

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



TESIS

**Diseño de la red interna de gas natural para suministro de
gas de una vivienda multifamiliar**

Para obtener el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico Electricista

Elaborado por:

Omar Araujo Araujo
 [0000-0002-5576-9058](https://orcid.org/0000-0002-5576-9058)

Asesor:

Dr. Ing. Fortunato Alva Davila

 [0009-0008-8168-661X](https://orcid.org/0009-0008-8168-661X)

LIMA – PERÚ
2025

| | |
|--------------------------------|---|
| Citar/How to cite | (Araujo Araujo, 2025) |
| Referencia/Reference | Araujo, O. (2025). <i>Diseño de la red interna de gas natural para suministro de gas de una vivienda multifamiliar</i> . [Tesis, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI. |
| Estilo/Style: APA (7ma ed.) | |

DEDICATORIA

*En primer lugar, dedicar este esfuerzo a Dios que ha sido mi
fortaleza y motivación para el enfoque formación y diario
andar.*

*También dedico a mis Padres Don Antonio y Doña Gladys, y
hermanos José y Kamiko; que me han apoyado durante mi
formación profesional.*

*A mi amada esposa Patricia e hijas Arlet y Daniela y a los
docentes de la Universidad Nacional de Ingeniería.*

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero agradecer a Dios por haberme otorgado en su Palabra de verdad, la filosofía de vida para mi diario andar ayudándome a tomar buenas decisiones para su gloria y honra que es el propósito de mi existir.

Agradezco a mis padres Don Antonio y Doña Gladys y mis hermanos José y Kamiko, por su enorme apoyo, paciencia y comprensión en mi estancia en la universidad.

Estoy muy agradecido a mi alma mater la Universidad Nacional de Ingeniería, por la formación rigurosa en ingeniería dotándome de competencias para el campo laboral competitivo brindando soluciones a las necesidades de la sociedad.

Agradezco a mi asesor de Tesis, Dr. Ingeniero Fortunato Alva Dávila por brindarme la oportunidad de recurrir a su larga trayectoria y experiencia en la ingeniería y en el campo de la fe con su ministerio evangelístico.

Finalmente agradecer a los docentes de la Facultad de Ingeniería Mecánica, quienes contribuyeron en mi desarrollo integral profesional.

Resumen

En nuestro país contamos con múltiples recursos energéticos que son la base para el impulso del desarrollo de actividades económicas y sostenimiento de nuestra sociedad entre esos múltiples recursos energéticos se encuentra el Gas Natural cuya aplicación se hace cada vez más masiva y significativa en el suministro energético en unidades industriales, comerciales y residenciales. En la presente trabajo, se desarrolló el diseño de la red interna de suministro de gas natural para los puntos de conexión de los gasodomésticos de una vivienda multifamiliar, con el auxilio de disciplinas científicas interdependientes, softwares electrónicos (AutoCAD, Excel, Matlab) y así mismo; se ha tenido presente siempre las recomendaciones de la norma técnica peruana velando así por la seguridad del sistema interior como de los usuarios y de este modo se aporta una perspectiva amplia de que el diseño no puede estar divorciado de la normativa en su desarrollo.

Palabras claves: Diseño red interna de gas natural, aplicación NTP 111.011, ventajas del gas natural seco, Gasodomésticos.

Abstract

In our country we have multiple energy resources that are the basis for promoting the development of economic activities and sustaining our society. Among these multiple energy resources is Natural Gas, the application of which is becoming increasingly massive and significant in the energy supply in industrial, commercial and residential units. In this work, the design of the internal natural gas supply network for the connection points of the gas appliances of a multi-family home was developed, with the help of interdependent scientific disciplines, electronic software (AutoCAD, Excel, Matlab) and so on. same; The recommendations of the Peruvian technical standard have always been kept in mind, thus ensuring the safety of the internal system as well as that of the users, and in this way a broad perspective is provided that the design cannot be divorced from the regulations in its development.

Keywords: Internal natural gas network design, NTP 111.011 application, advantages of dry natural gas, domestic gas.

Tabla de Contenido

| | |
|--|-----------|
| Resumen | v |
| Abstract | vi |
| Capítulo I. Generalidades | 1 |
| 1.1. Antecedentes de la investigación | 1 |
| 1.2. Descripción e Identificación del Problema de Estudio..... | 2 |
| 1.3. Formulación del Problema | 3 |
| 1.4. Justificación e Importancia..... | 3 |
| 1.5. Objetivos | 4 |
| 1.5.1 Objetivo General..... | 4 |
| 1.5.2 Objetivos Específicos | 4 |
| 1.6. Hipótesis | 4 |
| 1.6.1 Hipótesis General..... | 4 |
| 1.6.2 Hipótesis Específicas..... | 4 |
| 1.7. Variables y Operacionalización de variables | 5 |
| 1.7.1 Variables | 5 |
| 1.7.2 Operacionalización de variables | 6 |
| 1.8. Metodología de la Investigación..... | 7 |
| 1.8.1 Unidades de Análisis | 7 |
| 1.8.2 Tipo, enfoque y nivel de investigación | 7 |
| 1.8.3 Diseño de la Investigación | 8 |
| 1.8.4 Fuentes de Información..... | 8 |
| 1.8.5 Población y muestra | 9 |
| 1.8.6 Técnicas e Instrumentos para conseguir datos..... | 9 |
| 1.8.7 Procesamiento y Análisis de Datos | 10 |
| Capítulo II: Marco teórico y conceptual | 11 |
| 2.1. Marco teórico..... | 11 |

| | | |
|--------|---|-----------|
| 2.2 | Marco conceptual | 12 |
| 2.2.1. | Gas Natural (GN)..... | 12 |
| 2.2.2. | Combustión | 14 |
| 2.2.3. | Combustible Gaseoso | 14 |
| 2.2.4. | Los quemadores..... | 15 |
| 2.2.5. | Tipo de tuberías usadas en las instalaciones de un sistema de Gas Natural residencial. | 20 |
| 2.2.6. | Soldadura | 25 |
| 2.2.7. | Prueba de Hermeticidad..... | 26 |
| 2.2.8. | Ventilación y Evacuación de gases de Gases de Combustión..... | 26 |
| | Capitulo III. Desarrollo del trabajo de investigación | 28 |
| 3.1.1. | Especificación y Ubicación de los Medidores..... | 34 |
| | Capítulo IV. Resultados, Contrastación de Hipótesis y Discusión de Resultados | 37 |
| 4.1. | Cálculo del Caudal de consumo de los Gasodomésticos instalados en los departamentos y Caudal total para la vivienda multifamiliar | 37 |
| 4.2. | Cálculo de las dimensiones de la línea Montante y de la instalación del tendido de tuberías internas | 39 |
| 4.3. | Resultados del Caudal..... | 41 |
| 4.4. | Cálculo de Instalaciones Receptoras y dimensión de Gabinete..... | 51 |
| 4.4.1 | Características Elementos de Regulador y Medición | 51 |
| 4.4.2 | Cálculo del regulador de primera etapa | 51 |
| 4.4.3 | Cálculo del regulador de segunda etapa | 51 |
| 4.5. | Características del Gabinete doble | 52 |
| 4.6. | Medidores de Gas Residencial | 52 |
| | CONCLUSIONES..... | 54 |
| | RECOMENDACIONES..... | 56 |
| | Referencias bibliográficas | 56 |
| | ANEXOS | 60 |

Lista de Tablas

| | | |
|----------|--|----|
| Tabla 1 | <i>Composición del gas natural seco – Camisea.</i> | 13 |
| Tabla 2 | <i>Categoría de artefactos aplicables.</i> | 17 |
| Tabla 3 | <i>Características de Tuberías Pe-Al-Pe.</i> | 21 |
| Tabla 4 | <i>Tubería de cobre.</i> | 22 |
| Tabla 5 | <i>Característica tubería tipo K.</i> | 23 |
| Tabla 6 | <i>Característica tubería tipo L.</i> | 23 |
| Tabla 7 | <i>Característica tubería tipo M.</i> | 23 |
| Tabla 8 | <i>Tuberías de cobre tipo K.</i> | 24 |
| Tabla 9 | <i>Tuberías tipo K en barras rectas (temple duro).</i> | 24 |
| Tabla 10 | <i>Tuberías de cobre tipo L.</i> | 24 |
| Tabla 11 | <i>Tuberías tipo L en barras rectas (temple duro).</i> | 24 |
| Tabla 12 | <i>Tabla de parámetros para pruebas de Hermeticidad.</i> | 26 |
| Tabla 13 | <i>Materiales de cobre para el montante.</i> | 35 |
| Tabla 14 | <i>Tipos de Tuberías Pe-Al-Pe y componentes de conexión.</i> | 35 |
| Tabla 15 | <i>Descripción de gasodomésticos de los usuarios.</i> | 37 |
| Tabla 16 | <i>Factor de Simultaneidad.</i> | 39 |
| Tabla 17 | <i>Cálculo de la línea montante</i> | 43 |
| Tabla 18 | <i>Cálculo de la línea individual interna.</i> | 46 |
| Tabla 19 | <i>Tabla consolidado descriptiva de la instalación.</i> | 53 |

Lista de Figuras

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 1 | <i>Configuración de una ilustración interna con dos puntos</i> | 21 |
| Figura 2. | <i>Configuración de una instalación interna con tres puntos</i> | 21 |
| Figura 3 | <i>Métodos de Ventilación para Recintos</i> | 27 |
| Figura 4 | <i>Línea individual (izq.) línea con montante (der.)</i> | 31 |
| Figura 5 | <i>Distribución general en la azotea</i> | 31 |

Capítulo I. Generalidades

1.1. Antecedentes de la investigación

(Flores, 2017), *Diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar Gallese con el uso de las normas complementadas: Norma Técnica E.M. 040 de instalaciones de gas y Norma Técnica Peruana NTP 111.011-2014*. 2016. [Tesis de grado, Universidad Privada Telesup] repositorio utelesup. La investigación busca explicar cómo estas normativas en conjunto nos permiten optimizar el diseño de las instalaciones, considerando aspectos claves para el mismo, como son: el caudal del fluido la presión, la velocidad y el diámetro de las tuberías en los sistemas de distribución. Desde un enfoque empírico, se propone demostrar cómo estas variables interrelacionadas contribuyen a un diseño eficaz, adecuado y eficiente.

(Rafaile, J., 2022). *Diseño de un sistema de tuberías de gas natural para una vivienda multifamiliar en el distrito de San Miguel-Lima-Perú* [Monografía técnica de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Físicas, Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

En su investigación, destaca que, el uso de gas natural cada vez más, se extiende su uso en el Perú, especialmente en ciudad de Lima y la provincia constitucional del Callao, abasteciendo industrias, comercios, residencias y edificios multifamiliares. Por ello, considera importante una mejora en el diseño e instalaciones de los sistemas de distribución, asegurando así el uso eficiente del gas natural con todas normativas y pruebas concernientes a la seguridad de los mismos para los usuarios. Además, Rafaile resalta las principales ventajas del gas natural, las cuales motivaron su estudio: su alto valor calorífico que posee versus otras fuentes energéticas, la diversidad de proveedores, su relación precio-calorífico favorable, y su combustión eficiente, que no libera partículas y genera

mínimas emisiones de CO₂. También menciona que el uso del gas natural contribuye a la prevención del calentamiento global. Finalmente, destaca que los beneficios para los hogares, facilitando sus actividades cotidianas domésticas.

1.2. Descripción e Identificación del Problema de Estudio

Los mercados energéticos apoyan ya en el curso de varios años decisivamente en el crecimiento de la economía nacional, y entre ellos destaca el mercado del gas natural que ha ayudado favorablemente en la transformación energética de nuestra nación. El rápido crecimiento de la demanda en las viviendas y el desarrollo tecnológico en la industria del gas natural permite realizar el uso eficiente de este recurso para beneficio de las familias por medio de sistemas de red de distribución de gas natural, sin embargo; actualmente también muchos hogares se abastecen de gas natural por medio de balones los cuales tienen la desventaja de que si no se manipulan bien se corre el riesgo de fuga de gas, son de mayor costo y restringido en horarios de atención por los proveedores, en contraste, el abastecimiento por un sistema de red de gas natural es más seguro, más económico y servicio continuo las veinticuatro horas del día.

En el Perú con el fin de beneficiar a poblaciones vulnerables en todo el largo y ancho del territorio con fuentes energéticas más limpias y menos contaminantes se crea el Fondo de Inclusión Social Energético (FISE) con la Ley N°29852 en el año 2012, y uno de sus propósitos es la masificación del gas natural para viviendas y vehículos.

Es sabido también que los artefactos que funcionan con energía eléctrica como por ejemplo termas eléctricas, calentador de agua, cocinas tienen su contraparte con artefactos de consumo a gas natural y esta es otra ventaja para hacer más masiva el uso del gas en las viviendas abaratando costos, ya que el costo energético es mucho mayor que al de gas para las mismas funciones en los artefactos.

1.3. Formulación del Problema

¿Diseñar la red interna de gas natural para una vivienda multifamiliar, de acuerdo con las normativas y estándares establecidos?

A partir de este problema general, se derivan las siguientes preguntas específicas:

- ¿El diseño de la red interna de gas natural, se debe dividir en dos etapas de regulación?
- ¿Qué tipo de reguladores deben seleccionarse para las dos etapas de suministro de gas?
- ¿Cómo calcular y determinar a partir de la presión y el caudal del gas natural el diámetro adecuado?
- ¿Qué tipo de ventilación debería implementarse?

1.4. Justificación e Importancia

La expansión del uso de gas natural, especialmente desde la operación del gasoducto de Camisea, ha permitido una transformación en la matriz energética del país, brindando a muchos hogares una opción más segura y económica en comparación con otros sistemas de abastecimiento como los balones de gas. Sin embargo, el diseño de redes internas de gas natural en edificios multifamiliares conlleva complejidades técnicas para que sean eficientes y así también se garantiza un suministro económico y seguro. Este estudio es relevante, ya que busca optimizar el diseño, de manera que también se cumpla con las normativas técnicas. Esto nos permite reducir los riesgos de fugas, incendio o explosiones mortales, y por otro lado incrementa la eficiencia energética lo cual nos hace ser más amigables con el ambiente, al utilizar una fuente de energía limpia que contribuye a una disminución de emisiones contaminantes. De esta manera, este trabajo no solo

aborda una necesidad técnica, sino que también tiene un impacto en el desarrollo de un sistema energético más eficiente y accesible para la población.

1.5. Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Diseñar el sistema de la red interna de gas natural para suministro en una Vivienda Multifamiliar para mejorar el confort de sus usuarios.

1.5.2 Objetivos Específicos

- ✓ Diseñar el tendido de la red interna por etapas de regulación.
- ✓ Seleccionar el tipo de los reguladores en cada etapa de regulación.
- ✓ Calcular el caudal y la velocidad del gas natural para seleccionar el diámetro de la tubería adecuada.
- ✓ Determinar tipo de ventilación adecuada según sea el caso.
- ✓ Seleccionar el tipo de material de las tuberías que transportaran el gas natural.

1.6. Hipótesis

1.6.1 Hipótesis General

El Diseño de una red Interna de gas natural, incidirá favorablemente en el confort y calidad de vida de los usuarios residenciales.

1.6.2 Hipótesis Específicas

- ✓ El diseño de la red de tuberías de gas natural se realizará por etapas de regulación de presión.
- ✓ La selección de los reguladores incidirá favorablemente en el diseño de la red interna de gas natural.
- ✓ El cálculo del caudal y velocidad del gas natural incidirá favorablemente en el diseño de la red interna de gas natural.

- ✓ El tipo de ventilación seleccionado incidirá favorablemente en el diseño.
- ✓ La correcta selección del tipo de material a usar incidirá favorablemente en el desempeño del sistema.

1.7. Variables y Operacionalización de variables

1.7.1 Variables

Variable independiente:

- ✓ Diseño del sistema de la red interna para suministro de gas natural (X)

Variable dependiente:

- ✓ Confort y calidad de vida de los usuarios residenciales (Y)

1.7.2 Operacionalización de variables

| Variable | Definición conceptual | Dimensiones | Indicadores | Ítems | Técnica: Instrumentos | Escala de medición |
|---|--|---|--|--|--|--------------------------|
| Diseño del sistema de la red interna para suministro de gas natural (X) | Plan para el dimensionamiento de un sistema de tuberías destinado al suministro de gas natural seco en instalaciones internas residenciales. Este sistema incluirá tuberías (internas, línea matriz, línea montante), válvulas, accesorios, especificaciones de materiales y otros componentes, comenzando desde el medidor hasta los diferentes artefactos a gas del usuario final. Todo el diseño deberá cumplir con las exigencias mínimas de seguridad para garantizar una operación confiable, según lo establecido por la NTP 111. 011-2014. | Selección de reguladores y medidores | <ul style="list-style-type: none"> • Potencia • Caudal • Velocidad | Kw , m ³ /h, m/s | Análisis teórico cuantitativo, aplicación ingeniería | Ordinal. |
| | | Diámetro y longitudes de las tuberías internas, línea matriz y montante | <ul style="list-style-type: none"> • Potencia • Caudal • Velocidad permisible • Recorrido • Optimización de materiales • Caída de presión • Influencia de la altura. • Factor de simultaneidad | Kw, m ³ /h, m/s, mbar,m | | |
| | | Ventilación | <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de espacio • Tipo de ventilación | Métodos para la validación de recintos | | |
| Confort y calidad de vida de los usuarios residenciales (Y) | Confort se refiere al estado de bienestar, comodidad y seguridad que experimentan los habitantes de la vivienda multifamiliar en su entorno satisfaciendo necesidades básicas de cocción de alimentos, calentamiento de agua y calefacción. | Costo | <ul style="list-style-type: none"> • Costo del GN en el mercado, balones • Costo de instalación • Pago mensual vs balones GN • Ahorro energía eléctrica duchas | Análisis teórico, Registro de datos | Ordinal | |
| | | Disponibilidad | <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad 24 horas • Confiabilidad • No dependencia de muchos proveedores. | | | |
| | | Calidad | <ul style="list-style-type: none"> • Calidad de la flama. • Calidad del servicio | | | |
| | | Seguridad. | <ul style="list-style-type: none"> • Prueba de hermeticidad. • Ante fugas ambiente ventilados • Bloque ante fugas de red. | | | |

1.8. Metodología de la Investigación

1.8.1 Unidades de Análisis

Descripción, características y ubicación

La Vivienda Multifamiliar, es un edificio residencial que tiene más de una unidad de vivienda constituido por una infraestructura con diecinueve pisos donde a partir del segundo piso hasta el piso diecinueve, donde cada departamento cuenta con dos puntos de salida para el suministro de los gasodomésticos (cocina, termo tanque y/o terma) azotea y estacionamiento común, de modo que en la vivienda multifamiliar tiene un total de setenta y dos departamentos,

Las características principales de una vivienda multifamiliar son:

- Unidades independientes: Cada unidad tiene su propio acceso, instalaciones y espacio habitable.
- Áreas compartidas: Los residentes comparten instalaciones y áreas como estacionamiento, césped, cocina, baños, sala y áreas verdes.
- Ubicación: La vivienda multifamiliar está ubicada en una zona urbana.
- Diseño: El diseño y decoración exteriores son uniformes.

1.8.2 Tipo, enfoque y nivel de investigación

El tipo de investigación que se llevará a cabo es aplicativo, porque aplica la teoría para resolver un problema práctico y específico del ámbito del diseño de ingeniería. Se enfoca en la optimización del sistema, tomando en cuenta las normas técnicas y mejores prácticas.

Es cuantitativa la tesis en cuanto pretende medir, analizar y calcular aspectos técnicos como la presión, el caudal, la velocidad del fluido y el diámetro de las tuberías, buscando la optimización de los materiales, entre otros. Además, se evaluarán parámetros relacionados con el confort de los usuarios, como el costo y la seguridad del suministro.

La investigación es descriptiva porque se identifican y analizan los elementos clave del diseño de la red, tales como el diámetro de las tuberías, el tipo de reguladores, la selección de materiales y la configuración de la ventilación.

La investigación es correlacional porque se establece relaciones entre las variables que afectan la operación de la red y el grado de calidad de confort de los usuarios, como la relación entre el tipo de diseño y la eficiencia del sistema de red interna.

1.8.3 Diseño de la Investigación

El diseño aplicado es no experimental. Esto significa que se analizara los sistemas de redes internas, sin manipular directamente las variables en un ambiente controlado. El estudio se enfoca en observar y luego calcular las variables del sistema de red, donde se va implementar la instalación para luego describir cómo se lleva a cabo el diseño de la red paso a paso, sin realizar intervenciones sobre los factores externos.

Además, se utiliza un diseño aplicativo-correlacional, pues se busca correlacionar los distintos aspectos técnicos del diseño del tendido de la red interna con el confort y la calidad de vida de los usuarios, de forma que se pueda determinar cómo las modificaciones en el diseño pueden impactar directamente en la experiencia y seguridad de los residentes.

1.8.4 Fuentes de Información

Las fuentes de información se serán de primer y segundo orden:

- Fuentes de Primer Orden: Estas fuentes de primer orden estarán compuestas por los datos obtenidos directamente a través de la observación, juicio de expertos como por ejemplo técnicos de la categoría IG2, análisis de los sistemas de gas instalados en viviendas multifamiliares y cálculos técnicos sobre el diseño de sistemas de gas.

- Fuentes de segundo orden: Las fuentes de segundo orden incluirán documentos técnicos, normativas nacionales como la NTP 111.011-2026 (norma técnica peruana para instalaciones de gas natural), investigaciones previas sobre el diseño de sistemas de gas, artículos y libros de ingeniería especializados en la materia en cuestión y estudios de caso en otros proyectos similares

1.8.5 Población y muestra

La población de estudio está conformada por los departamentos de una vivienda multifamiliar, que consta de 19 pisos y 72 departamentos con dos puntos de abastecimiento. Cada uno de estos departamentos será considerado como una unidad para evaluar el impacto del sistema de gas natural en el confort de sus residentes.

La muestra estará constituida por una selección de departamentos representativos de cada piso del edificio. Dado que la investigación se centra en el sistema de la red de gas, no se utilizará un muestreo aleatorio; más bien, se seleccionarán los departamentos con características representativas en términos de ubicación y uso de los sistemas, para garantizar una muestra que refleje las condiciones generales del edificio.

1.8.6 Técnicas e Instrumentos para conseguir datos

Técnicas para conseguir Datos:

- Análisis documental: Se revisarán las normativas técnicas y manuales sobre el diseño de sistema de redes de gas natural seco, específicamente la NTP 111.011-2014, de manera que el diseño propuesto este en conformidad con los requerimientos legales y técnicos.
- Cálculos y simulaciones: Se utilizarán cálculos matemáticos y simulaciones para dimensionar la red de gas, considerando dimensiones físicas como el caudal, la

presión y el diámetro de las tuberías. También se realizarán cálculos de la caída de presión y de la optimización de materiales.

- Entrevistas y consultas a expertos: Se llevarán a cabo entrevistas con ingenieros expertos en redes de gas natural y personal técnico especializado para obtener consejos en base a su experiencia en sistemas de redes y recomendaciones en cuanto a diseño, materiales más idóneos.

Instrumentos para conseguir Datos:

- Cuestionarios de evaluación técnica: Para obtener información cualitativa sobre la percepción del diseño sistemas de gas en relación con la seguridad y confort de los usuarios.
- Formularios de cálculo y simulación: Herramientas especializadas para realizar los cálculos de los parámetros técnicos, como la velocidad y presión del gas.

1.8.7 Procesamiento y Análisis de Datos

El análisis de datos se realizará mediante un enfoque cuantitativo, utilizando los cálculos matemáticos correspondientes para el diseño del sistema de gas natural. Los datos obtenidos de las simulaciones y cálculos serán procesados y analizados mediante herramientas de software especializado en ingeniería.

- Cálculos y simulaciones: Se aplicarán fórmulas para calcular los diámetros de las tuberías, la presión y la velocidad del fluido, tomando en cuenta las normativas y las condiciones particulares del edificio.
- Correlación de variables: Se analizarán las correlaciones entre las variables técnicas del sistema de gas (presión, velocidad, caudal) y confort de los usuarios (calidad, seguridad, costo).

Capítulo II: Marco teórico y conceptual

2.1. Marco teórico

Bruno Wong, E. (2007). Metodología de Instalaciones De Gas y Sanitarias Aplicación Para Un Mercado en el Callao (Asociación de Trabajadores del Mercado 1ero. de Mayo). [tesis de grado, Universidad Ricardo Palma – URP] repositorio urp.

Tiene como objetivo mejorar las condiciones de los habitantes de la Urbanización Preví, en el Callao, mediante adecuada implementación de instalaciones de gas natural y sistemas sanitarios. Su propuesta busca optimizar el abastecimiento de productos alimenticios y otros bienes a la comunidad. En su investigación, destaca que el gas natural ocupa el tercer lugar en la producción mundial de energía, con un 20.1%, después del petróleo (35.8%) y el carbón (34.3%). América Latina contribuye con el 1.5% de la producción mundial, siendo Argentina y México los mayores productores, con una producción 15 veces superior a la de Perú. Además, Wong nos indica que al usar gas natural seco con gasodomésticos genera ahorros del 36% respecto al GLP. También compara las normas peruanas, argentinas y mexicanas.

Quispe (2015) *Instalación de redes de tuberías de gas en viviendas existentes en la cooperativa de vivienda La Fortaleza, etapa I, Pampas de San Juan de Miraflores, Lima*". [tesis de grado, Universidad Peruana de Integración Global] repositorio Utelesup.

Tiene como objetivo la estandarización de procedimientos operativos en conformidad del Reglamento Nacional de Edificaciones y las Normas técnica. La tesis también busca proporcionar a los futuros profesionales conocimientos técnicos. Utilizando el método inductivo, la investigación concluye que el diseño de las instalaciones debe basarse en la comparación de indicadores entre el modelo propuesto y los modelos existentes, lo que permitirá obtener resultados contrastables. Finalmente, se resalta la importancia de aplicar experiencias prácticas en la prevención y reducción de riesgos construcción de redes de gas.

Rojas E. (2019), Diseño de sistema de tuberías para las instalaciones internas residenciales y comerciales de gas natural seco [tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo] dspace unitru.

establece los principios fundamentales para dimensionamiento de las instalaciones de sistemas de gas, tomando en cuenta la presión de cada tramo y los caudales que circulan por ellos. Además, la tesis analiza los beneficios económicos de usar el gas natural como combustible residencial desde dos perspectivas: por un lado, sus propiedades que facilitan un manejo más seguro, ecológico y práctico en comparación con otros combustibles, y por otro, el precio más competitivo en comparación a combustibles convencionales, lo que explica su creciente popularidad.

2.2 Marco conceptual

2.2.1. Gas Natural (GN)

El gas natural es una fuente de energía que puede ser asociado o no a petróleo, y es el agregado de hidrocarburos ligeros, principalmente metano (CH_4), que constituye entre el 80 y 95% de su composición. El resto está formado por etano, propano, butano, y en menor cantidad otros compuestos. Se forma a al descomponerse materia orgánica a alta presión y temperatura en el lapso de millones de años. Este gas se extrae de yacimientos donde puede estar sobre el petróleo, ejerciendo presión para su extracción.

Características principales:

- El gas natural es más ligero que el aire, no tiene olor ni color y tampoco es toxico.
- Tiene una combustión más limpia que otros combustibles es decir una menor cantidad de dióxido de carbono, monóxido de carbono, azufre.
- En la actualidad es una de las fuentes de energía más abundante, limpia y competitiva

Ventajas del GN con respecto a otros combustibles

- Los gasodomésticos se pueden maniobrar con facilidad.
- Económica para su extracción al encontrarse en estado natural.
- El gas natural al no tener olor, para detectar fugas se le agregan mercaptanos, que posee un de olor fuerte y característico.
- Su combustión, prácticamente, no produce contaminación por parte del usuario.
- No requiere almacenado de reservas de combustible por parte del usuario.

Tabla 1

Composición del gas natural seco – Camisea.

| Parametros | Valores |
|--|--------------|
| Composicion del Gas Natural (Porcentaje aprox. en volumen): | |
| Metano | 88.17 |
| Etano | 10.28 |
| Propano | 0.54 |
| Iso-Butano & n-Butano | 0.03 |
| Pentano | 0.002 |
| Dioxido de carbono | 0.26 |
| Oxigeno | 0,001 |
| Nitrogeno | 0.73 |
| Azufre | 0,001 |

***A 1.013bar y 15.5 °C**

Principales aplicaciones del gas natural

- Residencial y Comercial
- Industria
- Centrales generadoras de energía eléctrica
- Vehículos para transporte

2.2.2. Combustión

Se define la combustión como una reacción química intensa en la que el oxígeno, o cualquier sustancia que actúe como comburente, se combina con ciertos materiales conocidos como combustibles. Este proceso genera una liberación significativa de calor y da lugar a la formación de llama. En esencia, se trata de una reacción de óxido-reducción, donde una parte se oxida mientras que la otra se reduce.

2.2.3. Combustible Gaseoso

Un combustible gaseoso es más sencillo de manejar en comparación con los líquidos, y su proceso de combustión es limpio y se realiza sin complicaciones operativas.

Clasificación por su origen:

- **Primera Familia:** En esta categoría se encuentran los gases manufacturados, siendo el hidrógeno su principal componente.
- **Segunda Familia;** Aquí se incluye el gas natural, cuyo componente predominante es el metano.
- **Tercera Familia:** Esta familia abarca el propano, el butano y el gas licuado de petróleo (GLP).

Obtención de una buena llama

Ajustamos la entrada de aire en el mechero para optimizar la combustión, logrando así que la llama adquiriera una forma de dardo y se torne más azulada y luminosa. De este modo, se maximiza el calor liberado durante la combustión del gas.

2.2.3.1. Relación de Gas Natural con Oxígeno

Cuando la cantidad de oxígeno es la adecuada, la combustión genera dióxido de carbono y vapor de agua. En este caso, la llama se presenta con un color azul y se mantiene uniforme en el quemador, lo que indica que se está llevando a cabo una combustión completa.

2.2.4. Los quemadores

El quemador es el elemento responsable de generar la llama al mezclar de forma constante y precisa el aire y el gas, garantizando así una combustión eficiente. Su función principal es regular los caudales de ambos componentes y mantener la estabilidad de la llama, previniendo que se desplace del quemador o se introduzca en su interior. Este equilibrio depende de la relación entre la velocidad de salida de la llama y su velocidad de propagación.

2.2.4.1. Clasificación de los gasodomésticos

a. Según su naturaleza

CATEGORÍA I: Gasodomésticos que funcionan con gas de una sola familia, e incluso de un único grupo dentro de esa familia.

CATEGORÍA II: Gasodomésticos que operan con gases de dos familias diferentes.

CATEGORÍA III: Gasodomésticos que utilizan gases de las tres familias.

b. De acuerdo con su instalación y los métodos utilizados para la evacuación de los productos de combustión.

Artefacto de gas tipo A: Es un artefacto diseñado para funcionar sin necesidad de estar conectado a un conducto que evacúe los productos de la combustión. De este modo, los gases de la combustión se mezclan con el aire del entorno donde se encuentra el artefacto. El aire necesario para la combustión se toma del espacio interno en el que está instalado el dispositivo de gas.

Algunos ejemplos de artefactos tipo A son: cocinas domésticas, cocinas comerciales dependiendo de la potencia, calentadores de agua de paso, hornos domésticos, calentadores acumuladores de agua, etc.

Artefacto de gas tipo B: Se trata de un dispositivo concebido para utilizarse en conexión con un sistema de conductos que permite la evacuación de los productos de la combustión hacia el exterior del espacio donde se encuentra instalado. El aire necesario para la

combustión se toma del interior del recinto en el que se encuentra el artefacto a gas. Existen dos categorías de este tipo B.

Tipo B1: artefactos diseñados para conductos de evacuación mediante tiro natural.

Tipo B2: artefactos destinados a conductos de evacuación con tiro mecánico.

Algunos ejemplos de artefactos a gas tipo B son: Calentadores de agua de paso de 25 Kw, Acumuladores de agua mayores o iguales a 30 galones, Cocinas comerciales según su potencia, Hornos industriales de pan, de pollo, etc.

Artefacto de gas tipo C: Es un dispositivo diseñado para conectarse a un sistema de conducto que evacua los productos de la combustión hacia el exterior del espacio en el que se encuentra.

combustión se obtiene desde el exterior del recinto en que está instalado el artefacto a gas.

TIPO C1: Estos artefactos cuentan con dos ductos concéntricos; uno se utiliza para la entrada de aire y el otro para la evacuación de los gases.

TIPO C2: Se trata de artefactos que poseen un único ducto, el cual se encarga tanto de tomar el aire como de evacuar los gases de combustión.

TIPO C3: Este tipo de artefactos presenta dos ductos independientes, uno destinado a la entrada de aire y el otro para la evacuación de los gases producidos en la combustión.

Categorías a nivel nacional que se aplican

De acuerdo con las condiciones locales establecidas para la distribución de combustibles gaseosos, se pueden utilizar artefactos diseñados para gases de la segunda y tercera familia.

Tabla 2

Categoría de artefactos aplicables.

| CATEGORIA | Código | ARTEFACTO |
|-----------|--|--|
| I | I_{2H}, I_{2L}, I_{2E} | Diseñados exclusivamente para utilizar gases de la segunda familia, como el gas natural. |
| | $I_3, I_{3B/P}$ | Diseñados para utilizar todos los gases de la tercera familia. |
| II | $II_{2H/3}, II_{2H3B/P}$ $II_{2L.3B/P}, II_{2E.3B/P}$ | Diseñados para utilizar todos los gases de la tercera familia y, con la conversión adecuada, también para emplear gases de la segunda familia (Gas Natural). |

2.2.4.2. Potencia de Gasodomésticos

$$Pot = Qm \times PC.$$

Dónde:

Qm = flujo de masa de combustible kg/s

PC = poder calorífico del combustible kJ/kg.

a. **Potencia nominal:** Cantidad de energía calórica suministrada al artefacto en la unidad de tiempo:

$$Pot = Pcg \times Q$$

Dónde:

Pcg = poder calorífico del gas (Kcal/m³)

Q = consumo o caudal (m³ / h)

b. **Potencia útil:** Cantidad de energía calórica útil suministrada al artefacto en la unidad de tiempo.

2.2.4.3. Parámetros Técnicos del Sistema de Gas

a. Presión media

La presión media de un gas en el interior de una tubería puede calcularse utilizando la siguiente fórmula.

$$P_m = \frac{2}{3} \cdot \frac{P_1^3 - P_2^3}{P_1^2 - P_2^2}$$

Donde:

$$P_m = \text{Presión media absoluta del gas en el tramo (i - j) Kg/cm}^2$$

$$P_1 = \text{Presión absoluta del gas en el punto inicial de mayor presión del tramo Kg/cm}^2$$

$$P_2 = \text{Presión absoluta del gas en el punto final de mayor presión del tramo Kg/cm}^2$$

b. Presión absoluta

Se define como la combinación de la presión relativa (Pr) o manométrica, que representa la presión interna medida con dispositivos como los manómetros, sumada a la presión atmosférica.:

$$P_{\text{absoluta}} = P_r + P_{\text{atm}}$$

c. Caudal de gas (Q)

El caudal se refiere a la cantidad de fluido que atraviesa una sección de una tubería en un período de tiempo determinado. Este se puede expresar en términos de masa por unidad de tiempo, conocido como caudal másico (Kg/s; Kg/h), o en volumen por unidad de tiempo, denominado caudal volumétrico (m³/s; m³/h). A diferencia del caudal másico, que permanece constante independientemente de las condiciones de presión y temperatura, el caudal volumétrico sí varía, por lo que es importante especificar bajo qué condiciones se está operando.

En general se tiene las siguientes condiciones:

Condiciones normales (Qn): temperatura de 0°C y a una presión de 1atm.

Condiciones estándares (Qst): temperatura de 15°C y a una presión de 1 atm

Caudal nominal del gas

El caudal nominal de gas es una información que, junto con la potencia nominal, debe estar presente en la placa de características del dispositivo. Este dato representa la cantidad máxima de gas natural que requieren los gasodomésticos. Se calcula a partir de la fórmula siguiente:

$$Q = \frac{P_n}{PCS}$$

Donde:

P_n = Potencia nominal en Kw o Kcal/h.

PCS = Poder calorífico superior expresado en Kw-h/m³ (s) o Kcal/m³ (s)

Q = Caudal nominal en m³ (s)/h

Nota: Los caudales deben ser expresados bajo condiciones estándar y no en condiciones normales para el computo de los cálculos.

Recordar en nuestro País se considera:

$$PCS: G.N = 8450 \text{ Kcal/m}^3(s)$$

$$PCS: GLP = 22380 \text{ Kcal/m}^3(s)$$

d. Potencia Nominal y Potencia Útil

Potencia nominal (Pn)

Es la energía que se consume a condiciones normales por unidad de tiempo. Este es el valor que se indica en la placa informativa de los gasodomésticos. Están expresadas en las unidades de KW/h o kcal /h generalmente.

Debemos recordar:

$$1kw = 860 \text{ kcal/h} \quad 1BHP = 9.81 \text{ Kw} \quad 1te = 1000 \text{ kcal} \quad 1 \text{ BTU} = 0.252 \text{ kcal}$$

Potencia útil (Pu): Es la energía por unidad de tiempo que realmente se aprovecha por el gasodoméstico.

e. Rendimiento

La relación entre la potencia útil y la potencia nominal denomina rendimiento del gasodoméstico que se denota con la letra griega η y se expresa por la siguiente formula:

$$n = \frac{P_u}{P_n}$$

Sus unidades de medida se dan en Kcal/h, también en kilovatios o en BTU/h.

2.2.5. Tipo de tuberías usadas en las instalaciones de un sistema de Gas Natural residencial.

Entre las tuberías para instalaciones de sistemas internos tenemos en el mercado el Pe-Al-Pe aprobadas para gas, que cumplan las normas técnicas. Al momento de ser manipuladas en la instalación solo se permite curvas suaves que no debiliten el espesor de las tuberías, utilizando herramientas y procedimientos aprobados por el fabricante y la Entidad Competente. En las figuras 1 y figura 2 se muestran configuraciones de instalaciones de sistemas de red internas residenciales con este tipo de tuberías.

Tabla 3

Características de Tuberías Pe-Al-Pe.

| REFERENCIA | DIAMETRO NOMINAL | DIAMETRO EXTERNO PROMEDIO | | ESPESOR DE PARED | DIAMETRO INTERNO PROMEDIO |
|------------|------------------|---------------------------|--------|------------------|---------------------------|
| | | MINIMO | MAXIMO | | |
| 1216 | 16 | 160 | 16.4 | 1.6 | 12.0 |
| 1418 | 18 | 180 | 18.4 | 1.6 | 14.0 |
| 1620 | 20 | 20.5 | 21.0 | 2.0 | 16.0 |
| 2025 | 25 | 25.0 | 25.5 | 2.2 | 20.0 |

Figura 1

Configuración de una ilustración interna con dos puntos

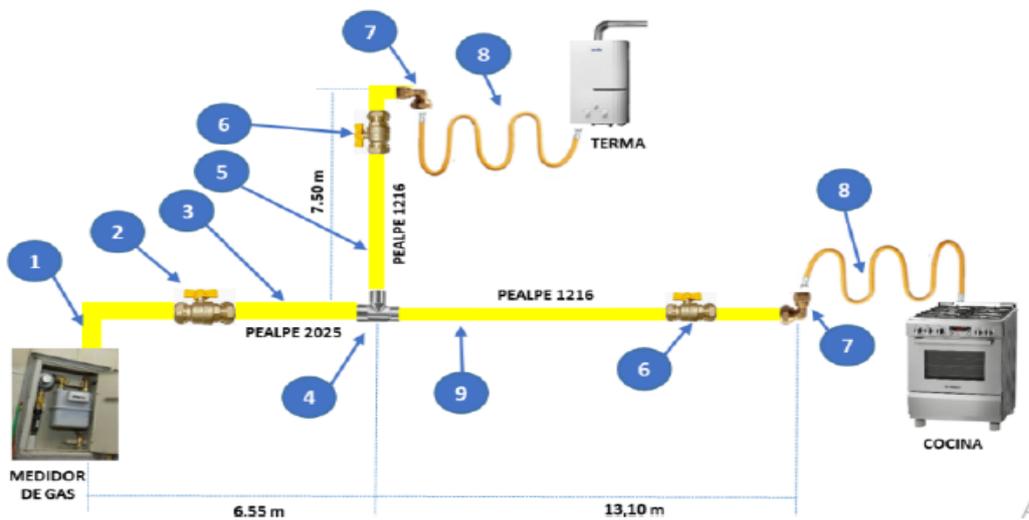
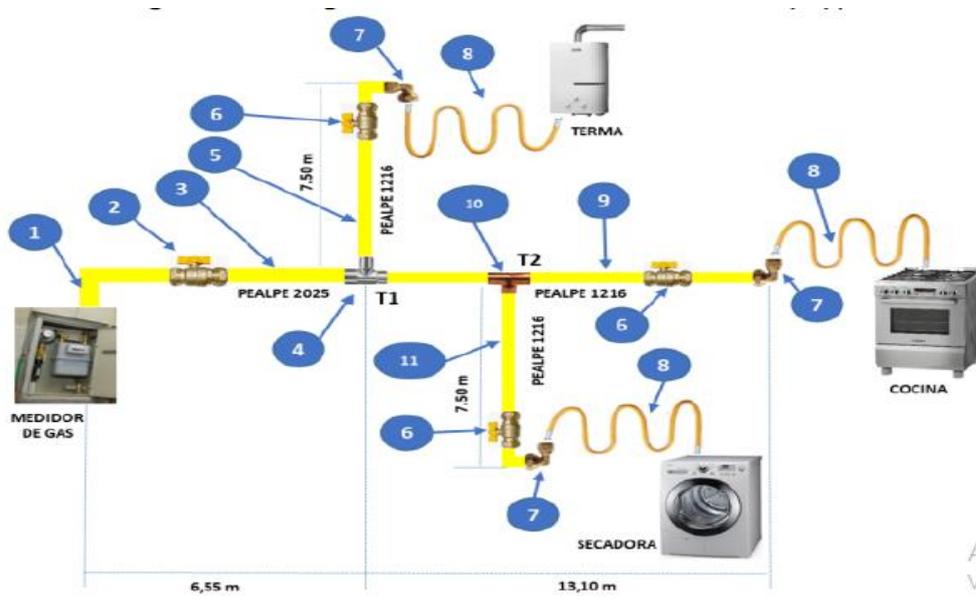


Figura 2.

Configuración de una instalación interna con tres puntos



a. Tuberías de cobre rígido

Las tuberías de cobre destinadas al transporte de gas natural deben cumplir con las normas ASTM 837, ASTM B88, NTP 342. 052 o sus equivalentes. Se hace especial hincapié en las tuberías de tipo K o L, así como en aquellas de diseño equivalente en unidades métricas. Es importante tener en cuenta que estas tuberías no se deben utilizar si el gas suministrado presenta un contenido promedio de sulfuro de hidrógeno superior a 0.7 mg por cada 100 litros estándar de gas natural seco. Por otra parte, las tuberías de cobre que se encuentren enterradas deberán contar con un revestimiento adecuado que garantice su protección tanto contra la corrosión como contra daños mecánicos.

Tabla 4

Tubería de cobre.

| Diámetro externo | | Espesor de pared | |
|------------------|-----------|------------------|-----------|
| pulgadas | milimetro | pulgada | milimetro |
| 5/8 | 15.9 | 0,040 | 1.02 |
| 3/4 | 19.1 | 0,042 | 1.07 |
| 7/8 | 22.3 | 0,045 | 1.14 |
| 1 1/8 | 29 | 0,050 | 1.27 |

b. Tipos de tuberías de cobre

- Tipo M
- Tipo K
- Tipo L

c. **Característica de las tuberías de cobre**

Tabla 5

Característica tubería tipo K.

| Característica | Tubería Tipo "K" |
|-------------------------|------------------|
| Temple | Rígido |
| Color de identificación | Verde |
| Grabado (bajo relieve) | SI |
| Longitud del tramo | 6.10 m |
| Diámetros | 3/8" a 2" |

Tabla 6

Característica tubería tipo L.

| Característica | Tubería Tipo "L" |
|-------------------------|------------------|
| Temple | Rígido |
| Color de identificación | Azul |
| Grabado (bajo relieve) | SI |
| Longitud del tramo | 6.10 m |
| Diámetros | 1/4" a 4" |

Tabla 7

Característica tubería tipo M.

| Característica | Tubería Tipo "M" |
|-------------------------|------------------|
| Temple | Rígido |
| Color de identificación | Rojo |
| Grabado (bajo relieve) | SI |
| Longitud del tramo | 6.10 m |
| Diámetros | 1/4" a 4" |

Tabla 8*Tuberías de cobre tipo K.*

| Código da Color | Norma | Sistema de Unión |
|-----------------|------------|-------------------|
| Verde | ASTM-B 883 | Soldadura capilar |

Tabla 9*Tuberías tipo K en barras rectas (temple duro).*

| DIAMETRO NOMINAL EN | DIAMETRO EXT EFECTIVO EN | | ESPESOR PARED | PRESION MAX. PERMITIDA | | PESO | LARGOS STD DESPACHO |
|---------------------|--------------------------|--------|---------------|------------------------|----------|-------|---------------------|
| pulg | pulg | mm | mm | Kg/cm2 | Lb/pulg2 | Kg/m | m |
| 1/4 | 3/8 | 10 | 0.89 | 85 | 1.210 | 0,216 | 6 |
| 3/8 | 1/2 | 12.70 | 1.24 | 89 | 1.210 | 0.397 | -- |
| 1/2 | 5/8 | 15.88 | 1.24 | 70 | 995 | 0.508 | -- |
| 3/4 | 7/8 | 22.23 | 1.65 | 66 | 938 | 0.950 | -- |
| 1 | 1.1/8 | 28.58 | 1.65 | 51 | 725 | 1.25 | -- |
| 1.1/4 | 1.3/8 | 34.93 | 1.65 | 41 | 583 | 1.54 | -- |
| 1.1/2 | 1.5/8 | 41.28 | 1.83 | 38 | 540 | 2.02 | -- |
| 2 | 2.1/8 | 53.98 | 2.11 | 34 | 483 | 3.06 | -- |
| 2.1/2 | 2.5/8 | 66.68 | 2.41 | 31 | 441 | 4.35 | -- |
| 3 | 3.1/8 | 79.38 | 2.77 | 30 | 427 | 5.94 | -- |
| 4 | 4.1/8 | 104.78 | 3.40 | 28 | 398 | 9.65 | -- |
| 5 | 5.1/8 | 130.18 | 4.06 | 27 | 384 | 14.34 | -- |

Tabla 10*Tuberías de cobre tipo L.*

| Código da Color | Norma | Sistema de Unión |
|-----------------|------------|-------------------|
| Azul | ASTM-B 883 | Soldadura capilar |

Tabla 11*Tuberías tipo L en barras rectas (temple duro).*

| DIAMETRO NOMINAL EN | DIAMETRO EXT EFECTIVO EN | | ESPESOR PARED | PRESION MAX. PERMITIDA | | PESO | LARGOS STD DESPACHO |
|---------------------|--------------------------|--------|---------------|------------------------|----------|-------|---------------------|
| pulg | pulg | mm | mm | Kg/cm2 | Lb/pulg2 | Kg/m | m |
| 1/4 | 3/8 | 9.53 | 0.76 | 72 | 1,023 | 0.187 | 6 |
| 3/8 | 1/2 | 12.70 | 0.89 | 63 | 891 | 0.295 | -- |
| 1/2 | 5/8 | 15.88 | 1.02 | 57 | 813 | 0.424 | -- |
| 3/4 | 7/8 | 22.23 | 1.14 | 45 | 642 | 0.673 | -- |
| 1 | 1.1/8 | 28.58 | 1.27 | 39 | 553 | 0.971 | -- |
| 1.1/4 | 1.3/8 | 34.93 | 1.40 | 35 | 497 | 1.31 | -- |
| 1.1/2 | 1.5/8 | 41.28 | 1.52 | 32 | 455 | 1.69 | -- |
| 2 | 2.1/8 | 53.98 | 1.78 | 29 | 407 | 2.60 | -- |
| 2.1/2 | 2.5/8 | 66.68 | 2.03 | 26 | 375 | 3.69 | -- |
| 3 | 3.1/8 | 79.38 | 2.29 | 25 | 354 | 4.94 | -- |
| 4 | 4.1/8 | 104.78 | 2.79 | 23 | 327 | 7.96 | -- |
| 5 | 5.1/8 | 130.18 | 3.17 | 21 | 296 | 11.27 | -- |

d. Propiedades y ventajas de las tuberías de cobre

Instalación: Instalarlas es un proceso rápido, fácil y limpio. La flexibilidad y versatilidad del material lo hacen muy adaptable, mientras que su bajo peso por metro lineal de tubería reduce costos de transporte y facilita su manipulación.

Durabilidad: Es capaz de resistir las condiciones más extremas de presión y temperatura, asegurando así una larga vida útil.

Resistencia: Este material es altamente resistente a la corrosión, sin formar en corto plazo costras voluminosas de óxidos u otros compuestos. Soporta presiones extremas y temperaturas que superan los 200 °C, además de ser impenetrable a los ataques de los materiales que se usan en la construcción civil.

Económicas: Garantiza un rendimiento y una confiabilidad prolongados a lo largo de los años. Conservará sus propiedades fisicoquímicas en el tiempo y ofrece la mejor relación entre calidad y beneficio.

Seguridad: Se trata de un material de alta seguridad en situaciones de incendio, ya que no propaga las llamas y no se descompone por el calor, evitando la generación de gases altamente tóxicos. Además, sus tuberías de cobre soldadas presentan una completa impermeabilidad a los productos químicos nocivos del entorno.

Ecológicas: Este material también protege el medio ambiente gracias a su elevado valor de recuperación. El cobre es 100% reciclable y el ahorro energético derivado de su reciclaje contribuye significativamente a la conservación de los recursos naturales.

2.2.6. Soldadura

2.2.6.1. Soldadura por capilaridad

Se trata de operaciones en las que las piezas metálicas se unen mediante la adición de un metal en estado líquido, que se adhiera a ellas por capilaridad. Este metal tiene una

temperatura de fusión inferior a la de las piezas que se están uniendo, las cuales no se funden durante el proceso de unión.

2.2.7. Prueba de Hermeticidad

Prueba que se lleva a cabo en la instalación de un sistema de instalación de red de gas natural con el objetivo de detectar fugas y verificar la estanqueidad de las líneas. Para ello, se utilizó un cabezal y, como fluido de prueba, se empleó aire o un gas inerte, para la presión de prueba como se muestra en la tabla 12. de acuerdo con lo estipulado en las NTP 111. 010 y NTP 111. 011, según sea pertinente.

Tabla 12

Tabla de parámetros para pruebas de Hermeticidad.

| Presión de operación en la tubería | Presión mínima de ensayo | Tiempo mínimo de ensayo |
|---|------------------------------------|-------------------------|
| P ≤ 13.8 kPa (P ≤ 2 psig) (P ≤ 136 mbar) | 55.2 kPa (8 psig) (544 mbar) | 10 minutos |
| 13.8 kPa < P ≤ 34.5 kPa (2 psig < P ≤ 5 psig) (138 mbar < P ≤ 340 mbar) | 207 kPa (30 psig) (2.1 bar) | 1 hora |

2.2.8. Ventilación y Evacuación de gases de Gases de Combustión

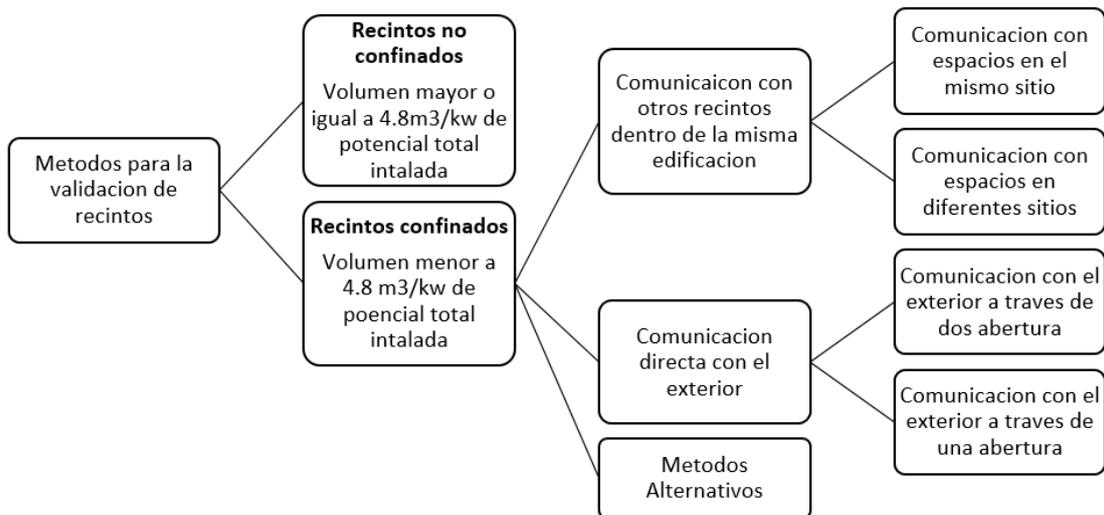
Ventilación: La acción de introducir aire en un espacio cerrado tiene el objetivo de satisfacer las necesidades adicionales de aire para la combustión, renovación y dilución de los dispositivos de gas instalados en dicho recinto. Si la infiltración natural de aire no es suficiente para cumplir con estas necesidades, el aire proporcionado por los sistemas de ventilación debe extraerse directamente de la atmósfera exterior.

Espacio Confinado: Espacio interior con un volumen inferior a 4. 8 m³ por cada kW de potencia nominal total de todos los dispositivos a gas instalados. En el cálculo de la potencia, no se incluyen los dispositivos de tipo "C".

Espacio No Confinado: Un recinto interior cuyo volumen sea igual o superior a 4. 8 m³ por cada kW de potencia nominal total de todos los dispositivos a gas instalados. Cualquier espacio que esté de manera permanente comunicado a través de aberturas peatonales o de dimensiones similares se considera parte integral del área no confinada.

Figura 3

Métodos de Ventilación para Recintos.



a. Beneficios de la gestión de integridad de tuberías.

- Operaciones continuas de tuberías.
- Flujo de producto mejorado a través del sistema de tuberías.
- Preservación de activos.
- Gastos de mantenimiento optimizados.
- Seguridad Pública

Minimizar los peligros para el público en general.

Minimizar fugas.

Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación

Para representar un diseño de un sistema de red interna por medio de un modelo, es necesario enmarcarla, y este objetivo se logra con los requerimientos de las potencias de los gasodomésticos, la ubicación de conexión a los mismos y el recorrido del tendido de la tubería, las etapas de regulación, etc. Así se tendrá un panorama claro de lo que se va a diseñar, y también optimizar sujeto a múltiples restricciones y se tome decisiones correctas.

Para la determinación de las dimensiones de las tuberías de gas, del medidor, los reguladores, etc. Es necesario conocer la potencia nominal de los gasodomésticos y luego en el plano arquitectónico definir el recorrido y ubicación que tendrá el tendido de las tuberías de gas natural, la ubicación de los medidores, reguladores y válvulas.

Diseño de la red de gas natural: El diseño de una instalación de gas natural seco se refiere al cálculo y procedimiento necesarios para establecer el diámetro interior mínimo de la conducción. Esto garantiza que la presión y el caudal del gas que llegan a los gasodomésticos sean los adecuados para su correcto funcionamiento. Cuando se dice diseño y cálculo de instalaciones se refiere fundamentalmente a las dimensiones y trazado de la red de tuberías que conducen el gas. Así las tuberías constituyen el elemento principal de la instalación y para poder diseñarlas se necesita conocer las condiciones a las que el gas fluirá.

Según el Artículo 14° del D.S.014-2008-EM se modifica el artículo 71° del Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos aprobado por el D.S N.º 042-99-EM, los párrafos siguientes:

Las instalaciones internas de gas natural seco, diseñadas para funcionar a presiones inferiores a cuatro bar, deben cumplir con las normativas establecidas en la NTP 111. 011, referente a los sistemas de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales.

Los requisitos relativos a la ventilación y la evacuación de los productos de la combustión en instalaciones internas, tanto residenciales como comerciales, se regirán por lo estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones EM-040.

Según la [NTP 111.011-2014 / ENM 1:2017] La presión en estas instalaciones residencial o comercial es de hasta un máximo de 34 kPa incluido (340 mbar).

Parámetros de Diseño: La velocidad de circulación del gas natural seco en la línea individual interior y en la línea montante no deberá superar los 40 m/s, con el fin de prevenir vibraciones, ruidos y la erosión del sistema de tuberías. según la [NTP111.011-2014 numeral 11.2.2]

Los cálculos correspondientes al diseño y dimensionamiento de la instalación interna en residencias deben asegurar que se cumplan las condiciones de presión y caudal necesarias para los artefactos a gas natural. Para el uso residencial, la presión mínima requerida para estos dispositivos es de 18 mbar, mientras que la máxima se establece en 25 mbar según la [NTP111.011 – 2014 numeral 11.2.3. ENMIENDA 1 – Apartado 2.22]

Para dimensionar la instalación interna, aplicaré como investigador mis conocimientos en mecánica de fluidos, centrándome especialmente en las fórmulas de cálculo de Poole y Renouard, tanto en su forma lineal como cuadrática. Tomaré en cuenta el rango de presión de cálculo requerido según cada circunstancia específica.

Concepto de Costo: Uno de los elementos básicos a considerar a la hora de desarrollar un diseño son los costos que están involucrados, no se debe diseñar en la práctica sin tomarlo en cuenta. Así la determinación de costos en un diseño es un factor de crucial importancia.

El recorrido por donde pasará las instalaciones de las tuberías puede realizar de diferentes formas, por lo tanto; en el desarrollo del diseño se debe tener presente un recorrido mínimo

y tipo de material de la tubería, por ejemplo, ya sea todo en cobre o cobre en combinación con PE-AL-PE, que tipos de accesorios se usará, tipo de ventilación.

Tres posibles configuraciones de diseño de recorrido: se puede presentar en el diseño diferentes posibilidades de recorrido de las tuberías en la instalación interna de gas natural y ubicación de los gabinetes como se describe a continuación y se observa en las figuras 4 y figura 5:

- Líneas individuales interiores / exteriores, regulación única, una sola etapa (de 5 bar a 25 mbar). Figura 4 izquierda
- Línea Montante (de 5 bar a 340 mbar), doble regulación, dos etapas. Con medidores en cada nivel o pisos (de 340 mbar a 25 mbar) por medio de gabinetes múltiples. Figura 4 derecha.
- Canalizar el banco de medidores en la azotea por medio de una línea Montante (de 5 mbar a 340 mbar), dos etapas de regulación con concentración de gabinetes en la azotea un solo nivel (nivel superior) con bajantes a los departamentos de 340mbar a 25 mbar.

A continuación, veremos los esquemas de los posibles recorridos del tendido de gas en la vivienda multifamiliar según la descripción anterior para hacer el tendido de instalación de tuberías de gas natural.

Figura 4

Línea individual (izq.) línea con montante (der.)

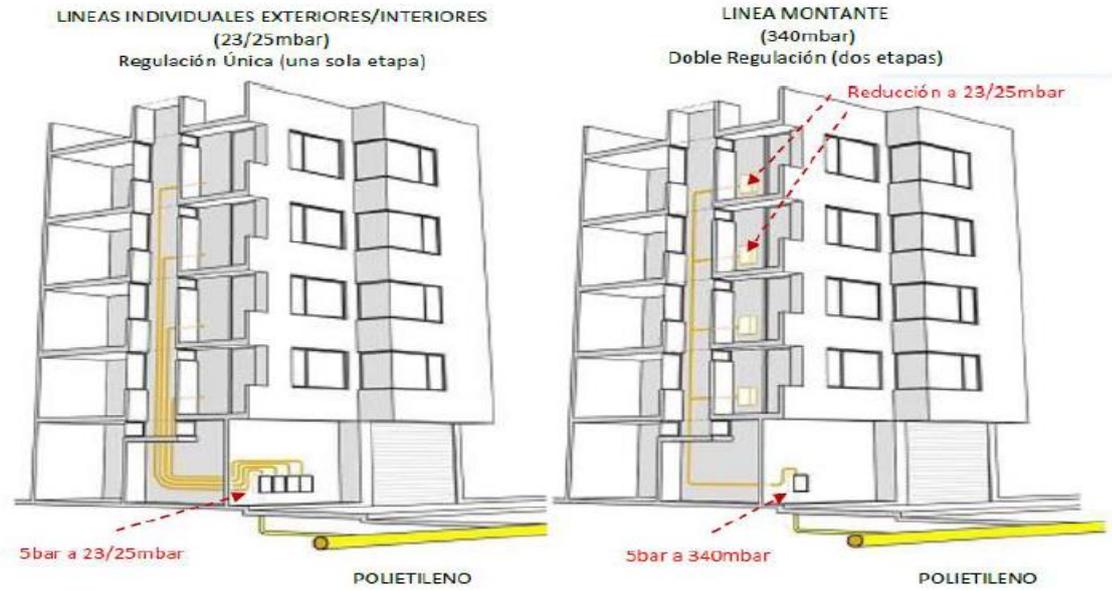
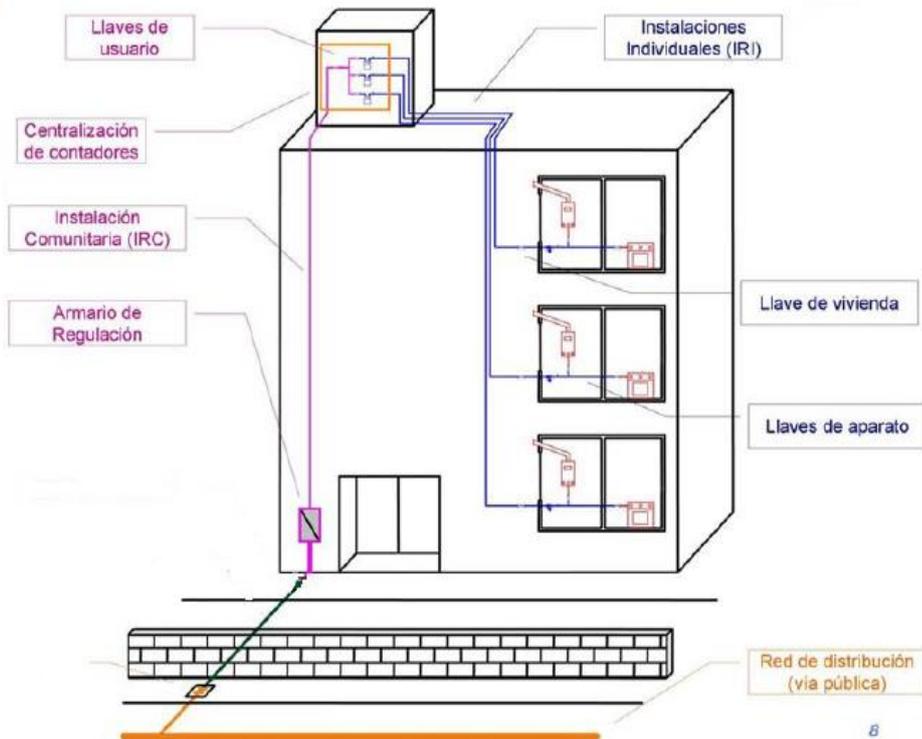


Figura 5

Distribución general en la azotea.



Para el primer caso de una sola etapa el inconveniente está en que para cada departamento se tendría que llevar desde el medidor en el primer nivel su tubería lo cual hará que se utilice mucho material y un mayor trabajo de mano de obra y tiempo de ejecución lo cual espreciado en proyectos.

En el tercer caso es parecido al primero con la diferencia que los medidores se encuentran en el nivel superior además del cado anterior también tiene el inconveniente de accesibilidad a los medidores por parte de la concesionaria cuando envíe a su lectorista ya que la toma de registro es convencional y asimismo también será dificultoso para los clientes su lectura ya que cada vez que quieran hacerlo tienen que movilizarse hacia la azotea y por otro lado, a mayor número de medidores el diámetro del montante también irá aumentando haciendo que el costo de la instalación también se incremente.

Por lo expuesto en párrafos anteriores la mejor posibilidad es el segundo caso, línea montante con dos etapas de regulación con los gabinetes en cada piso para distribuir en cada piso el gas natural a cada departamento. Por lo tanto, El diseño contará con una red de gas natural dividido en dos etapas de regulación, la primera etapa de regulación de 4 bar a 340 mbar y la segunda etapa de regulación de 340mbar a 25mbar.

Para los cuatro medidores por cada nivel tengo dos posibilidades una es instalar un gabinete cuádruple o dos gabinetes dobles por piso, voy a optar por dos gabinetes dobles.

Distribución de Redes del Gas Natural

Las instalaciones de los sistemas de uso de Gas Natural están distribuidas de la siguiente manera:

- a. Tubería de conexión a la matriz principal instalado por el concesionario.
- b. El regulador de Primera Etapa se encontrará al lado izquierdo del ingreso al edificio.
- c. Se instalará una válvula de corte general del Edificio, para el control del usuario especializado.
- d. Los centros de medición y regulación de segunda etapa de los departamentos se ubicarán en cada piso en un conducto técnico, correctamente ventilados **(NTP 111.011 - 2014 Ver anexo G)**.
- e. La válvula de corte por cada usuario o departamento, está ubicado a la salida del medidor los cuales están en dos gabinetes dobles en cada nivel. Ver Planos de detalles.
- f. Las válvulas de corte para cada gasodoméstico deberán estar ubicados en el mismo ambiente (en el departamento) a un margen con altura de 0.5m - 1.6m sobre el nivel piso.

Tubería de conexión

La tubería de conexión se refiere al tramo de la canalización de gas que se encuentra entre la red de distribución y la llave de acometida, incluyendo esta última. Es importante mencionar que la acometida no forma parte de la instalación receptora. La construcción y el mantenimiento de esta tubería son responsabilidad de la Empresa Suministradora.

Red de Tuberías

La red de distribución de la matriz y montante se inicia tras el regulador de primera etapa, extendiéndose luego la red de baja presión hasta llegar a los centros de consumo.

a) Conducción de Tuberías Visibles

En las conducciones tubería visible con sus respectivas abrazaderas para disminuir deformaciones y pandeos.

Las tuberías para ser identificados se encontrarán totalmente pintados en color amarillo ocre para el caso de Gas Natural.

b) Conducción de Tuberías Empotradas

La parte empotrada de tubería, se protegerá contra daños mecánicos y contra la corrosión del par galvánico mediante la protección mecánica de la tubería de gas con un encamisado de PVC en toda su dimensión.

c) La Tubería, Conexiones y Soldadura

La tubería utilizada en la instalación de la red montante es de cobre rígido tipo "L", cumpliendo con la norma ASTM B-88. Los accesorios son fabricados en cobre o bronce y son de una sola pieza. Las uniones se soldarán utilizando soldadura blanda, que se aplica a temperaturas inferiores a 450 °C por capilaridad, empleando un material de aporte con una aleación de 95/5 de estaño y plata. Para las soldaduras fuertes, se utilizará una aleación que contenga un 15 % de plata, aplicándose a temperaturas superiores a 450 °C.

3.1.1. Especificación y Ubicación de los Medidores

Los medidores deben instalarse en áreas secas y bien ventiladas, protegidos de las inclemencias del tiempo y alejados de interruptores, motores u otros dispositivos que puedan generar chispas. Además, es importante tener en cuenta una adecuada

distribución y ubicarlos en cajas de protección o similares, conforme a lo estipulado en la NPT 111. 011. 2014 – Anexo G.

El conjunto regulador y medidor debe instalarse en cajas de protección que permitan el fácil acceso al medidor, facilitando así su examen, reemplazo, toma de lecturas y el mantenimiento adecuado.

Tabla 13

Materiales de cobre para el montante.

| Materiales COBRE |
|----------------------------------|
| Tuberías Ø 1 ¼", 1", ¾" Cu |
| Válvula Ø 1 ¼", ¾ Cu |
| Unión universal Ø 1 ¼", 1", ¾ Cu |
| Codo 90° Ø 1 ¼", 1", ¾" Cu |
| Tee Ø 1", ¾ Cu |
| Adaptadores hembra so Ø ¾ Cu |
| Unión simple Ø ¾ Cu |

Tabla 14 *Tipos de Tuberías Pe-Al-Pe y componentes de conexión*

| Materiales PE AL PE |
|--------------------------------------|
| Tuberías PE AL PE 2025 |
| Tuberías PE AL PE 1216 |
| Reducción grafado PE AL PE 2025X1216 |
| Codo macho grafado PE AL PE 1216 |
| Tee grafado PE AL PE 2025 |
| Unión grafado PEALPE 2025 |
| Unión grafado PEALPE 1216 |

Rejillas y Conductos para la Ventilación de Ambientes Exteriores

Las aberturas permanentes deben ser protegidas de manera adecuada para evitar que materiales extraños, obstruyan el flujo de aire hacia los espacios interiores. En general, se recomienda que los conductos de ventilación permanezcan siempre libres de obstrucciones, ya sean muebles, adornos, materiales de construcción o elementos similares. Las rejillas que se emplean para proteger estas aberturas deben estar fabricadas con un material que garantice una resistencia mecánica adecuada, de modo que no se deformen ante impactos o golpes.

Al calcular las áreas mínimas libres de las aberturas permanentes, es fundamental considerar el efecto que las rejillas pueden tener sobre el flujo de aire, así como su inclinación. Si resulta complicado realizar estos cálculos o se desconoce el área libre de una rejilla, se puede asumir que el área libre representa únicamente el 60 % del área total de la abertura cuando la rejilla es metálica.

Capítulo IV. Resultados, Contrastación de Hipótesis y Discusión de Resultados

4.1. Cálculo del Caudal de consumo de los Gasodomésticos instalados en los departamentos y Caudal total para la vivienda multifamiliar

Tabla 15

Descripción de gasodomésticos de los usuarios.

| Ítem | Cant. | Descripción | Tipo | Presión | Potencia Kw | Consumo m ³ /h |
|--------------|-------|-------------|------|---------|-------------|---------------------------|
| 1 | 72 | Termotanque | "A" | 25mbar | 5.00 kw | 0.452 m ³ /h |
| 2 | 72 | Cocina | "A" | 25mbar | 11.45 kw | 1.036 m ³ /h |
| TOTAL | | | | | 16.45 kw | 1.489 m ³ /h |

Equipos Gasodomésticos del edificio.

Las instalaciones contarán con dos puntos de consumo por departamento con una presión 25 mbar. De la tabla 15 obtenemos los datos de los caudales de los gasodomésticos (termotanque y Cocina):

- **Cálculo del caudal simultáneo por departamento (Qsi).**

$$Q \text{ termotanque} = 0.452 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$Q \text{ cocina} = 1.036 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$Q_{si} = \sum Q_{\text{gasodoméstico}}$$

$$Q_{si} = 0.452 + 1.036 = 1.489 \text{ m}^3/\text{h}$$

Por Departamento

$Q_{si} = 1.489 \text{ m}^3/\text{h}$

- **Cálculo del caudal por Piso o nivel.**

$$Q_{sc} = (Q \text{ departamento} \times \text{factor de simultaneidad} \times N \text{ dptos por piso})$$

$$Q_{sc} = 1.489 \times 0.70 \times 2 = 2.084 \text{ m}^3/\text{h}$$

Q departamento = 1.489 m³/h.

factor de simultaneidad= 0.70 (para 2 departamentos, según tabla 16)

N dptos. del edificio = 2

$$Q_{sc} = 2.084 \text{ m}^3/\text{h}$$

- **Cálculo del caudal total de la vivienda multifamiliar.**

Q_{sc} = (Q departamento*factor de simultaneidad*N dptos. del edificio)

Q departamento = 1.489 m³/h.

factor de simultaneidad= 0.35 (para 72 departamentos, según tabla 16)

N dptos. del edificio = 72

$$Q_{sc} = 1.489 \times 0.35 \times 72 = 37.515$$

$$Q_{sc} = 37.515 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tabla 16*Factor de Simultaneidad.*

| Nº Viv | FS | Nº Viv | FS | Nº Viv | FS |
|--------|------|--------|-----|--------|------|
| 1 | 1 | 19 | 0.4 | 37 | 0.4 |
| 2 | 0.7 | 20 | 0.4 | 38 | 0.4 |
| 3 | 0.6 | 21 | 0.4 | 39 | 0.4 |
| 4 | 0.55 | 22 | 0.4 | 40 | 0.4 |
| s | 0.5 | 23 | 0.4 | 41 | 0.4 |
| 6 | 0.5 | 24 | 0.4 | 42 | 0.4 |
| 7 | 0.5 | 25 | 0.4 | 43 | 0.4 |
| 8 | 0.45 | 26 | 0.4 | 44 | 0.4 |
| 9 | 0.45 | 27 | 0.4 | 45 | 0.4 |
| 10 | 0.45 | 28 | 0.4 | 46 | 0.4 |
| 11 | 0.45 | 29 | 0.4 | 47 | 0.4 |
| 12 | 0.45 | 30 | 0.4 | 48 | 0.4 |
| 13 | 0.45 | 31 | 0.4 | 49 | 0.4 |
| 14 | 0.45 | 32 | 0.4 | 50 | 0.35 |
| 15 | 0.4 | 33 | 0.4 | 60 | 0.35 |
| 16 | 0.4 | 34 | 0.4 | 70 | 0.35 |
| 17 | 0.4 | 3S | 0.4 | 80 | 0.35 |
| 18 | 0.4 | 36 | 0.4 | 90 | 0.35 |

4.2. Cálculo de las dimensiones de la línea Montante y de la instalación del tendido de tuberías internas

- La fórmula aplicada para la presión final en la línea montante es la siguiente:

$$P_1^2 - P_2^2 = 48.6 * \rho * Leq * Q^{1.82} * D^{-4.82}$$

Donde:

ρ : densidad gas natural seco

Leq: longitud equivalente (m)

Q: caudal a condiciones estándar (m³/h)

D: diámetro (mm)

- La fórmula aplicada para la caída de presión en el tendido de la red interna de gas natural es la siguiente:

$$\Delta P = 22759 * \rho * Leq * Q^{1.82} * D^{-4.82}$$

Donde:

ΔP : caída de presión (mbar)

ρ : densidad gas natural seco

Leq: longitud equivalente (m)

Q: caudal a condiciones estándar (m³/h)

D: diámetro (mm)

Formula aplicada para el cálculo de la velocidad.

$$V = \frac{365.35xQ}{D^2xP}$$

Donde:

Q= Caudal (m³/h)

P= Presión absoluta (bar)

D= Diámetro (mm)

V = velocidad (m/s)

Cálculos para la Determinación de Ventilación

Cálculo de ventilación: Ambiente Cocina - Lavandería.

Cálculo según la Norma EM-040 numeral 10.2.2.5. Considerando el fallo de Ventilación Directa.

Cálculo de ventilación: Conducto Técnico.

Los gabinetes se encontrarán instalado piso por piso en un área de la zona común del pasadizo; ubicados en un conducto técnico vertical.

Para la ventilación inferior se instalará una manga metálica y una rejilla metálica en pared que se comunica indirectamente con el exterior en del 1° piso, donde se inicia el conducto técnico vertical, con un área efectiva mínima de 500cm² (área efectiva proyectada es de 600cm²).

La ventilación superior será mediante una abertura en el techo del edificio, con un área mínima de 500cm², esta ventilación deberá tener una salida directa hacia el exterior.

4.3. Resultados del Caudal

caudal para cada departamento

$$Q_{si} = 1.489 \text{ m}^3/\text{h}$$

caudal para cada piso

$$Q_{sc} = 2.084 \text{ m}^3/\text{h}$$

Cálculo del caudal obtenido para la vivienda multifamiliar

$$Q_{sc} = 37.515 \text{ m}^3/\text{h}$$

Aplicando la fórmula para la presión final en la línea montante, obtenemos los resultados en forma ordenada y sistematizada, en la tabla 17:

$$P_1^2 - P_2^2 = 48.6 * \rho * Leq * Q^{1.82} * D^{-4.82}$$

Aplicando la fórmula para el cálculo de la velocidad, obtenemos los resultados en forma ordenada y sistematizada, la tabla 17 y también en la tabla 18.

$$V = \frac{365.35xQ}{D^2xP}$$

Aplicando la fórmula el cálculo de la caída de presión en el tendido de la red interna obtenemos los resultados en la tabla 18:

$$\Delta P = 22759 * \rho * Leq * Q^{1.82} * D^{-4.82}$$

Tabla 17

Cálculo de la línea montante

| CÁLCULO DE LA LINEA MONTANTE | | | | | | | | | | | |
|--|---------|---------|----------|------------|---------------|-------------|-------------|-----------|-----------|---------------|-----------|
| Centro de Medición | Tramo | N° PTOS | Pot [Kw] | Qsi [m3/h] | Long real [m] | Long eq [m] | Ø Real [mm] | Pi [mbar] | Δp (mbar) | Pf [mbar] | Velocidad |
| MONTANTE; DE REG HASTA PISO N° 19 | CR1E-T1 | 144 | 414.54 | 37.52 | 28 | 33.6 | 32.13 | 340 | 15.04 | 324.96 | 9.93 |
| | T1-T2 | 140 | 403.03 | 36.48 | 0.6 | 0.72 | 26.04 | 324.96 | 0.85 | 324.11 | 14.70 |
| | T2-T3 | 136 | 391.51 | 35.44 | 2 | 2.4 | 26.04 | 324.11 | 2.69 | 321.42 | 14.31 |
| | T3-T4 | 132 | 380.00 | 34.40 | 0.6 | 0.72 | 26.04 | 321.42 | 0.76 | 320.66 | 13.90 |
| | T4-T5 | 128 | 368.48 | 33.35 | 2 | 2.4 | 26.04 | 320.66 | 2.41 | 318.25 | 13.50 |
| | T5-T6 | 124 | 356.97 | 32.31 | 0.6 | 0.72 | 26.04 | 318.25 | 0.68 | 317.56 | 13.08 |
| | T6-T7 | 120 | 345.45 | 31.27 | 2 | 2.4 | 26.04 | 317.56 | 2.15 | 315.41 | 12.68 |
| | T7-T8 | 116 | 333.94 | 30.23 | 0.6 | 0.72 | 26.04 | 315.41 | 0.61 | 314.81 | 12.27 |
| | T8-T9 | 112 | 322.42 | 29.18 | 2 | 2.4 | 26.04 | 314.81 | 1.90 | 312.91 | 11.86 |
| | T9-T10 | 108 | 310.91 | 28.14 | 0.6 | 0.72 | 26.04 | 312.91 | 0.53 | 312.37 | 11.44 |
| | T10-T11 | 104 | 299.39 | 27.10 | 2 | 2.4 | 26.04 | 312.37 | 1.66 | 310.71 | 11.03 |
| | T11-T12 | 100 | 287.88 | 26.06 | 0.6 | 0.72 | 26.04 | 310.71 | 0.46 | 310.25 | 10.61 |
| | T12-T13 | 96 | 315.84 | 28.59 | 2 | 2.4 | 26.04 | 310.25 | 1.84 | 308.41 | 11.66 |
| | T13-T14 | 92 | 302.68 | 27.40 | 0.6 | 0.72 | 26.04 | 308.41 | 0.51 | 307.90 | 11.18 |
| | T14-T15 | 88 | 289.52 | 26.21 | 2 | 2.4 | 26.04 | 307.90 | 1.57 | 306.33 | 10.70 |
| | T15-T16 | 84 | 276.36 | 25.02 | 0.6 | 0.72 | 26.04 | 306.33 | 0.43 | 305.90 | 10.22 |
| | T16-T17 | 80 | 263.20 | 23.82 | 2 | 2.4 | 26.04 | 305.90 | 1.32 | 304.58 | 9.74 |
| | T17-T18 | 76 | 250.04 | 22.63 | 0.6 | 0.72 | 26.04 | 304.58 | 0.36 | 304.22 | 9.26 |
| | T18-T19 | 72 | 236.88 | 21.44 | 2 | 2.4 | 26.04 | 304.22 | 1.09 | 303.12 | 8.78 |
| | T19-T20 | 68 | 223.72 | 20.25 | 0.6 | 0.72 | 26.04 | 303.12 | 0.30 | 302.83 | 8.29 |
| | T20-T21 | 64 | 210.56 | 19.06 | 2 | 2.4 | 26.04 | 302.83 | 0.88 | 301.95 | 7.81 |
| | T21-T22 | 60 | 197.40 | 17.87 | 0.6 | 0.72 | 26.04 | 301.95 | 0.24 | 301.71 | 7.32 |

| | | | | | | | | | | | |
|--|---------|----|--------|-------|-----|------|-------|--------|------|---------------|------|
| MONTANTE; DE REG HASTA PISO N° 19 | T22-T23 | 56 | 184.24 | 16.68 | 2 | 2.4 | 26.04 | 301.71 | 0.69 | 301.02 | 6.84 |
| | T23-T24 | 52 | 171.08 | 15.49 | 0.6 | 0.72 | 26.04 | 301.02 | 0.18 | 300.84 | 6.35 |
| | T24-T25 | 48 | 157.92 | 14.29 | 2 | 2.4 | 26.04 | 300.84 | 0.52 | 300.31 | 5.86 |
| | T25-T26 | 44 | 144.76 | 13.10 | 0.6 | 0.72 | 26.04 | 300.31 | 0.13 | 300.18 | 5.38 |
| | T26-T27 | 40 | 131.60 | 11.91 | 2 | 2.4 | 26.04 | 300.18 | 0.38 | 299.80 | 4.89 |
| | T27-T28 | 36 | 118.44 | 10.72 | 0.6 | 0.72 | 26.04 | 299.80 | 0.09 | 299.71 | 4.40 |
| | T28-T29 | 32 | 105.28 | 9.53 | 2 | 2.4 | 26.04 | 299.71 | 0.25 | 299.46 | 3.91 |
| | T29-T30 | 28 | 103.64 | 9.38 | 0.6 | 0.72 | 26.04 | 299.46 | 0.07 | 299.39 | 3.85 |
| | T30-T31 | 24 | 88.83 | 8.04 | 2 | 2.4 | 26.04 | 299.39 | 0.18 | 299.20 | 3.30 |
| | T31-T32 | 20 | 74.03 | 6.70 | 0.6 | 0.72 | 26.04 | 299.20 | 0.04 | 299.16 | 2.75 |
| | T32-T33 | 16 | 59.22 | 5.36 | 2 | 2.4 | 26.04 | 299.16 | 0.09 | 299.08 | 2.20 |
| | T33-T34 | 12 | 49.35 | 4.47 | 0.6 | 0.72 | 26.04 | 299.08 | 0.02 | 299.06 | 1.83 |
| | T34-T35 | 8 | 36.19 | 3.28 | 2 | 2.4 | 26.04 | 299.06 | 0.04 | 299.02 | 1.35 |
| | T35-P36 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.6 | 0.72 | 26.04 | 299.02 | 0.00 | 299.02 | 0.86 |
| PISO N° 19 | T35-P36 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 299.02 | 0.02 | 299.00 | 1.46 |
| | T35-P35 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 299.00 | 0.02 | 298.98 | 1.46 |
| PISO N° 18 | T34-P34 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 299.06 | 0.02 | 299.04 | 1.46 |
| | T33-P33 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 299.08 | 0.02 | 299.06 | 1.46 |
| PISO N° 17 | T32-P32 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 299.16 | 0.02 | 299.14 | 1.46 |
| | T31-P31 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 299.20 | 0.02 | 299.18 | 1.46 |
| PISO N° 16 | T30-P30 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 299.39 | 0.02 | 299.37 | 1.46 |
| | T29-P29 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 299.46 | 0.02 | 299.44 | 1.46 |
| PISO N° 15 | T28-P28 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 299.71 | 0.02 | 299.69 | 1.46 |
| | T27-P27 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 299.80 | 0.02 | 299.78 | 1.46 |
| PISO N° 14 | T26-P26 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 300.18 | 0.02 | 300.16 | 1.46 |
| | T25-P25 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 300.31 | 0.02 | 300.29 | 1.46 |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---------|---|-------|------|-----|------|-------|--------|------|---------------|------|
| PISO N° 13 | T24-P24 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 300.84 | 0.02 | 300.82 | 1.46 |
| | T23-P23 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 301.02 | 0.02 | 301.00 | 1.46 |
| PISO N° 12 | T22-P22 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 301.71 | 0.02 | 301.69 | 1.46 |
| | T21-P21 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 301.95 | 0.02 | 301.93 | 1.46 |
| PISO N° 11 | T20-P20 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 302.83 | 0.02 | 302.81 | 1.45 |
| | T19-P19 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 303.12 | 0.02 | 303.10 | 1.45 |
| PISO N° 10 | T18-P18 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 304.22 | 0.02 | 304.20 | 1.45 |
| | T17-P17 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 304.58 | 0.02 | 304.56 | 1.45 |
| PISO N° 9 | T16-P16 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 305.90 | 0.02 | 305.88 | 1.45 |
| | T15-P15 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 306.33 | 0.02 | 306.31 | 1.45 |
| PISO N° 8 | T14-P14 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 307.90 | 0.02 | 307.88 | 1.45 |
| | T13-P13 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 308.41 | 0.02 | 308.39 | 1.45 |
| PISO N° 7 | T12-P12 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 310.25 | 0.02 | 310.23 | 1.45 |
| | T11-P11 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 310.71 | 0.02 | 310.69 | 1.45 |
| PISO N° 6 | T10-P10 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 312.37 | 0.02 | 312.35 | 1.44 |
| | T9-P9 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 312.91 | 0.02 | 312.89 | 1.44 |
| PISO N° 5 | T8-P8 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 314.81 | 0.02 | 314.79 | 1.44 |
| | T7-P7 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 315.41 | 0.02 | 315.39 | 1.44 |
| PISO N° 4 | T6-P6 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 317.56 | 0.02 | 317.54 | 1.44 |
| | T5-P5 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 318.25 | 0.02 | 318.23 | 1.44 |
| PISO N° 3 | T4-P4 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 320.66 | 0.02 | 320.64 | 1.43 |
| | T3-P3 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 321.42 | 0.02 | 321.40 | 1.43 |
| PISO N° 2 | T2-P2 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 324.11 | 0.02 | 324.09 | 1.43 |
| | T1-P1 | 4 | 23.03 | 2.08 | 0.7 | 0.84 | 19.95 | 324.96 | 0.02 | 324.94 | 1.43 |

Tabla 18

Cálculo de la línea individual interna.

| CÁLCULO DE LA LÍNEA INDIVIDUAL INTERNA | | | | | | | | | | | | |
|--|------|-----------|------------|----------|------------|---------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Piso | Dpto | Artefacto | Tramo | Pot [Kw] | Qsi [m3/h] | Long real [m] | Long eq [m] | Ø Real [mm] | Pi [mbar] | Δp (mbar) | Pf [mbar] | Velocidad |
| 2 | 201 | Cocina | CM1-Te1 | 16.45 | 1.489 | 5.27 | 6.324 | 20 | 23.5 | 0.099 | 23.401 | 1.312 |
| | | | Te1 - C1 | 11.45 | 1.036 | 5.44 | 6.528 | 12 | 23.401 | 0.618 | 22.784 | 2.538 |
| | | Terma | CM1-Te1 | 16.45 | 1.489 | 5.27 | 6.324 | 20 | 23.5 | 0.099 | 23.401 | 1.312 |
| | | | Te1 - Ter1 | 5.00 | 0.452 | 11.15 | 13.38 | 12 | 23.401 | 0.280 | 23.121 | 1.108 |
| | 202 | Cocina | CM2-Te2 | 16.45 | 1.489 | 3.61 | 4.332 | 20 | 23.5 | 0.068 | 23.432 | 1.312 |
| | | | Te2 - C2 | 11.45 | 1.036 | 4.8 | 5.76 | 12 | 23.432 | 0.545 | 22.887 | 2.538 |
| | | Terma | CM2-Te2 | 16.45 | 1.489 | 3.61 | 4.332 | 20 | 23.5 | 0.068 | 23.432 | 1.312 |
| | | | Te2 - Ter2 | 5.00 | 0.452 | 14 | 16.8 | 12 | 23.432 | 0.352 | 23.081 | 1.108 |
| | 203 | Cocina | CM3-Te3 | 16.45 | 1.489 | 9.45 | 11.34 | 20 | 23.5 | 0.177 | 23.323 | 1.312 |
| | | | Te3 - C3 | 11.45 | 1.036 | 7.3 | 8.76 | 12 | 23.323 | 0.829 | 22.494 | 2.539 |
| | | Terma | CM3-Te3 | 16.45 | 1.489 | 9.45 | 11.34 | 20 | 23.5 | 0.177 | 23.323 | 1.312 |
| | | | Te3 - Ter3 | 5.00 | 0.452 | 15.78 | 18.936 | 12 | 23.323 | 0.397 | 22.926 | 1.108 |
| | 204 | Cocina | CM4-Te4 | 16.45 | 1.489 | 13 | 15.6 | 20 | 23.5 | 0.243 | 23.257 | 1.312 |
| | | | Te4 - C4 | 11.45 | 1.036 | 6.69 | 8.028 | 12 | 23.257 | 0.760 | 22.497 | 2.539 |
| | | Terma | CM4-Te4 | 16.45 | 1.489 | 13 | 15.6 | 20 | 23.5 | 0.243 | 23.257 | 1.312 |
| | | | Te4 - Ter4 | 5.00 | 0.452 | 9.79 | 11.748 | 12 | 23.257 | 0.246 | 23.011 | 1.108 |

CÁLCULO DE LA LÍNEA INDIVIDUAL INTERNA

| Piso | Dpto | Artefacto | Tramo | Pot [Kw] | Qsi [m3/h] | Long real [m] | Long eq [m] | Ø Real [mm] | Pi [mbar] | Δp (mbar) | Pf [mbar] | Velocidad |
|------------------------|------------|-----------|------------|----------|------------|---------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 3 al 18 | 301 al 181 | Cocina | CM1-Te1 | 16.45 | 1.489 | 6.06 | 7.272 | 20 | 23.500 | 0.113 | 23.387 | 1.312 |
| | | | Te1 - C1 | 11.45 | 1.036 | 4.82 | 5.784 | 12 | 23.387 | 0.547 | 22.839 | 2.538 |
| | | Terma | CM1-Te1 | 16.45 | 1.489 | 6.06 | 7.272 | 20 | 23.500 | 0.113 | 23.387 | 1.312 |
| | | | Te1 - Ter1 | 5.00 | 0.452 | 5.82 | 6.984 | 12 | 23.387 | 0.146 | 23.24 | 1.108 |
| | 302 al 182 | Cocina | CM2-Te2 | 16.45 | 1.489 | 5.19 | 6.228 | 20 | 23.500 | 0.097 | 23.403 | 1.312 |
| | | | Te2 - C2 | 11.45 | 1.036 | 3.7 | 4.44 | 12 | 23.403 | 0.420 | 22.983 | 2.538 |
| | | Terma | CM2-Te2 | 16.45 | 1.489 | 5.19 | 6.228 | 20 | 23.500 | 0.097 | 23.403 | 1.312 |
| | | | Te2 - Ter2 | 5.00 | 0.452 | 5.51 | 6.612 | 12 | 23.403 | 0.138 | 23.264 | 1.108 |
| | 303 al 183 | Cocina | CM3-Te3 | 16.45 | 1.489 | 12.66 | 15.192 | 20 | 23.500 | 0.237 | 23.263 | 1.312 |
| | | | Te3 - C3 | 11.45 | 1.036 | 3.01 | 3.612 | 12 | 23.263 | 0.342 | 22.921 | 2.538 |
| | | Terma | CM3-Te3 | 16.45 | 1.489 | 12.66 | 15.192 | 20 | 23.500 | 0.237 | 23.263 | 1.312 |
| | | | Te3 - Ter3 | 5.00 | 0.452 | 6.42 | 7.704 | 12 | 23.263 | 0.161 | 23.102 | 1.108 |
| | 304 al 184 | Cocina | CM4-Te4 | 16.45 | 1.489 | 12.44 | 14.928 | 20 | 23.500 | 0.233 | 23.267 | 1.312 |
| | | | Te4 - C4 | 11.45 | 1.036 | 6.57 | 7.884 | 12 | 23.267 | 0.746 | 22.521 | 2.539 |
| | | Terma | CM4-Te4 | 16.45 | 1.489 | 12.44 | 14.928 | 20 | 23.500 | 0.233 | 23.267 | 1.312 |
| | | | Te4 - Ter4 | 5.00 | 0.452 | 6.45 | 7.74 | 12 | 23.267 | 0.162 | 23.105 | 1.108 |

CÁLCULO DE LA LÍNEA INDIVIDUAL INTERNA

| Piso | Dpto | Artefacto | Tramo | Pot [Kw] | Qsi [m3/h] | Long real [m] | Long eq [m] | Ø Real [mm] | Pi [mbar] | Δp (mbar) | Pf [mbar] | Velocidad |
|-----------|------------|---------------|------------|----------|------------|---------------|-------------|-------------|-----------|-----------|---------------|-----------|
| 19 | 191 | Cocina | CM1-Te1 | 16.45 | 1.489 | 6.26 | 7.512 | 20 | 23.5 | 0.117 | 23.383 | 1.312 |
| | | | Te1 - C1 | 11.45 | 1.036 | 4.19 | 5.028 | 12 | 23.383 | 0.476 | 22.907 | 2.538 |
| | | Terma | CM1-Te1 | 16.45 | 1.489 | 6.26 | 7.512 | 20 | 23.5 | 0.117 | 23.383 | 1.312 |
| | | | Te1 - Ter1 | 5.00 | 0.452 | 21.94 | 26.328 | 12 | 23.383 | 0.551 | 22.831 | 1.108 |
| | 192 | Cocina | CM2-Te2 | 16.45 | 1.489 | 1.81 | 2.172 | 20 | 23.5 | 0.034 | 23.466 | 1.312 |
| | | | Te2 - C2 | 11.45 | 1.036 | 6.58 | 7.896 | 12 | 23.466 | 0.747 | 22.719 | 2.538 |
| | | Terma | CM2-Te2 | 16.45 | 1.489 | 1.81 | 2.172 | 20 | 23.5 | 0.034 | 23.466 | 1.312 |
| | | | Te2 - Ter2 | 5.00 | 0.452 | 15.21 | 18.252 | 12 | 23.466 | 0.382 | 23.084 | 1.108 |
| | 193 | Cocina | CM3-Te3 | 16.45 | 1.489 | 12 | 14.4 | 20 | 23.5 | 0.225 | 23.275 | 1.312 |
| | | | Te3 - C3 | 11.45 | 1.036 | 5 | 6 | 12 | 23.275 | 0.568 | 22.708 | 2.538 |
| | | Terma | CM3-Te3 | 16.45 | 1.489 | 12 | 14.4 | 20 | 23.5 | 0.225 | 23.275 | 1.312 |
| | | | Te3 - Ter3 | 5.00 | 0.452 | 17.35 | 20.82 | 12 | 23.275 | 0.436 | 22.839 | 1.108 |
| | 194 | Cocina | CM4-Te4 | 16.45 | 1.489 | 13.23 | 15.876 | 20 | 23.5 | 0.248 | 23.252 | 1.312 |
| | | | Te4 - C4 | 11.45 | 1.036 | 5.6 | 6.72 | 12 | 23.252 | 0.636 | 22.616 | 2.539 |
| | | Terma | CM4-Te4 | 16.45 | 1.489 | 13.23 | 15.876 | 20 | 23.5 | 0.248 | 23.252 | 1.312 |
| | | | Te4 - Ter4 | 5.00 | 0.452 | 10.84 | 13.008 | 12 | 23.252 | 0.272 | 22.980 | 1.108 |

| Piso | Dpto. | Ambiente | Volumen (m3) | Potencia (kw) | Factor (m3/kw) | Confinado | Tipo Ventilación | Ventilación Mínima (cm ²) | Ubicación Ventilación Inferior | Ubicación Ventilación Superior |
|--------|-------------|---------------------|--------------|---------------|----------------|-----------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 2 | 201 | Cocina | 79.73 m3 | 11.45 kw | 6.96 | No | Área Ventilada | | No Requiere Rejilla | |
| | | Lavandería | Vano Abierto | 5 kw | ∞ | No | Área Ventilada | | Vano Libre | |
| | 202 | Cocina | 16.7 m3 | 11.45 kw | 1.46 | Si | Directa | 280 cm ² | wall | wall |
| | | Lavandería | Vano Abierto | 5 kw | ∞ | No | Área Ventilada | | Vano Libre | |
| | 203 | Cocina | 19.46 m3 | 11.45 kw | 1.70 | Si | Directa | 280 cm ² | wall | wall |
| | | Lavandería | Vano Abierto | 5 kw | ∞ | No | Área Ventilada | | Vano Libre | |
| | 204 | Cocina | 78.6 m3 | 11.45 kw | 6.86 | No | Área Ventilada | | No Requiere Rejilla | |
| | | Lavandería | Vano Abierto | 5 kw | ∞ | No | Área Ventilada | | Vano Libre | |
| 3 al 8 | 301 al 801 | Cocina y Lavandería | 78.2 m3 | 16.45 kw | 4.75 | Si | Directa | 280 cm ² | wall | wall |
| | 302 al 802 | Cocina y Lavandería | 16.7 m3 | 16.45 kw | 1.02 | Si | Directa | 280 cm ² | wall | wall |
| | 303 al 803 | Cocina y Lavandería | 19.46 m3 | 16.45 kw | 1.18 | Si | Directa | 280 cm ² | wall | wall |
| | 304 al 804 | Cocina y Lavandería | 78.6 m3 | 16.45 kw | 4.78 | Si | Directa | 280 cm ² | wall | wall |
| 9 al | 901 al 1601 | Cocina y Lavandería | 78.2 m3 | 16.45 kw | 4.75 | Si | Directa | 280 cm ² | wall | wall |
| | 902 al 1602 | Cocina y Lavandería | 16.7 m3 | 16.45 kw | 1.02 | Si | Directa | 280 cm ² | wall | wall |

| | | | | | | | | | | |
|---------|-------------|---------------------|--------------|----------|------|----|----------------|---------------------|------------|-------|
| 16 | 903 al 1603 | Cocina y Lavandería | 19.46 m3 | 16.45 kw | 1.18 | Si | Directa | 280 cm ² | pared | pared |
| | 904 al 1604 | Cocina y Lavandería | 78.6 m3 | 16.45 kw | 4.78 | Si | Directa | 280 cm ² | pared | pared |
| 17 y 18 | 1701 y 1801 | Cocina y Lavandería | 78.2 m3 | 16.45 kw | 4.75 | Si | Directa | 280 cm ² | pared | pared |
| | 1702 y 1802 | Cocina y Lavandería | 16.7 m3 | 16.45 kw | 1.02 | Si | Directa | 280 cm ² | pared | pared |
| | 1703 y 1803 | Cocina y Lavandería | 19.46 m3 | 16.45 kw | 1.18 | Si | Directa | 280 cm ² | pared | pared |
| | 1704 y 1804 | Cocina y Lavandería | 78.6 m3 | 16.45 kw | 4.78 | Si | Directa | 280 cm ² | pared | pared |
| 19 | 1901 | Cocina | 17.09 m3 | 11.45 kw | 1.49 | Si | Directa | 280 cm ² | pared | pared |
| | | Lavandería | Vano Abierto | 5 kw | ∞ | No | Área Ventilada | | Vano Libre | |
| | 1902 | Cocina | 16.7 m3 | 11.45 kw | 1.46 | Si | Directa | 280 cm ² | pared | pared |
| | | Lavandería | Vano Abierto | 5 kw | ∞ | No | Área Ventilada | | Vano Libre | |
| | 1903 | Cocina | 19.46 m3 | 11.45 kw | 1.70 | Si | Directa | 280 cm ² | pared | pared |
| | | Lavandería | Vano Abierto | 5 kw | ∞ | No | Área Ventilada | | Vano Libre | |
| | 1904 | Cocina | 22.7 m3 | 11.45 kw | 1.98 | Si | Directa | 280 cm ² | pared | pared |
| | | Lavandería | Vano Abierto | 5 kw | ∞ | No | Área Ventilada | | Vano Libre | |

4.4. Cálculo de Instalaciones Receptoras y dimensión de Gabinete

4.4.1 Características Elementos de Regulador y Medición

Contará con sistema de regulación, medición de flujos y control de válvula de servicio para un manejo de un buen control. Con los valores obtenidos ya se puede escoger el regulador de la primera etapa

4.4.2 Cálculo del regulador de primera etapa

01 REGULADOR B50

| Ítem | Cant. | Tipo de Regulador | Presión Entrada | Presión Salida | Capacidad | Conector Entrada | Conector Salida |
|------|-------|-------------------|-----------------|----------------|-----------------------|------------------|-----------------|
| 01 | 01 | B50 | 4 bar | 340mbar | 50.0m ³ /h | 1 1/4"ø | 1 1/4"ø |

4.4.3 Cálculo del regulador de segunda etapa

| Regulador de 1º Etapa / Gabinete | Tipo de Regulador | Caudal del Regulador | Cantidad de Reguladores | Cant.Total de Reguladores |
|----------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|
| S-22 | B50 | 50 m ³ /h | 1 | 1 |

Según lo calculado para el caudal en cada departamento considerando un factor el regulador más adecuado es:

01 REGULADOR B6

| Tipo de Regulador | Caudal del Regulador | Cantidad de Reguladores | | |
|-------------------|----------------------|-------------------------|----------|--------------|
| | | por Gabinete | por Piso | por Edificio |
| B6 | 6 m ³ /h | 1 | 2 | 36 |

| Ítem | Cant. | Tipo de Regulador | Presión Entrada | Presión Salida | Capacidad | Conector Entrada | Conector Salida |
|------|-------|-------------------|-----------------|----------------|----------------------|------------------|-----------------|
| 01 | 36 | B6 | 340mbar | 25mbar | 6.0m ³ /h | 3/4"ø | 3/4"ø |

4.5. Características del Gabinete doble

| GABINETE | MEDIDAS | | | CANT. DE GABINET ESPOR PISO | TOTAL DE PISOS | TOTAL DE GABINETES |
|----------|-------------|------------|--------------|-----------------------------|----------------|--------------------|
| | ALTURA (cm) | ANCHO (cm) | ESPESOR (cm) | | | |
| DOBLE | 49 | 67 | 19 | 2 | 18 | 36 |

4.6. Medidores de Gas Residencial

El medidor e instalados por departamentos según representa la característica en la siguiente tabla:

| ÍTEM | CANT. | MODELO | CAUDAL MÍNIMO | CAUDAL MÁXIMO | DIÁMETRO |
|------|-------|--------|-------------------|-------------------|----------|
| | | | m ³ /h | m ³ /h | Pulg |
| 01 | 72 | G4 | 0.04 | 6.0 | 3/4" ø |

Resumiendo, en una tabla, las dos etapas de instalación de gas natural

Tabla 19

Tabla consolidado descriptiva de la instalación.

| CAUDAL 1RA ETAPA (S-22) | REGULADOR DE ALTA PRESION | Nº DE PISO | DPT OS. POR PISO | GABINETE | CANT. DE GABINETES POR PISO | UBICACIÓN DEL GABINETE | CAUDAL 2DA ETAPA (POR GABINETE) | REGULADOR DE BAJA PRESION | MATERIAL RED MONTANTE | MATERIAL RED INTERNA |
|--------------------------|---------------------------|------------|------------------|----------|-----------------------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|
| 37.515 m ³ /h | REGULADOR B50 | 2 | 4 | DOBLE | 2 | PISO | 2.084 m ³ /h | 2 (REG) - B6 | COBRE | PE AL PE |
| | | 3 | 4 | DOBLE | 2 | PISO | 2.084 m ³ /h | 2 (REG) - B6 | COBRE | PE AL PE |
| | | 4 | 4 | DOBLE | 2 | PISO | 2.084 m ³ /h | 2 (REG) - B6 | COBRE | PE AL PE |
| | | 5 | 4 | DOBLE | 2 | PISO | 2.084 m ³ /h | 2 (REG) - B6 | COBRE | PE AL PE |
| | | 6 | 4 | DOBLE | 2 | PISO | 2.084 m ³ /h | 2 (REG) - B6 | COBRE | PE AL PE |
| | | 7 | 4 | DOBLE | 2 | PISO | 2.084 m ³ /h | 2 (REG) - B6 | COBRE | PE AL PE |
| | | 8 | 4 | DOBLE | 2 | PISO | 2.084 m ³ /h | 2 (REG) - B6 | COBRE | PE AL PE |
| | | 9 | 4 | DOBLE | 2 | PISO | 2.084 m ³ /h | 2 (REG) - B6 | COBRE | PE AL PE |
| | | 10 | 4 | DOBLE | 2 | PISO | 2.084 m ³ /h | 2 (REG) - B6 | COBRE | PE AL PE |
| | | 11 | 4 | DOBLE | 2 | PISO | 2.084 m ³ /h | 2 (REG) - B6 | COBRE | PE AL PE |
| | | 12 | 4 | DOBLE | 2 | PISO | 2.084 m ³ /h | 2 (REG) - B6 | COBRE | PE AL PE |
| | | 13 | 4 | DOBLE | 2 | PISO | 2.084 m ³ /h | 2 (REG) - B6 | COBRE | PE AL PE |
| | | 14 | 4 | DOBLE | 2 | PISO | 2.084 m ³ /h | 2 (REG) - B6 | COBRE | PE AL PE |
| | | 15 | 4 | DOBLE | 2 | PISO | 2.084 m ³ /h | 2 (REG) - B6 | COBRE | PE AL PE |
| | | 16 | 4 | DOBLE | 2 | PISO | 2.084 m ³ /h | 2 (REG) - B6 | COBRE | PE AL PE |
| | | 17 | 4 | DOBLE | 2 | PISO | 2.084 m ³ /h | 2 (REG) - B6 | COBRE | PE AL PE |
| | | 18 | 4 | DOBLE | 2 | PISO | 2.084 m ³ /h | 2 (REG) - B6 | COBRE | PE AL PE |
| | | 19 | 4 | DOBLE | 2 | PISO | 2.084 m ³ /h | 2 (REG) - B6 | COBRE | PE AL PE |

CONCLUSIONES

Después de haber concluido el diseño y cálculo de la red interna, comprobando satisfactoriamente tanto la hipótesis general como específicas, se verifica que se cumple los objetivos en cuanto los requerimientos de diseño como de las restricciones mínimas impuestas por la norma técnica peruana para las instalaciones domiciliarias y residenciales dando así solución a los futuros habitantes de la vivienda multifamiliar asegurando su confort y seguridad aprovechando así del beneficio de poseer gas natural instalado de modo continuo.

- 1) De entre las configuraciones propuestas de líneas exteriores o montante la más óptima en costo en conjunto y solidario es el diseño es el un montante, dos etapas de regulación.
- 2) El diseño de una instalación de red interna de gas natural es seguro en cuanto pasa por varios niveles de seguridad tanto cumplimiento de rangos de la normativa, certificación de los instaladores como de los componentes de bloqueo.
- 3) Una vez que se cuente con la instalación de red interna conforme a los requerimientos de la normativa y certificadoras, el usuario se beneficiará de los servicios de abastecimiento de gas natural.
- 4) Para los tramos de las tuberías de la matriz y montante se calculó que los diámetros de la tubería son de una y un cuarto de pulgada de cobre para las derivaciones de una pulgada reduciendo el último tramo con una tubería de tres cuartos de pulgada de cobre.
- 5) Para el tendido en los departamentos por piso se calculó las tuberías y se seleccionó tuberías Pe-Al-Pe 2025 hasta la conexión T, luego para los tramos hacia los gasodomésticos Pe-Al-Pe 2025 hasta la cocina y Pe-Al-Pe 1216.

- 6) Se seleccionó Gabinetes dobles y se ubicó piso por piso que dará a los propietarios un mayor control y accesibilidad grado dos, para cuando quieran hacer un mantenimiento interno de sus electrodomésticos.
- 7) Los cálculos para el diseño y dimensionamiento de la ventilación por las áreas de operación para espacios confinados, el tipo de ventilación es directa con ventilación mínima de 280 cm² con ubicación inferior y superior.
- 8) Se seleccionó un regulador B50 para la primera etapa y B6 para la segunda etapa.

RECOMENDACIONES

- 1) En los modelos de diseño considerar más indicadores de optimización de planificación, programación y ejecución del proyecto, es decir considerar el factor tiempo.
- 2) Concientizar a las autoridades de la importancia de la masificación del gas natural seco, como combustible energético.
- 3) Hacer un estudio para abastecimiento en lugares donde no se cuente con la cobertura por parte del concesionario de GN.
- 4) Se recomienda hacer un estudio de mayor grado de seguridad en cuanto a bloqueos con sensores de fuga que aún no se contempla en la NTP 111.011 2014
- 5) En instalaciones de sistemas de red internas, no se recomienda el uso de tuberías de plástico o caucho en el interior de las viviendas o edificaciones ya que no cumplen con los requisitos exigidos por la norma.
- 6) Es factible utilizar tuberías de polietileno en el exterior de las instalaciones internas, incluyendo tramos enterrados, como, por ejemplo, al atravesar amplios jardines. Para llevar a cabo este tipo de instalaciones, es recomendable consultar la NTP 111. 021.
- 7) Las válvulas de corte y servicio deben contar con una clasificación de resistencia de 1000 kPa o una presión máxima de 10 bar.
- 8) Es importante no instalar tuberías en el suelo o en pasadizos donde puedan ser dañadas por el tránsito de personas o vehículos, ya sea por tropiezos, golpes o presión sobre ellas. Asimismo, se debe evitar colocar tuberías en áreas que estén constantemente expuestas a la humedad o a agentes químicos, a menos que cuenten con revestimientos y protecciones adecuadas, los cuales deben ser aprobados por la entidad competente.
- 9) Es importante evitar la unión de materiales diferentes en el sistema de tuberías, como el acero negro y el galvanizado, ya que esto puede provocar corrosión por la

formación de un par galvánico. Si es necesario realizar dicha unión, se debe interponer un material aislante bien asegurado. En el caso de conectar el sistema de tuberías a un artefacto a gas, se permite el uso de un material de transición adecuado que no genere par galvánico.

- 10) Cuando una tubería se instala contra una pared, debe encontrarse, al menos, a 5 cm por encima del nivel del suelo o del piso. Esto es fundamental para prevenir el contacto con agua o productos químicos que puedan derramarse, ya que podrían dañar o provocar corrosión en la tubería.

Referencias bibliográficas

- [1] Norma Técnica Peruana de instalaciones de gas natural seco NTP 111.011-2014 y EM-040-2009.
- [2] Manual de instalaciones de gas de PROCOBRE
- [3] Texto de Néstor Quadry: Instalaciones de gas.
- [4] Manual de instalaciones Receptoras de Combustibles Gaseosos
- [5] Texto Combustión Industrial de Gas Natural, Ing. Percy Castillo Neyra
- [6] Manuales de instalaciones de gas instituto Vilao sac.
- [7] Manuales de IPEGA – UNI.
- [8] Darren G. & Mallery, P. (2003). SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference, 11.0 Update. Bacon & Allyn. <https://www.iberlibro.com/buscar-libro/autor/darren-george-paul-mallery/>
- [9] Galicia, L. A. (2017). Validez de contenido por juicio de expertos: propuesta de una herramienta virtual. Apertura: Revista de Innovación Educativa, 9(2), 42-53. <https://doi.org/10.18381/Ap.v9n2.993>
- [10] Hernández-Samperi, R. & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Editorial Mc Graw Hill Education. ISBN: 978-1-4562-6096-5. <https://doi.org/10.22201/fesc.20072236e.2019.10.18.6>
- [11] Romero Sedo, A. M., & Arrué Burillo, P. (2007). Diseño y cálculo de instalaciones de gases combustibles. Redes. Pearson Prentice Hall.
- [12] CONAIF-SEDIGAS. (2012). Manual de instalaciones receptoras de combustibles gaseosos. CONAIF-SEDIGAS.

- [13] Miranda Barreras, A. L., & Oliver Pujol, R. (1996). Biblioteca del instalador de gas: Cálculo y diseño de instalaciones. Ediciones CEAC.
- [14] Miranda, Á. L. (1997). Biblioteca del instalador de gas: Conocimientos fundamentales. Ediciones CEAC.
- [15] Junkers. (2003). Guía del instalador de gas. Robert Bosch España, S.A.
- [16] Sifuentes Sancho, J. (2011). Instalaciones industriales de gas natural. Editorial COSAN.
- [17] IPC PERÚ SAC. (2016). Análisis e interpretación de la Norma Técnica Peruana 111.010-2003. IPC PERÚ SAC.
- [18] Quadri, N. P. (2001). Instalaciones de gas. Editorial Alsina.
- [19] Malpica Silva Santisteban, C. (1989). La verdad sobre el gas de Camisea. Ediciones La Escena Contemporánea.
- [20] López García, P. A., & López García, C. J. (2020). Análisis de factibilidad para el diseño y construcción de instalaciones de gas natural en viviendas unifamiliares empleando el R.N.E. EM-040, en el distrito de Trujillo - 2018. Tesis de licenciatura, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. Obtenido de:
<https://hdl.handle.net/20.500.12759/6731>
- [21] Panuera Geldres, F. (2024). Calidad de servicio y la producción de instalaciones de gas natural en Lima Metropolitana, año 2023. Tesis de licenciatura, Instituto Científico Tecnológico del Ejército. Obtenido de
<https://repositorio.ictc.edu.pe/items/53203150-447d-48de-b46e-6b35c0ca4c32>
- [22] Chávez Capcha, H. R. (2011). Diseño de una instalación de gas natural en un edificio multifamiliar. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14076/13930>

ANEXOS

| | | |
|---------|---|----------|
| ANEXO 1 | Definiciones | 1 |
| ANEXO 2 | Planos Isométrico y Plano de Planta | 4 |

ANEXO 1

Definiciones

Las siguientes definiciones son conforme a la Norma Técnica Peruana [NTP 111.011-2014 y EM-040-2009]

acometida: Es la instalación encargada de suministrar gas natural seco desde las redes de distribución hasta las instalaciones internas comprenden diversos componentes. Entre ellos se incluyen los equipos de regulación, el medidor, la caja o celda de protección, así como accesorios, filtros y válvulas de seguridad.

línea individual interior: Sistema de tuberías que se instala en el interior de la edificación para el transporte de gas natural seco, destinado a un solo usuario. Este sistema abarca desde la salida del medidor o regulador de última etapa, siempre que este se encuentre aguas abajo del medidor, hasta los puntos de conexión de los diferentes artefactos.

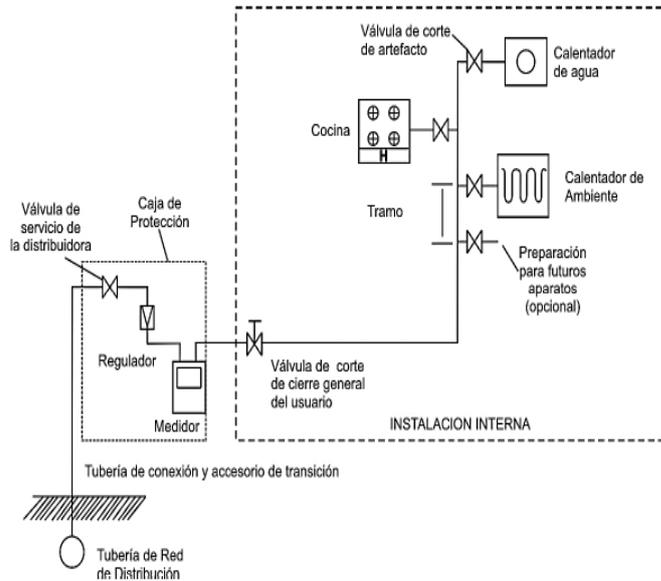
presión de uso del artefacto a gas: La presión del gas natural seco se mide en la conexión de entrada del aparato de gas cuando está en funcionamiento. Por lo general, los aparatos diseñados para uso residencial operan con una presión entre 18 mbar y 23 mbar.

regulador de presión: Dispositivo que disminuye la presión del fluido que recibe y la mantiene constante, sin importar los caudales que permita pasar ni las variaciones de presión en la sección aguas arriba, siempre que se encuentren dentro de los rangos permitidos. La regulación puede realizarse en una o varias etapas.

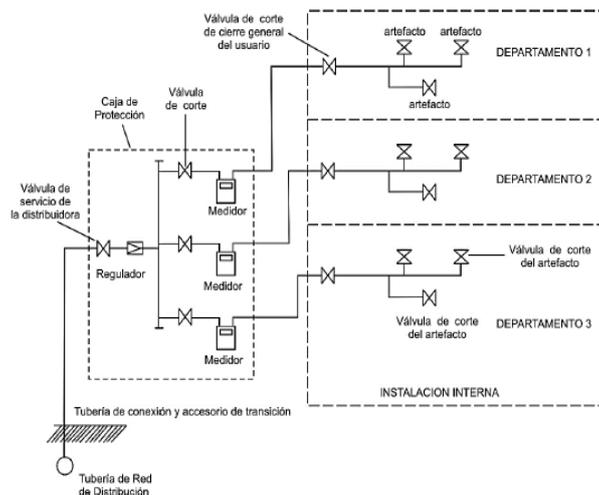
instalación interna: Se trata de un sistema integrado de tuberías, conexiones, válvulas y demás componentes que, por lo general, comienza después del medidor o la acometida, y que se encarga de transportar el gas natural seco hasta los distintos artefactos de gas del usuario final. Si la acometida se ubica dentro de la propiedad del usuario o en áreas de uso común en el caso de edificios multifamiliares, las instalaciones internas pueden incluir también tramos de tubería que se encuentren antes del medidor o la acometida. Las

características particulares de cada vivienda determinan las diversas configuraciones posibles para la instalación interna. Vista 1 y Vista 2.

Vista 1 de la instalación interna. Fuente NTP 111.011-2014



Vista 2 de la instalación interna. Fuente NTP 111.011-2014



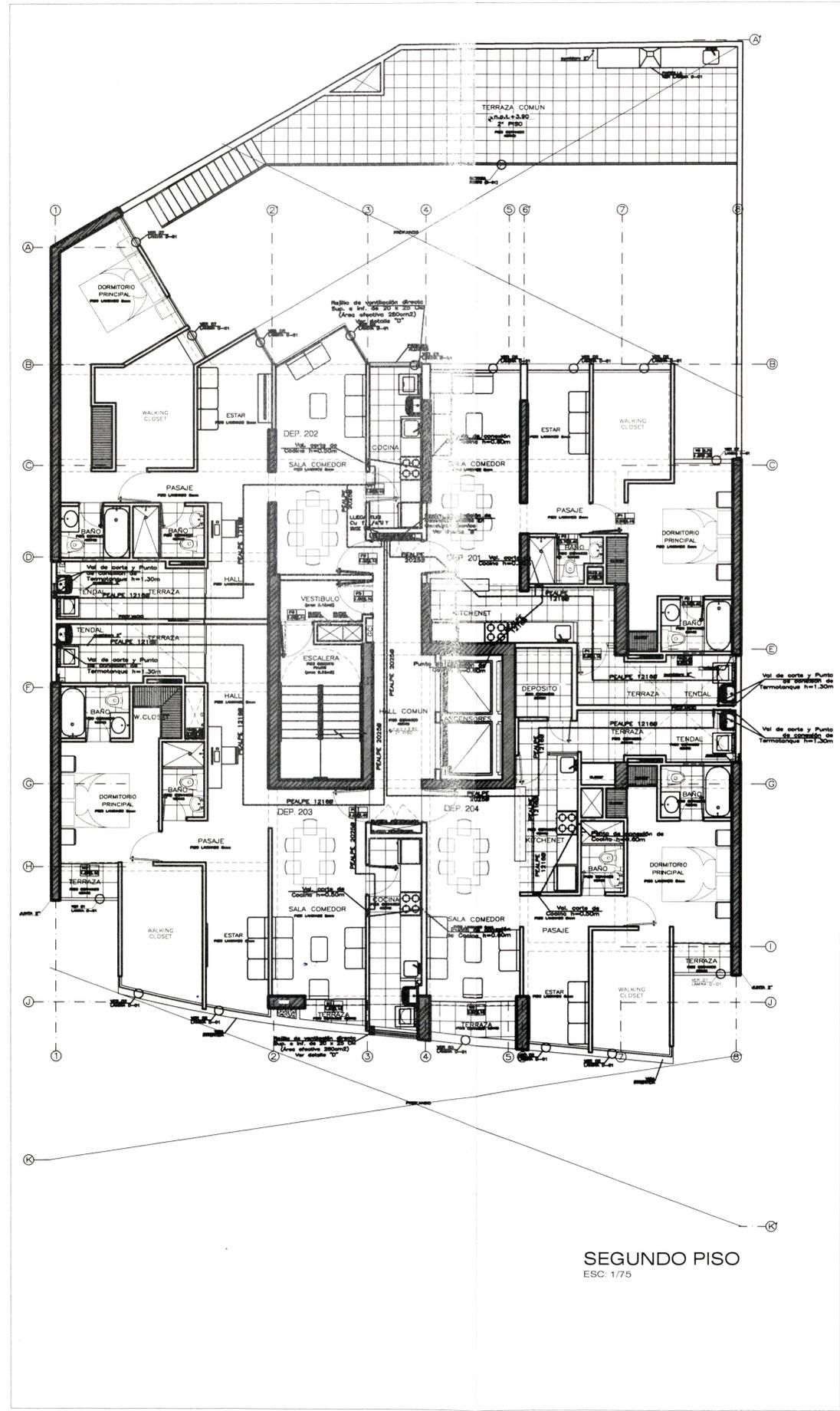
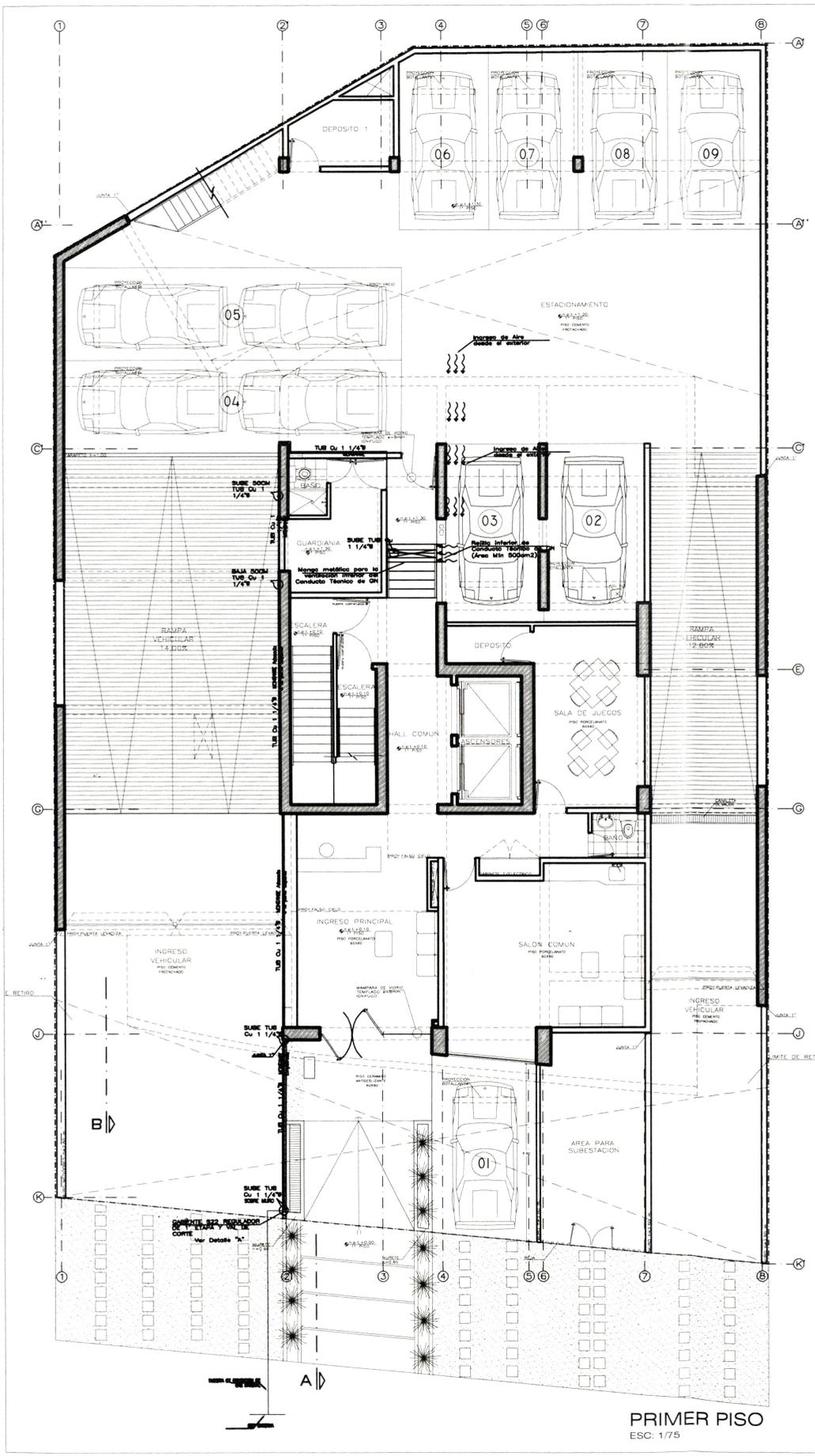
Línea matriz: El sistema de tuberías exterior de una residencia o edificio abarca desde la salida de la válvula de servicio de la distribuidora hasta la base de la estructura, con una presión máxima regulada de hasta 340 mbar. Este tipo de línea generalmente recorre distancias horizontales, ya que su diseño está pensado para atravesar amplios jardines, garajes y áreas comunes, evitando su instalación como líneas verticales en el exterior del edificio. Es importante que finalice en un regulador o un sistema de regulación y medición.

Línea montante: Sistema de tuberías con trayectorias mayormente verticales, que se ubica en el exterior del edificio y facilita la conducción de gas natural hacia las viviendas o departamentos. Este sistema puede mantener una presión máxima regulada de hasta 340 mbar y debe finalizar en un regulador o en un sistema de regulación y medición.

ANEXO 2

Planos Isométrico y Plano de Planta

- IG1 - Plano de planta del segundo piso
- IG2 – Plano de planta tercer piso al piso dieciocho
- IG3 – Plano del piso diecinueve con dos niveles.
- IG4 - Plano azotea
- IG5 – Plano isométrico de la Línea Montante.
- IG6 – Plano Isométrico línea interna
- A1- Plano de corte A-A
- A2- Plano de corte B-B
- A3- Plano de corte C-C
- A4 – Plano de corte D-D
- A5 – Plano de elevación



LEYENDA

| SÍMBOLO | DENOMINACIÓN |
|---------|---|
| — | TUB. CU. RIGIDO TIPO 1" O PEALPE-A LA VISTA |
| — | TUB. CU. RIGIDO TIPO 1" O PEALPE - EMPOTRA |
| ⊙ | TERMOTANQUE TIPO "A" |
| ⊠ | COCINA A GAS |
| ⊞ | MEDIDOR |
| ⊞ | VALVULA DE CORTE |
| ○ | TUB. SUBE |
| ● | TUB. BAJA |
| ⋯ | ACCESORIO DE COBRE TIPO L |
| ⌒ | CORDO DE 90° DE COBRE TIPO L |

SISTEMA DE REGULACION Y ACCESORIO

| Nº | EQUIPAMIENTO | TIPO | PRESION ENT-SAL | CONSUMO(m³/h) |
|----|--------------------|------|-----------------|---------------|
| 01 | REGULADOR 1ª ETAPA | B50 | 4bar-340mbar | 50 m³/h |
| 36 | REGULADOR 2ª ETAPA | B6 | 340-23mbar | 6 m³/h |
| 72 | MEDIDORES | G4 | 340mbar | |

EQUIPOS DE INSTALACION POR DEPARTAMENTO

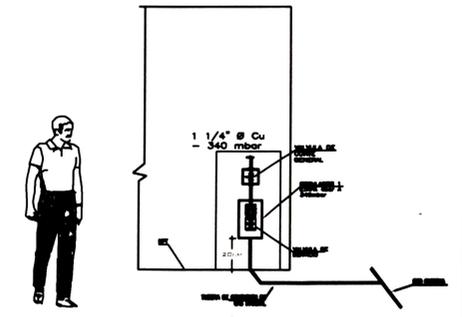
| Nº | EQUIPAMIENTO | POTENCIA/Kw |
|----|-------------------------|-------------|
| 01 | 01 COCINA A GAS | 11.45 Kw |
| 02 | 01 TERMOTANQUE TIPO "A" | 5.00 Kw |

EQUIPOS DE INSTALACION PARA EL EDIFICIO

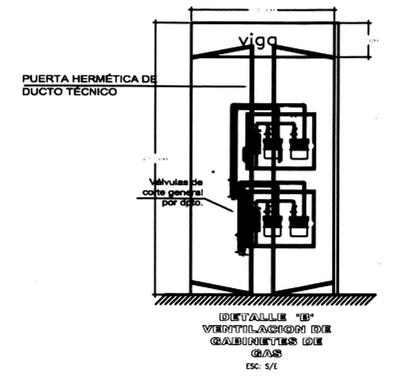
| Nº | EQUIPAMIENTO | POTENCIA/Kw |
|----|-------------------------|-------------|
| 01 | 72 COCINA A GAS | 11.45 Kw |
| 02 | 72 TERMOTANQUE TIPO "A" | 5.00 Kw |

GABINETES INSTALADOS

| CANT. | EQUIPAMIENTO |
|-------|--------------|
| 36 | DOBLE |

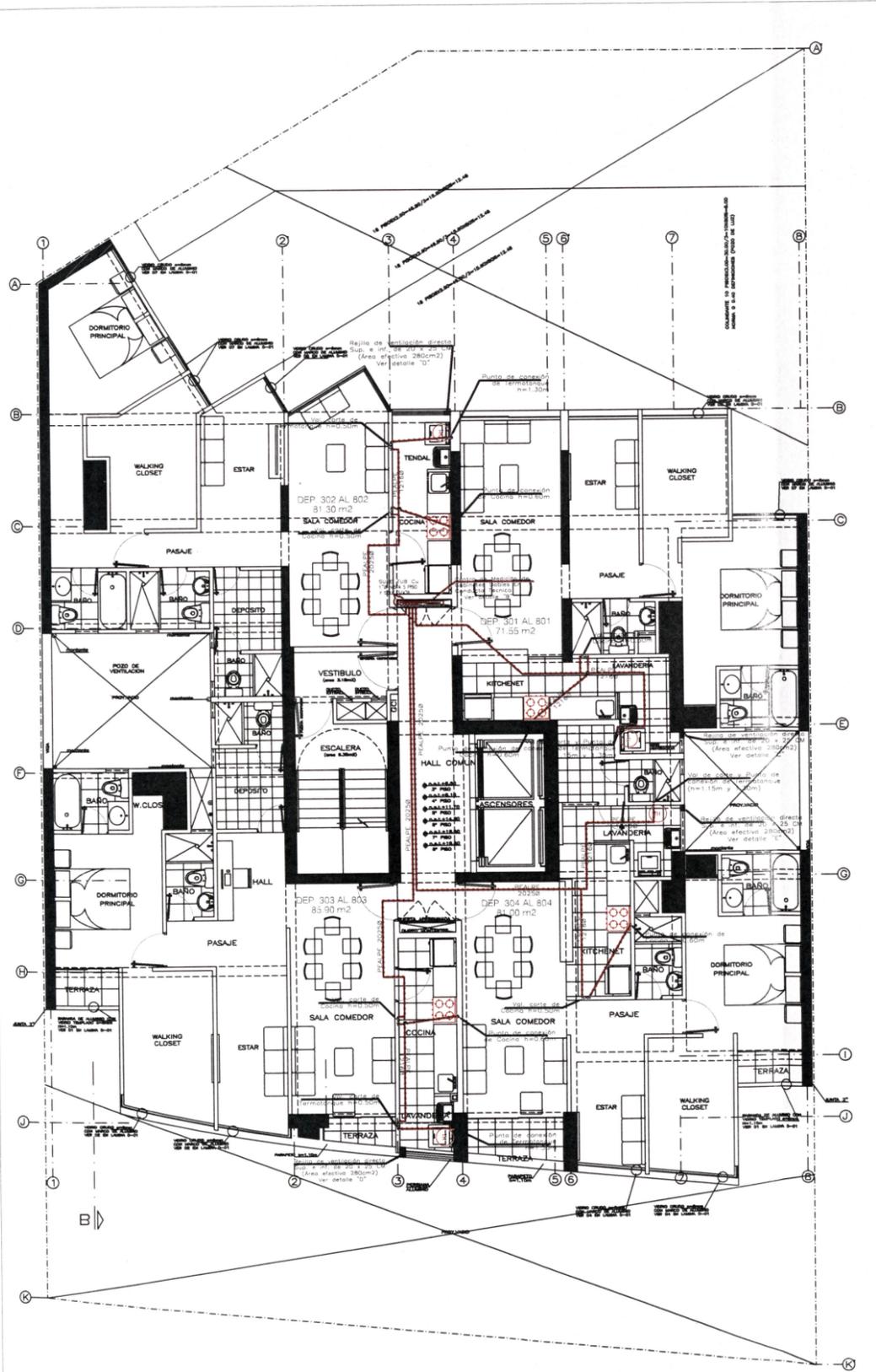


SERIE PARA REGULADOR DE 1ª ETAPA. 1 BARRIO

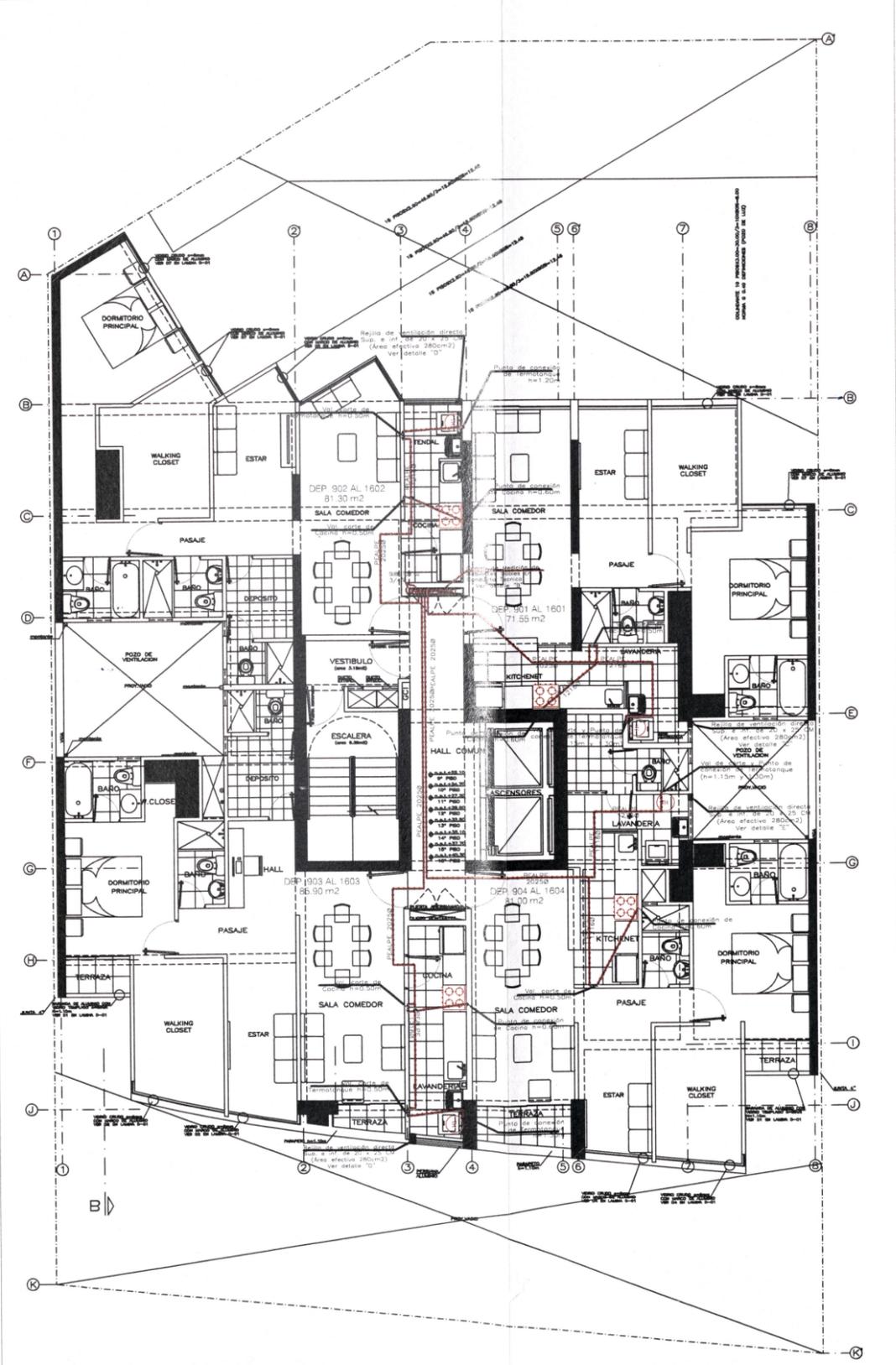


| | |
|------------|--|
| PROYECTO: | VIVIENDA MULTIFAMILIAR |
| UBICACION: | ZONA URBANA |
| PLANO: | PLANO DE PLANTA PRIMER PISO Y SEGUNDO PISO |
| DISEÑO: | OMAR ARAUJO ARAUJO |
| ESCALA: | ESC: 1/75 |

IG-01



PLANTA TIPICA
(3° PISO-8° PISO)
ESC: 1/75



PLANTA TIPICA
(9° PISO-16° PISO)
ESC: 1/75

LEYENDA

| SÍMBOLO | DENOMINACIÓN |
|---------|--|
| — | TUB. CU RIGIDO TIPO "L" O PEALPE-A A VISTA |
| — | TUB. CU RIGIDO TIPO "L" O PEALPE - EMPOTRADA |
| ⊙ | TERMOTANQUE TIPO "A" |
| ⊠ | COCINA A GAS |
| ⊞ | MEDIDOR |
| ⊞ | VALVULA DE CORTE |
| ○ | TUB. SUBE |
| ⊙ | TUB. BAJA |
| ⊞ | ACCESORIO DE COBRE TIPO L |
| ⊞ | COOD DE 90° DE COBRE TIPO L |

SISTEMA DE REGULACION Y ACCESORIO

| Nº | EQUIPAMIENTO | TIPO | PRECION ENT-SAL | CONSUMO(m ³ /h) |
|----|--------------------|------|-----------------|----------------------------|
| 01 | REGULADOR 1° ETAPA | B50 | 4bar-340mbar | 50 m ³ /h |
| 36 | REGULADOR 2° ETAPA | B6 | 340-23mbar | 6 m ³ /h |
| 72 | MEDIDORES | G4 | 340mbar | |

EQUIPOS DE INSTALACION POR DEPARTAMENTO

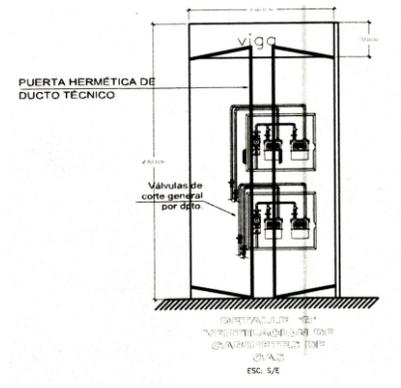
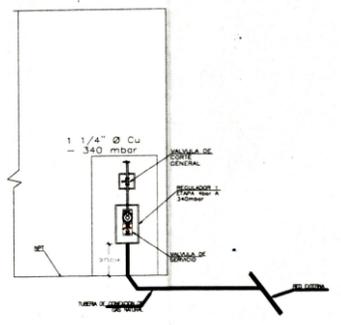
| Nº | EQUIPAMIENTO | POTENCIA/Kw |
|----|----------------------|-------------|
| 01 | COCINA A GAS | 11.45 Kw |
| 01 | TERMOTANQUE TIPO "A" | 5.00 Kw |

EQUIPOS DE INSTALACION PARA EL EDIFICIO

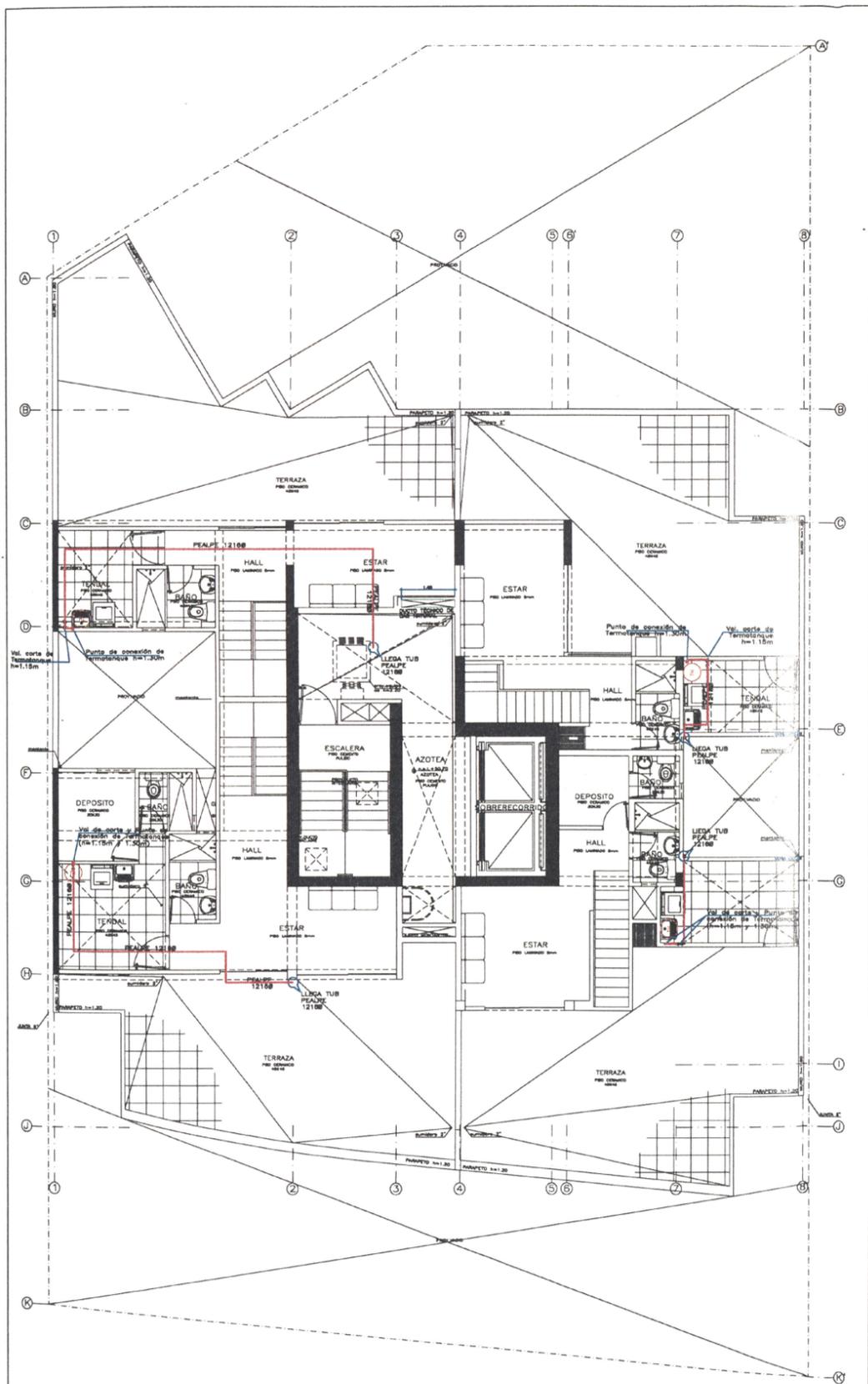
| Nº | EQUIPAMIENTO | POTENCIA/Kw |
|----|----------------------|-------------|
| 01 | COCINA A GAS | 11.45 Kw |
| 02 | TERMOTANQUE TIPO "A" | 5.00 Kw |

GABINETES INSTALADOS

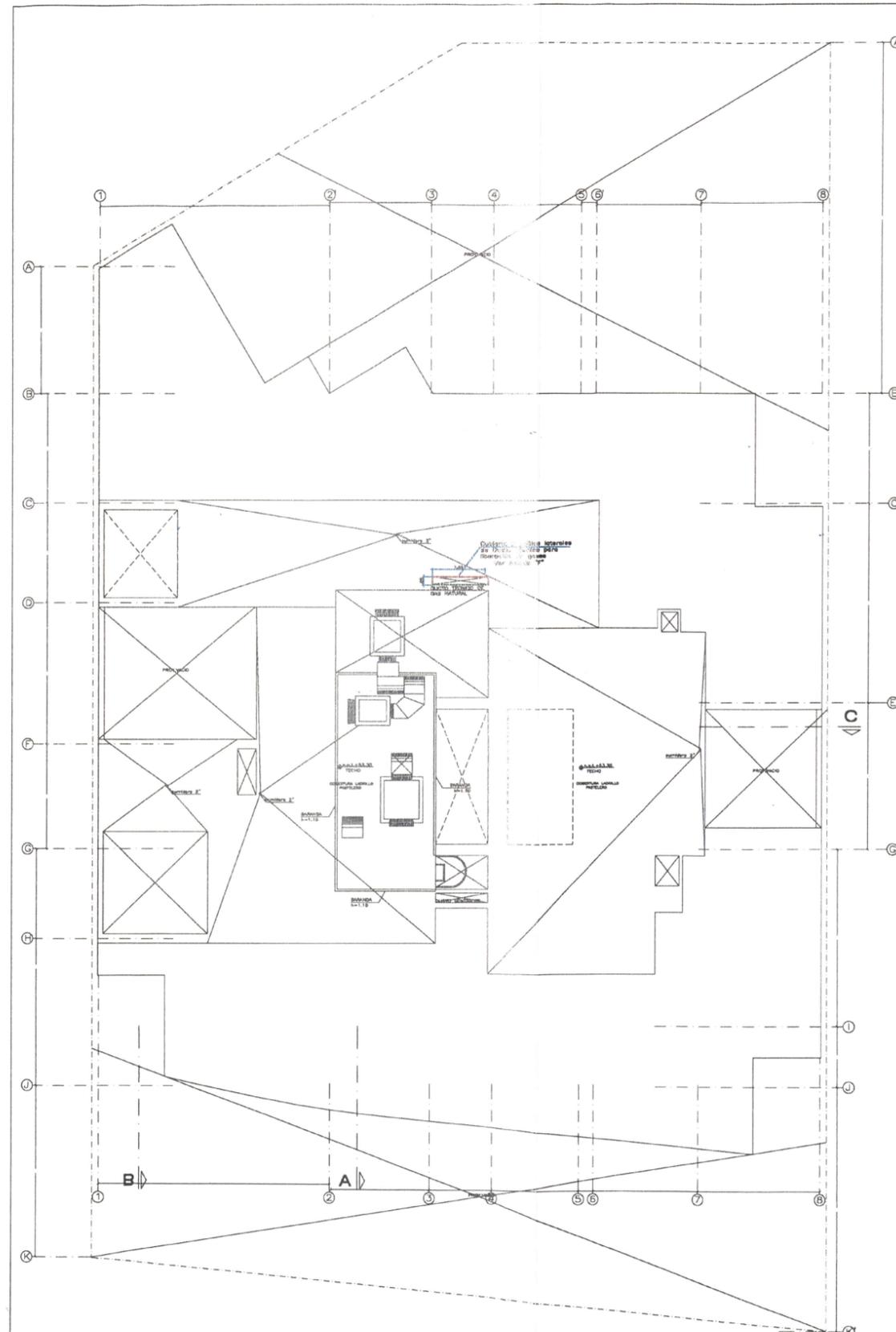
| CANT | EQUIPAMIENTO |
|------|--------------|
| 36 | DOBLE |



| | |
|------------|--|
| PROYECTO: | VIVIENDA MULTIFAMILIAR |
| UBICACION: | ZONA URBANA |
| PLANO: | PLANO DE PLANTA PRIMER PISO Y SEGUNDO PISO |
| DISERNO: | OMAR ARAUJO ARAUJO |
| ESCALA: | ESC: 1/75 |
| PLANO: | IG-02 |



PLANTA AZOTEA
ESC: 1/75



PLANO DE TECHOS
ESC: 1/75

LEYENDA

| SIMBOLO | DENOMINACION |
|---------|--|
| — | TUB. CU RIGIDO TIPO 1" O PEALPE-A A 35TA |
| — | TUB. CU RIGIDO TIPO 1" O PEALPE - DAPORINA |
| ⊖ | TERMOTANQUE TIPO "A" |
| ⊞ | COCINA A GAS |
| ⊞ | MEDIDOR |
| ⊞ | VALVULA DE CORTE |
| ○ | TUB. SUBE |
| ● | TUB. BAJA |
| + | ACCESORIO DE CORRE TIPO L |
| L | CODO DE 90° DE COBRE TIPO L |

SISTEMA DE REGULACION Y ACCESORIO

| Nº | EQUIPAMIENTO | TIPO | PRESION ENT-SAL | CONSUMO(m ³ /h) |
|----|--------------------|------|-----------------|----------------------------|
| 01 | REGULADOR 1ª ETAPA | 800 | 4bar-340mbar | 50 m ³ /h |
| 38 | REGULADOR 2ª ETAPA | 80 | 340-23mbar | 8 m ³ /h |
| 72 | MEDIDORES | G4 | 340mbar | |

EQUIPOS DE INSTALACION POR DEPARTAMENTO

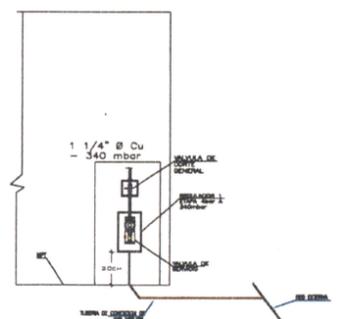
| Nº | Nº | EQUIPAMIENTO | POTENCIA/Kw |
|----|----|----------------------|-------------|
| 01 | 01 | COCINA A GAS | 11.45 Kw |
| 02 | 01 | TERMOTANQUE TIPO "A" | 5.00 Kw |

EQUIPOS DE INSTALACION PARA EL EDIFICIO

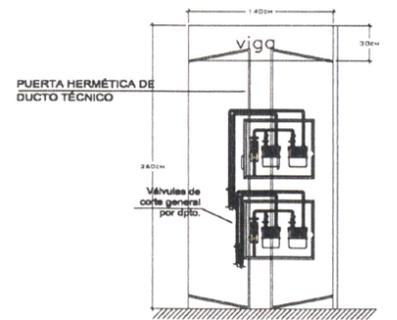
| Nº | Nº | EQUIPAMIENTO | POTENCIA/Kw |
|----|----|----------------------|-------------|
| 01 | 72 | COCINA A GAS | 11.45 Kw |
| 02 | 72 | TERMOTANQUE TIPO "A" | 5.00 Kw |

GABINETES INSTALADOS

| CANT. EQUIPAMIENTO |
|--------------------|
| 38 DOBLE |

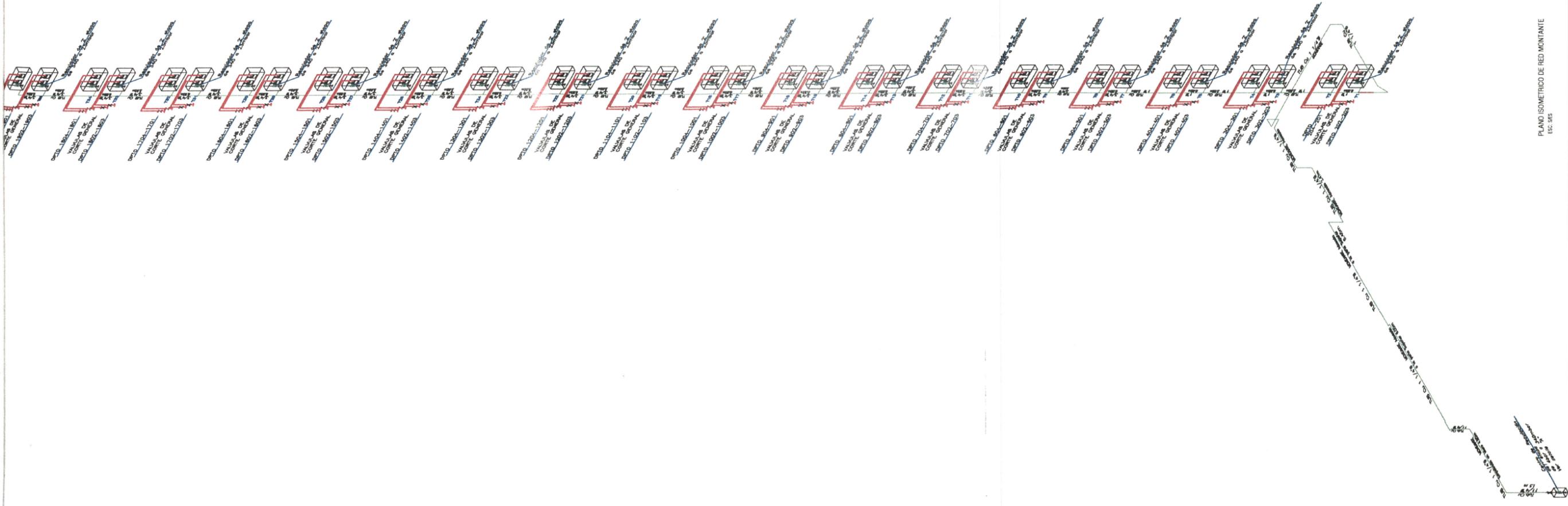


DETALLE "A"
SUBE PARA REGULADOR DE 1ª ETAPA 1 800



DETALLE "B"
VALVULAS DE CORTA GENERAL DE DUCTOS
ESC: 1/75

| | | |
|------------|--|--------------|
| PROYECTO: | VIVIENDA MULTIFAMILIAR | |
| UBICACION: | ZONA URBANA | |
| PLANO: | PLANO DE PLANTA PRIMER PISO Y SEGUNDO PISO | |
| DISERÑO: | OMAR ARAUJO ARAUJO | PLANO: IG-04 |
| ESCALA: | ESC: 1/75 | |



PLANO ISOMETRICO DE RED MONTANTE
ESC. 3/5

LEYENDA

| SIMBOLO | DENOMINACION |
|---------|--|
| | TUB. Cu REGDO TIPO "L" O PRAUPE-A A LA VISTA |
| | TUB. Cu REGDO TIPO "L" O PRAUPE - BAKORONA |
| | TERMOSTATIQUE TIPO "X" |
| | COCHINA A GAS |
| | MEDIDOR |
| | VALVULA DE CORTE |
| | TUB. SUBE |
| | TUB. BAJA |
| | ACCESORIO DE COBRE TIPO L |
| | CODO DE 90° DE COBRE TIPO L |

SISTEMA DE REGULACION Y ACCESORIO

| KW/K | EQUIPAMIENTO | TIPO | PRESION ENT-SAL | CONSUMO(m ³ /h) |
|------|--------------------|------|-----------------|----------------------------|
| 01 | REGULADOR 1° ETAPA | B50 | 4bar-340mbar | 50 m ³ /h |
| 36 | REGULADOR 2° ETAPA | B6 | 340-23mbar | 6 m ³ /h |
| 72 | MEDIDORES | G4 | 340mbar | |

EQUIPOS DE INSTALACION POR DEPARTAMENTO

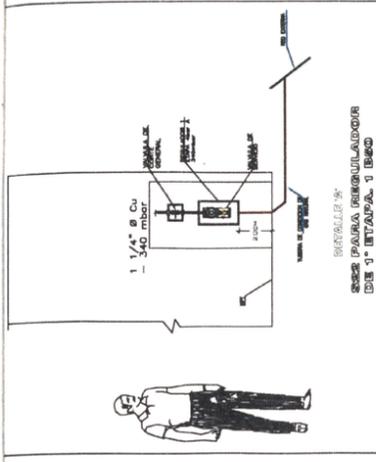
| TI | KW/K | EQUIPAMIENTO | POTENCIA/Kw |
|----|------|------------------------|-------------|
| 01 | 01 | COCHINA A GAS | 11.45 Kw |
| 02 | 01 | TERMOSTATIQUE TIPO "X" | 5.00 Kw |

EQUIPOS DE INSTALACION PARA EL EDIFICIO

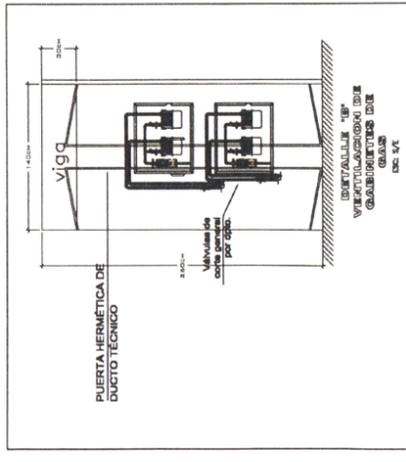
| TI | KW/K | EQUIPAMIENTO | POTENCIA/Kw |
|----|------|------------------------|-------------|
| 01 | 72 | COCHINA A GAS | 11.45 Kw |
| 02 | 72 | TERMOSTATIQUE TIPO "X" | 5.00 Kw |

GABINETES INSTALADOS

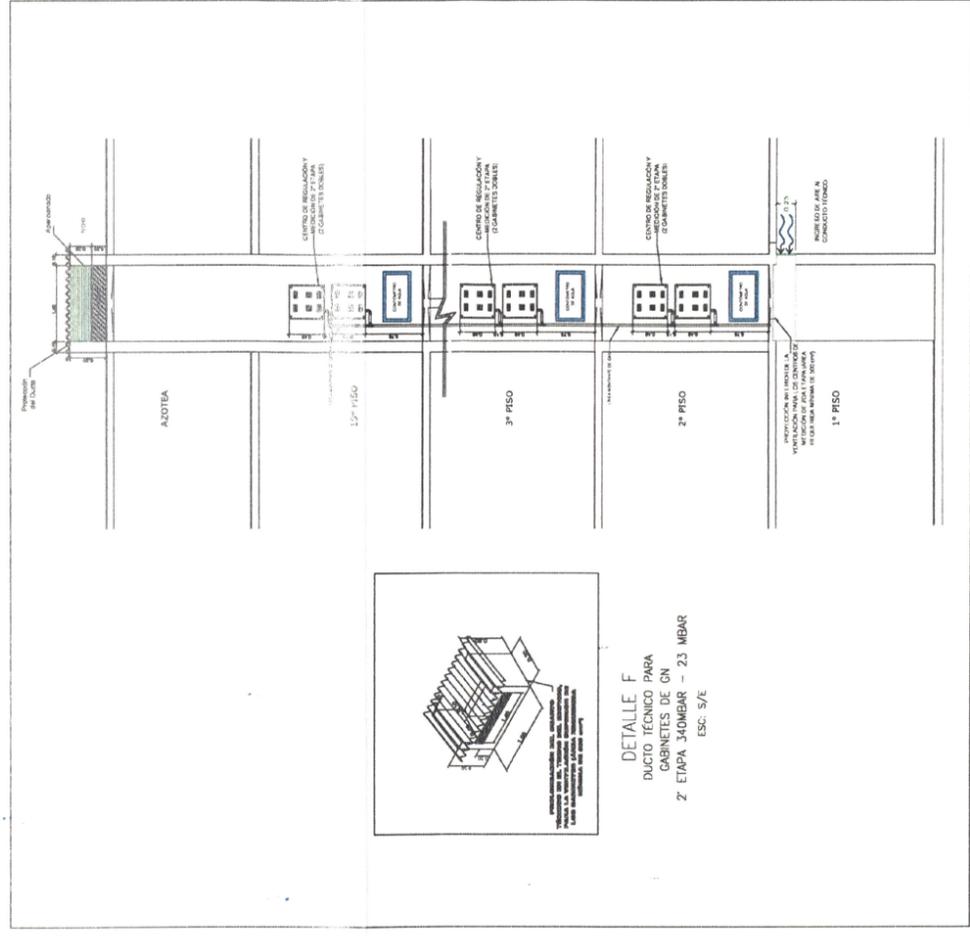
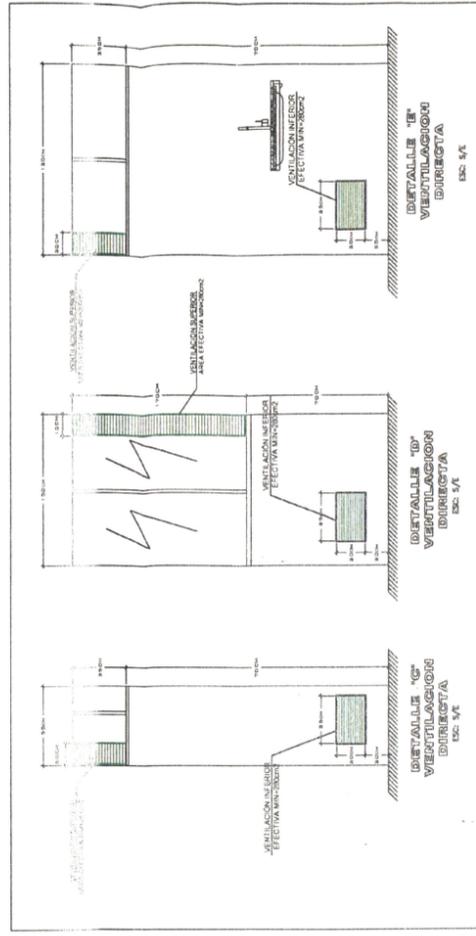
| COBRE EQUIPAMIENTO |
|--------------------|
| 36 |
| DOBLE |



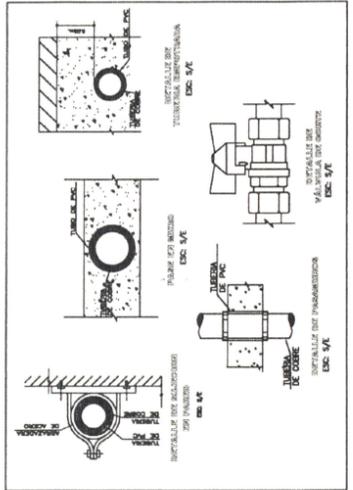
DETALLE "K"
REGDO PARA REGULADOR
DE 1° ETAPA - 0 B50
ESC. 3/4

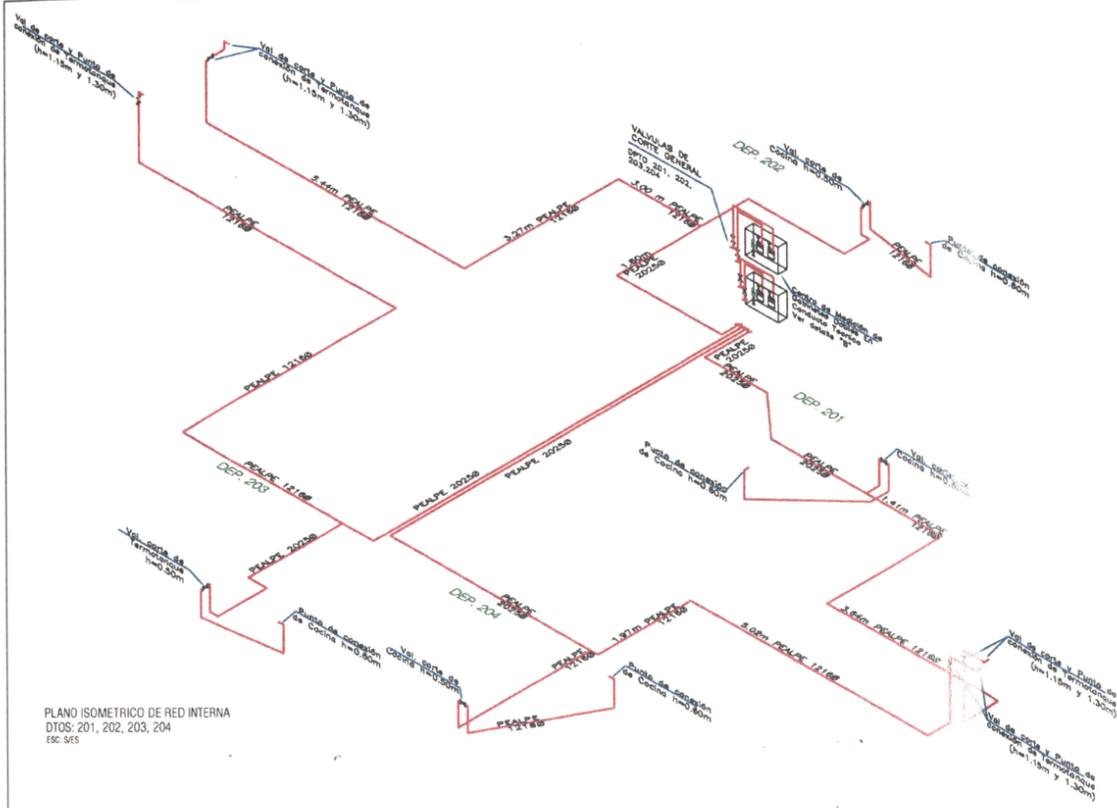


PUERTA HERMETICA DE DUCTO TECNICO
ESC. 3/4



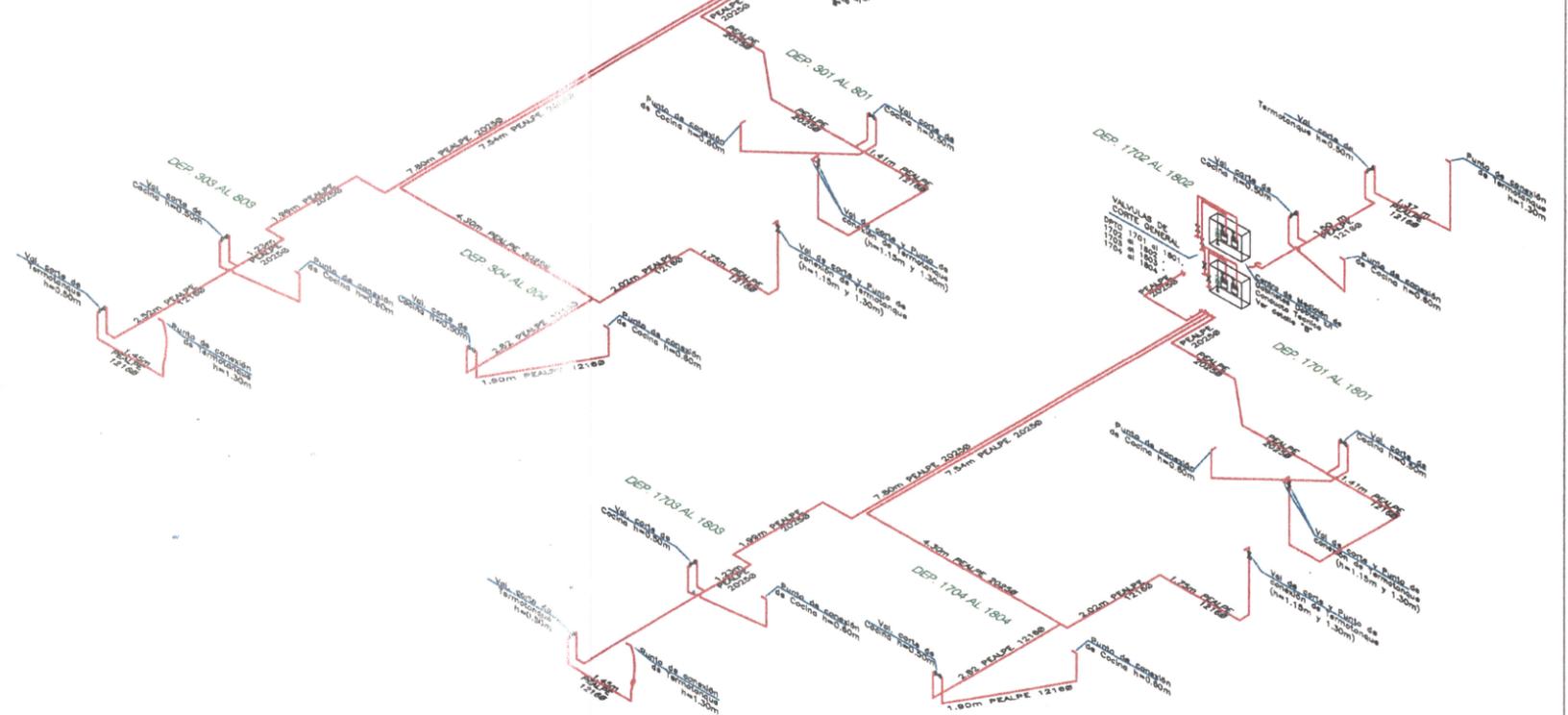
DETALLE F
DUCTO TECNICO PARA GABINETES DE GN 2° ETAPA 340MBAR - 23 MBAR
ESC. 3/4



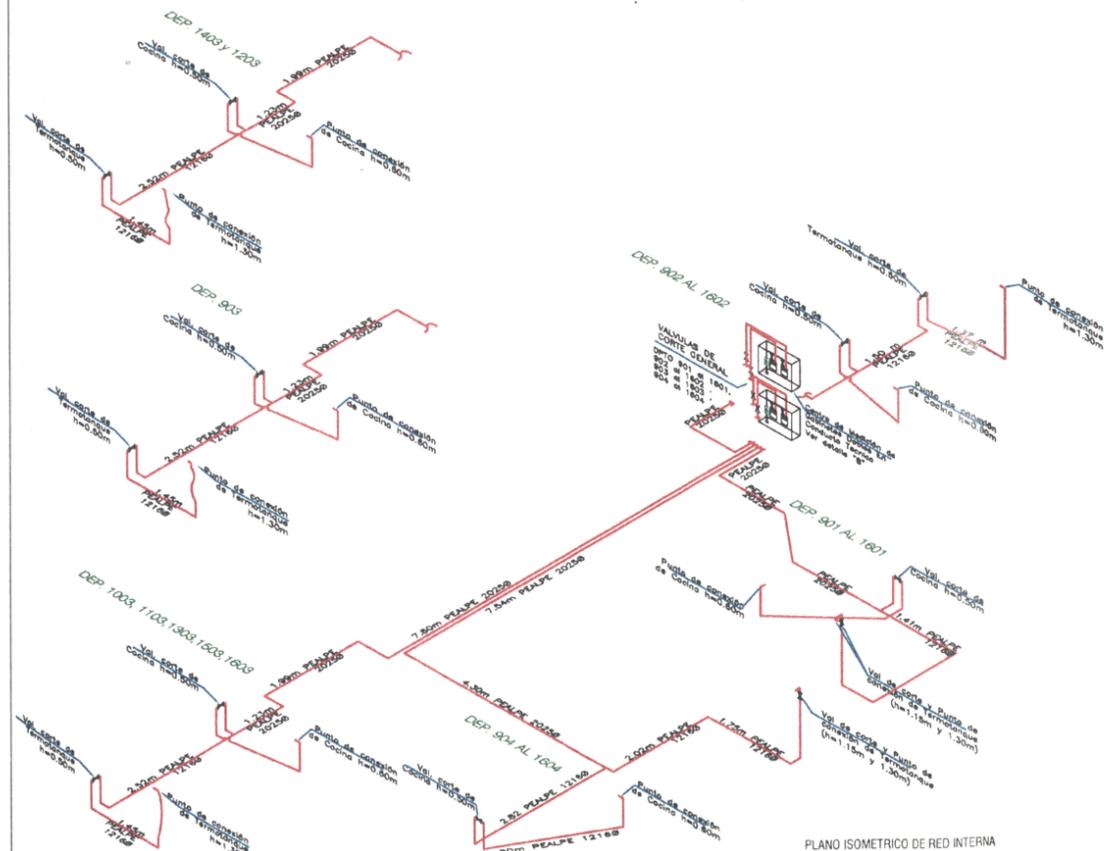


PLANO ISOMETRICO DE RED INTERNA
DTOS: 201, 202, 203, 204
ESC: 5/5

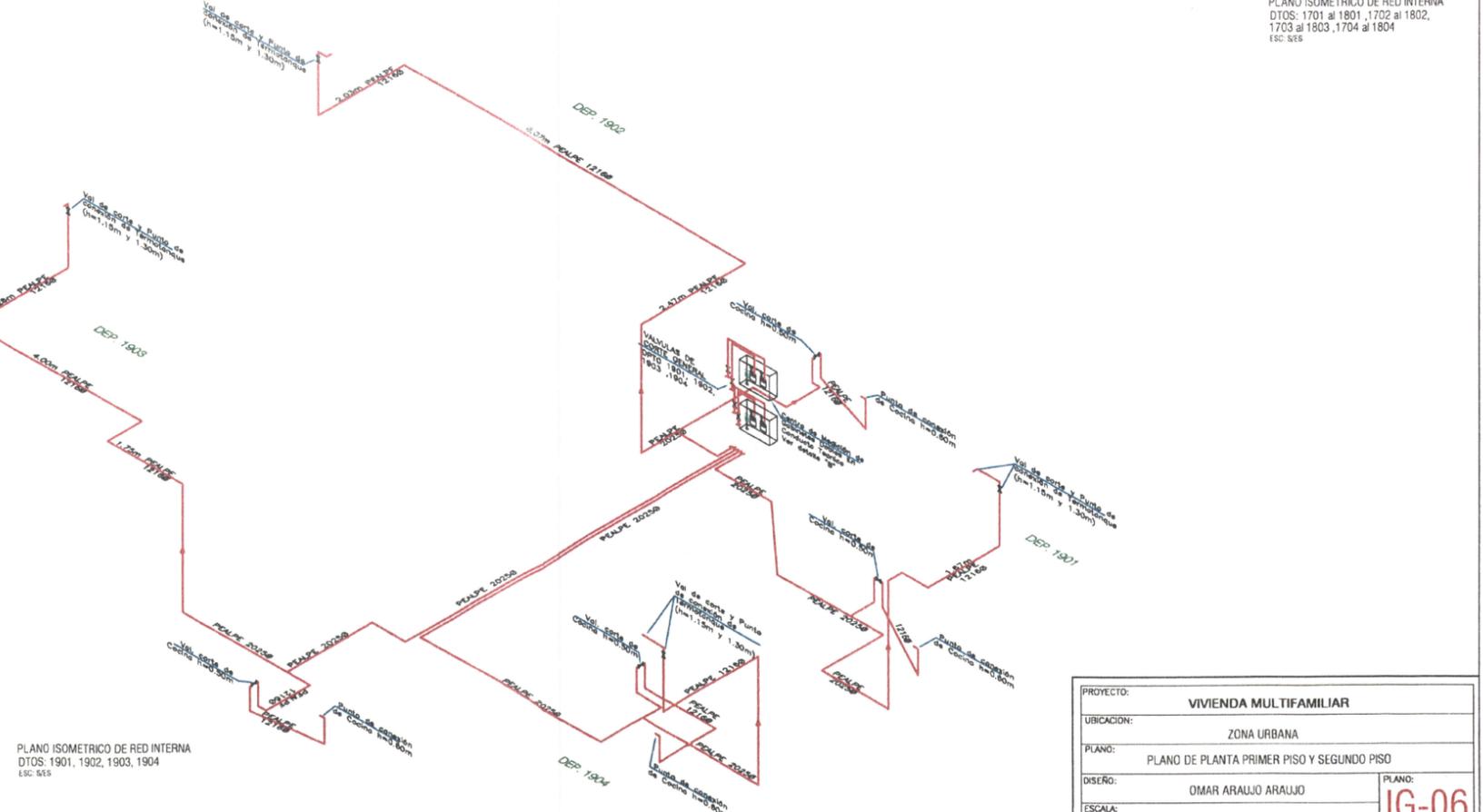
PLANO ISOMETRICO DE RED INTERNA
DTOS: 301 al 301, 302 al 302,
303 al 303, 304 al 304
ESC: 5/5



PLANO ISOMETRICO DE RED INTERNA
DTOS: 1701 al 1801, 1702 al 1802,
1703 al 1803, 1704 al 1804
ESC: 5/5

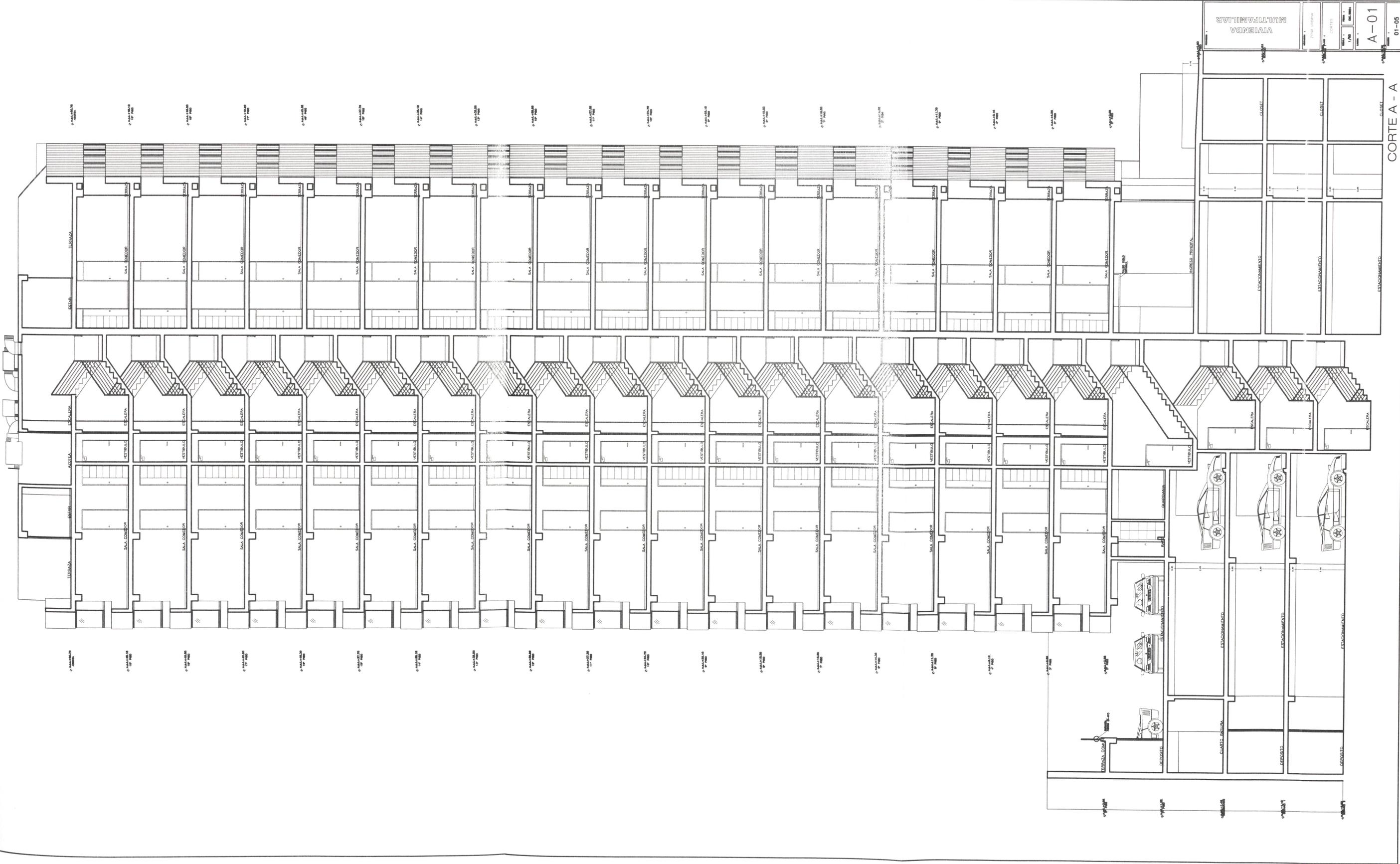


PLANO ISOMETRICO DE RED INTERNA
DTOS: 901 al 1601, 902 al 1602,
903 al 1603, 904 al 1604
ESC: 5/5



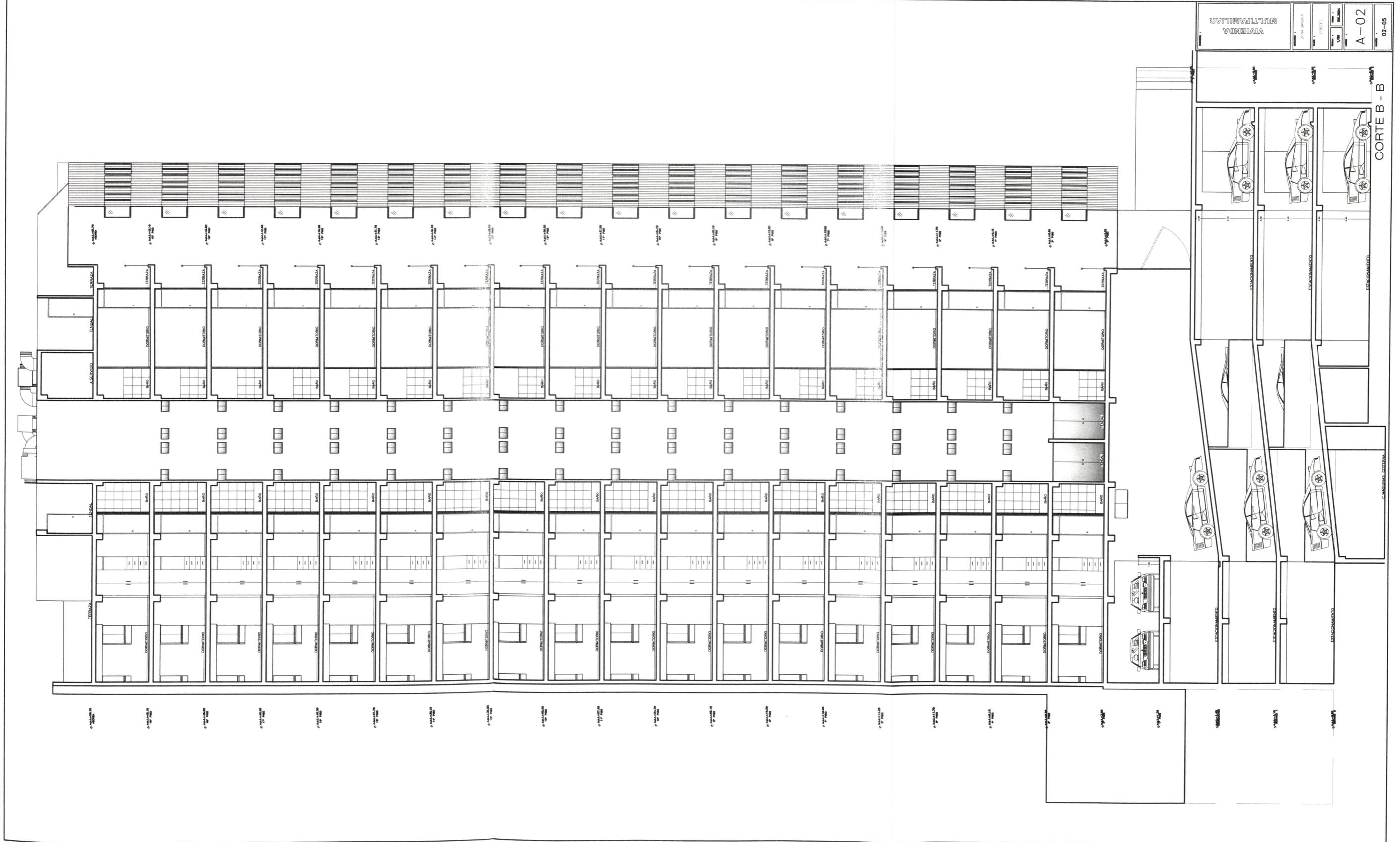
PLANO ISOMETRICO DE RED INTERNA
DTOS: 1901, 1902, 1903, 1904
ESC: 5/5

| | | |
|------------|--|--------------|
| PROYECTO: | VIVIENDA MULTIFAMILIAR | |
| UBICACION: | ZONA URBANA | |
| PLANO: | PLANO DE PLANTA PRIMER PISO Y SEGUNDO PISO | |
| DISERNO: | OMAR ARAUJO ARAUJO | |
| ESCALA: | ESC: 1/75 | PLANO: 1G-06 |



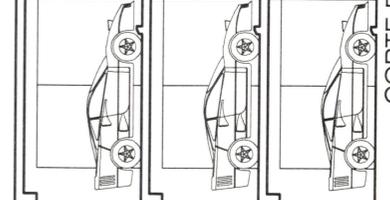
VIVIENDA MULTIFAMILIAR
 ZONA URBANA
 CORTES
 A-01
 01-05

CORTE A - A



MULTIFAMILIAR
 VIVIENDA
 ZONA URBANA
 CORTE
 A-02
 02-05

CORTE B - B



ESTACIONAMIENTO

ESTACIONAMIENTO

ESTACIONAMIENTO

ESTACIONAMIENTO

ESTACIONAMIENTO

ESTACIONAMIENTO

ESTACIONAMIENTO

ELEVADOR

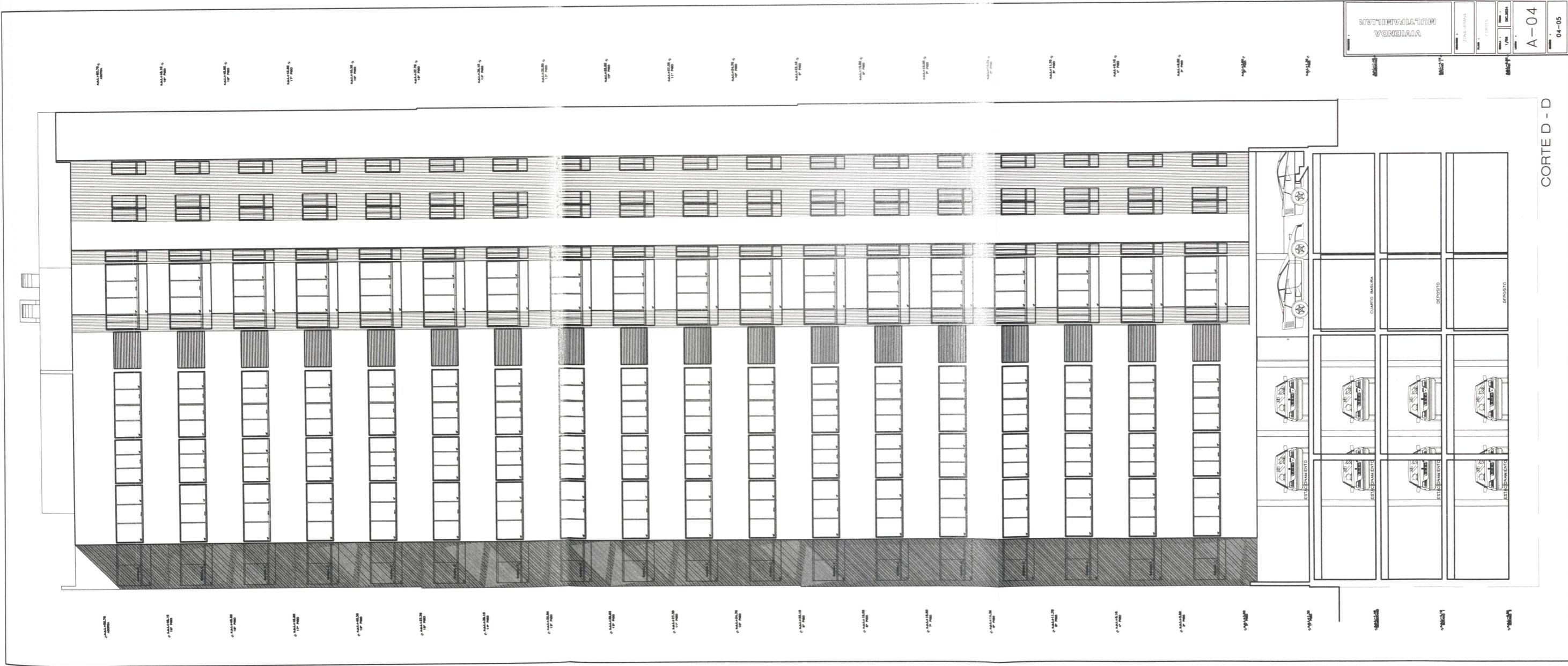
ELEVADOR

ELEVADOR

ELEVADOR

ELEVADOR

TERAZA



MULTIFAMILIAR
VIVIENDA

ZONA URBANA

PROYECTO

04-05

A-04

CORTE D - D

