de la investigación





Departamentos del edificio multifamiliar



Planteamiento del recorrido de la red y ubicación de artefactos



Departamentos del edificio multifamiliar



Vista del edificio multifamiliar, para plantear el recorrido de la montante.



Vista del regulador de primera etapa,  
en gabinete s22.



Vista del regulador de primera etapa,  
en gabinete s22.



Regulador de primera etapa y medidor.



Medición de presión con manómetro.



Gasodomicos (cocina) de los departamentos del edificio multifamiliar.



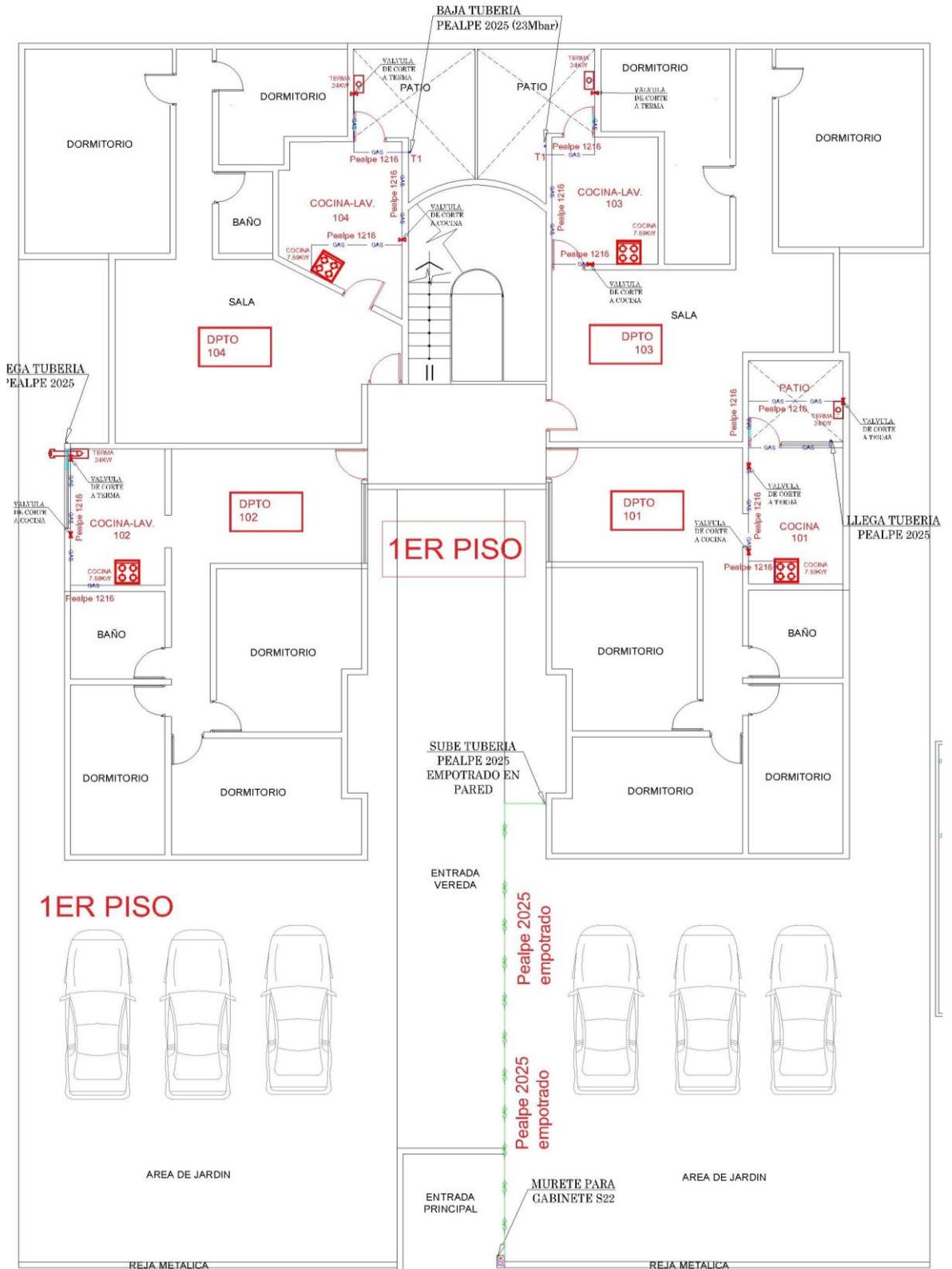
Gasodomicos (terma) de los departamentos del edificio multifamiliar.



Gabinete triple, cobertura de reguladores y medidores.

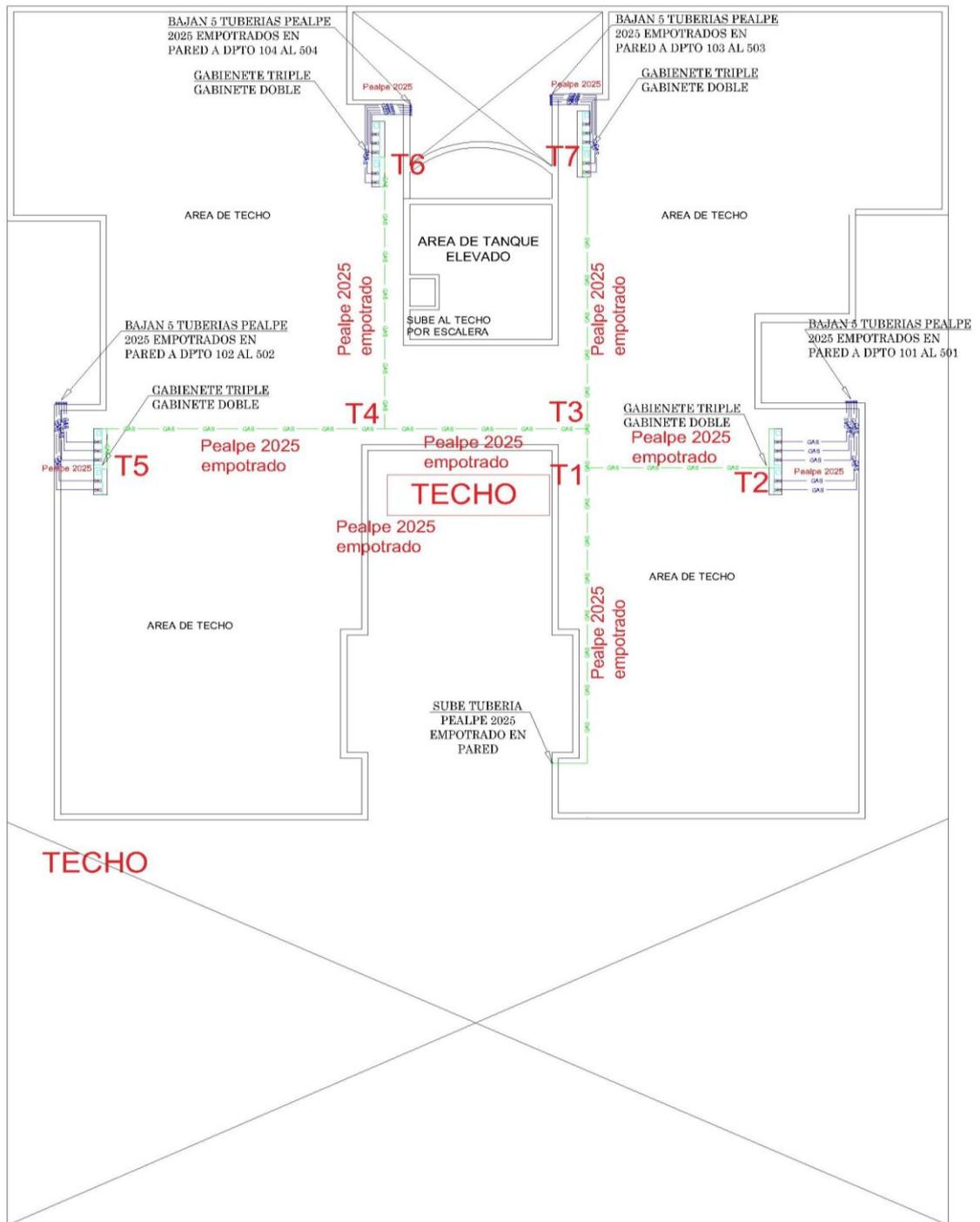


Materiales para la elaboración de instalación de gas natural.



Plano de instalación de gas natural de primer piso (Vista en planta).





Plano de instalación de gas natural del techo  
(Vista en planta)

